



# Arpenter L'UNIVERS

Etoiles et Lumière

## CARNET DE BORD

(v 1.3 – 16/02/2018)

Pour l'élève



# Sommaire

Partie 1 : Introduction	3
<b>Arpenter l'Univers</b>	5
A propos de Planète Sciences	9
Le télescope Jean-Marc Salomon	12
Partie 2 : Ateliers d'initiation	15
ELA1 : Le Soleil, notre étoile	17
ELA2 : Le fonctionnement des étoiles	23
ELA3 : <b>L'évolution des</b> étoiles	29
Partie 3 : Approfondissement (projet)	35
Définition du projet	37
Partie 4 : Observation astronomique	43
La démarche expérimentale	45
Préparer une observation	50
Partie 5 : Journal de bord	53
Journal de bord du / de la capitaine	55
Partie 6 : Conclusion	59
Conclusion de l'aventure	61

The background of the page is a vertical collage of space-related images. On the left side, there is a large, detailed image of Saturn with its rings. Below it, a Mars rover is shown on the surface of the planet. At the bottom left, there is a close-up of a satellite or space station component. The rest of the background is a light blue gradient with scattered small, circular celestial bodies.

# Partie 1

## Introduction



# Arpenter l'Univers

Qu'est-ce que c'est ?

L'opération *Arpenter l'Univers* vise à développer la curiosité des jeunes à l'égard de l'astronomie et à prendre en main la démarche de recherche scientifique par la réalisation d'un projet expérimental dans le cadre scolaire. Vous bénéficierez de l'appui des animateurs scientifiques, de votre enseignant et d'un chercheur parrain, mais le projet s'élabore autour de votre questionnement avant tout.

## I. Les objectifs

L'objectif est de permettre aux jeunes, collégiens, lycéens et étudiants de premier cycle universitaire, de découvrir et pratiquer l'astronomie et astrophysique expérimentales, en lien étroit avec les programmes de Physique, Maths, Sciences de l'Ingénieur, SVT ou encore Histoire. Plus précisément :

- Donner aux jeunes une représentation de l'Univers fidèle à ce que la science nous permet de connaître aujourd'hui.
- Initier à la démarche expérimentale pour aiguïser l'objectivité et le sens critique.
- Faire découvrir le travail de chercheurs pour montrer comment les découvertes sont faites.

## II. Une aventure accompagnée

Dans *Arpenter l'Univers*, vous serez accompagné tout du long par deux animateurs scientifiques de Planète Sciences et par un scientifique en astrophysique. Ils viendront animer des ateliers et une soirée d'observation au lycée, et guider votre groupe pour la réalisation d'un projet astro (maquette, expo, expérience, jeu...).

### III. Les parcours Arpenter l'Univers

L'opération est proposée sous la forme de 3 parcours. Si ton enseignant a choisi le parcours Découverte, la séance d'observation astronomique aura lieu au lycée. S'il a choisi le parcours Exploration, tu partiras en mission d'observation dans notre observatoire, le Centre d'Astronomie Jean-Marc Salomon, à Buthiers où nous avons un télescope de 600 mm de diamètre sous coupole.

Si vous êtes lycéens ou étudiants, vous pouvez réaliser votre TPE ou TIPE dans le cadre du parcours Aventure. Ce troisième parcours est très spécifique à ce cadre de travail, et le suivi et le contenu sont personnalisés.

### IV. Les thématiques d'Arpenter l'Univers

Les thématiques proposées sont :

- **Etoiles et Lumière** : comment fonctionne une étoile ?  
*Liens aisés avec les matières : Physique-Chimie, Mathématiques, Sciences de l'Ingénieur*
- **Galaxie et Univers** : qu'est-ce qu'une galaxie ?  
*Liens aisés avec les matières : Physique- Chimie, Mathématiques*
- **Planètes et Gravitation** : comment se forment les planètes ?  
*Liens aisés avec les matières : Physique-Chimie, Mathématiques, SVT*
- **Histoire et instrumentation** : comment a-t-on appris tout cela ?  
*Liens aisés avec les matières : Histoire, Philosophie, Physique-Chimie, Sciences de l'Ingénieur, Mathématiques*

C'est votre enseignant qui aura choisi la thématique. A l'intérieur d'une thématique, il y aura des ateliers d'initiation, du matériel que les animateurs apporteront (jeux, expériences, maquettes, livres...), une séance d'observation et... un projet que vous réaliserez avec votre classe. Et là, ce sera à vous de choisir le sujet !

### Le parcours Arpenter l'Univers

L'opération se déroule en 4 phases.

- Phase 1 : Initiation

Pendant 3 séances, les deux animateurs de Planète Sciences viendront au lycée pour que vous découvriez ensemble l'astronomie et les notions liées à la thématique que votre enseignant a choisie. Une première observation, menée en début ou en fin de la phase d'initiation, permet d'apprendre à utiliser les instruments d'astronomie et à se repérer dans le ciel.

- Phase 2 : Approfondissement (Projet)

Après ces ateliers d'initiation, vous allez pouvoir développer en équipe un projet d'astronomie/astrophysique. Le projet partira de votre questionnement sur un sujet et aboutira, après des mesures expérimentales pendant la phase d'observation, à une présentation de vos résultats qui pourra être une maquette, une expérience, un jeu, une exposition... Pour vous aider, les animateurs pourront répondre à des questions par e-mail, et vous aurez une mallette de livres. En outre, le chercheur parrainant votre classe sera disponible pour répondre à vos questions et vous conseiller dans votre démarche. Ce carnet de bord est là aussi pour vous aider à concevoir et réaliser les étapes de votre projet.

- Phase 3 : Observation / Expérimentation

Une expérience scientifique vient conclure ou alimenter la phase d'approfondissement. En formule Découverte, il s'agit d'une soirée d'observations réalisée dans la cour du lycée, avec les animateurs accompagnés du chercheur parrain selon sa disponibilité. En formule Exploration, il s'agit de réaliser un atelier de préparation d'observations et de conception d'un protocole expérimental au CAJMS, et d'utiliser le soir le télescope de 600 mm de diamètre pour mener à bien cette expérience. Ce sont vous, les élèves, qui allez établir votre protocole expérimental, avec l'aide de l'animateur, l'enseignant et les guides d'ateliers expérimentaux du livret pédagogique.

- Phase 4 : Valorisation, les Astrophées

A la fin de l'année scolaire ont lieu les Astrophées, une rencontre des jeunes ayant participé à l'opération Arpenter l'Univers. Les parents et les enseignants sont également invités. Chaque groupe de jeunes pourra exposer et expliquer son projet, sous forme d'expositions, de maquettes, d'expériences ou de présentations orales. Un jury décernera des Astrophées aux groupes qui se démarqueront selon certains critères. C'est aussi l'occasion d'échanger entre jeunes sur les différentes thématiques de vos projets, votre façon d'aborder l'astronomie etc.

## VI. Le carnet de bord

Ce carnet de bord est découpé en 6 parties :

- L'introduction : que vous avez sous les yeux.
- Les ateliers d'initiation : où t'attendent des pages « Brainstorm » et « Notes » sur lesquelles vous pourrez prendre en note ce qui vous semble intéressant pendant les ateliers. Cette partie contient également un quizz sur les notions abordées lors de ce cycle d'ateliers, à compléter à la fin de chaque séance ou à la fin du cycle.
- Le projet d'astronomie/astrophysique : il comprend une aide et des conseils, ainsi que des pages de notes que vous complèterez au fur et à mesure de l'avancée de votre projet. N'hésitez-pas à y insérer des schémas, et le maximum d'informations : tout cela pourra vous être utile pour réaliser des mesures lors de l'observation astronomique ;-)
- L'observation astronomique : elle comprend une aide pour mettre en place un protocole expérimental et préparer une observation, ainsi que des pages de notes à compléter lors de la fameuse soirée d'observation.
- Votre journal de bord, où vous pourrez décrire vos avancées, vos problèmes, ainsi que vos solutions !
- La conclusion, qui sert donc à voir combien de points d'expérience vous avez gagné dans l'aventure.

Tout va bien ? Si ce n'est pas très clair, cela viendra au fur et à mesure du projet. Alors, allons-y !

# A propos de Planète Sciences

## Une association d'éducation populaire

Créée en 1962, Planète Sciences est une association nationale à but non lucratif organisée en réseau. Elle comporte 10 délégations régionales, s'appuie sur 1 000 bénévoles et 80 permanents. Son objectif est de favoriser, auprès des jeunes de 8 à 25 ans, l'intérêt, la découverte et la pratique des sciences et des techniques et d'aider les enseignants, les animateurs, les éducateurs, les chercheurs et les parents dans leurs activités avec les jeunes.

### I. Les activités de l'association

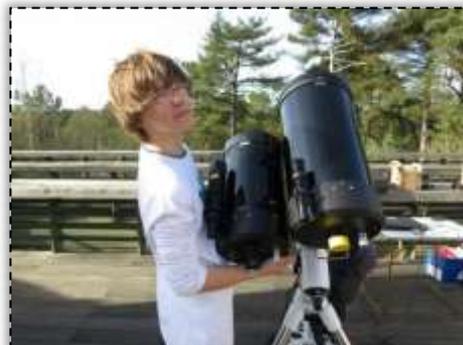
Chaque année, 100 000 jeunes participent aux activités proposées sur les thématiques de l'astronomie, de l'espace, de l'environnement et de la robotique. Pour créer, améliorer et diversifier ses animations, l'association a des liens étroits avec les chercheurs et les ingénieurs. Elle offre aussi différents types de formations (BAFA ou stages techniques) et réalise des documents (ouvrages, guides techniques, livrets pédagogiques) et outils d'animation. Planète Sciences intervient essentiellement dans le cadre de partenariats. Ses actions s'inscrivent dans les politiques des collectivités territoriales, de l'éducation nationale, des ministères, d'organismes de recherche, d'entreprises et de fondations, destinées aux jeunes et au grand public. Les actions de Planète Sciences sont essentiellement menées au sein de structures éducatives (écoles, collèges, lycées, centres de loisirs, maisons de quartiers) ou culturelles (services culturels des communes et institutions publiques, bibliothèques, médiathèques).

### II. La pédagogie chez Planète Sciences

La pédagogie de l'association repose sur deux principes fondamentaux : la méthodologie de projet et la démarche expérimentale.

- **La méthodologie de projet**, qui s'appuie sur la définition d'un cahier des charges englobant plusieurs éléments : circonscription des objectifs, moyens de réalisation, planification, critères d'évaluation.

Basée sur la gestion de projet en entreprise, la méthode mise en œuvre par Planète Sciences a permis ces dernières années à plusieurs groupes de remporter des compétitions nationales ou internationales (Olympiades de Physique, Rocketry Challenge).



- **La démarche expérimentale**, qui consiste à mettre le participant en situation de recherche sur un sujet spécifique correspondant à ses centres d'intérêt ou défini dans un contexte particulier. Elle se réalise en plusieurs étapes : une phase d'observation, la définition d'hypothèses préalables à l'expérimentation elle-même, suivie d'une phase d'interprétation, puis de communication et de confrontation des résultats.



### III. Le secteur Astronomie

Avec quarante années de pratique de l'astronomie expérimentale pour les jeunes, le secteur astronomie et ses bénévoles ont développé un savoir-faire et des outils uniques, précieux et en constante évolution.

Au premier rang de ces outils, le télescope Jean-Marc Salomon (« TJMS ») de soixante centimètres de diamètre est le plus grand télescope amateur d'Ile-de-France et le seul en France à accueillir des groupes de jeunes pour des activités à caractère pédagogique (cf partie TJMS ci-dessous). Situé en Seine-et-Marne dans le sud de l'île de France, ce télescope bénéficie d'une bonne vision sur le ciel nocturne, loin de la pollution lumineuse de Paris.

Mais pour bien d'autres activités, nous possédons des télescopes mobiles de 130 à 250 mm de diamètre et tout l'équipement nécessaire pour imager le ciel, ainsi qu'une lunette à protubérances.

Par ailleurs, nous nous sommes équipés de nombreux outils pédagogiques tels que des jeux et des supports d'activités élaborés par les bénévoles et salariés de l'association.

Le secteur Astronomie de Planète Sciences est en constante évolution et ne cesse de développer de nouveaux projets.

Depuis 2008, nous développons des activités d'astronomie pour des enfants hospitalisés, des jeunes sourds, des jeunes handicapés mentaux ou détenus, sous le label Astro Vers Tous. L'opération Arpenter L'Univers présentée ici est issue du réaménagement d'une opération scolaire à destination des collèges, lycées et premiers cycles universitaires. Elle a démarrée dans sa version actuelle à la rentrée scolaire 2015.

L'ensemble des actions d'animation, de formation et de vulgarisation du secteur est piloté par un groupe de bénévoles qui s'appuie sur une équipe salariée. Les bénévoles et animateurs agissent sur tous les terrains (scolaire, loisirs, évènementiel) souvent en partenariat d'autres établissements scientifiques et associations. Des temps associatifs variés et réguliers sont organisés.

# Le Télescope Jean-Marc Salomon

## Le vaisseau spatial du secteur Astronomie

Don de la Fondation Jean-Marc Salomon à Planète Sciences, le TJMS (Télescope Jean-Marc Salomon) est un instrument semi-professionnel de grand diamètre accessible à tous. C'est cet instrument que vous utiliserez si votre classe a choisi la formule Exploration.

Le télescope Jean-Marc Salomon (« TJMS ») est un télescope de soixante centimètres de diamètre sous coupole. C'est le plus grand télescope amateur d'Ile-de-France et le seul en France à accueillir des groupes de jeunes pour des activités à caractère pédagogique. Au plein sud de Paris à la limite de la Région Centre, ce télescope, situé dans la base de loisirs de Buthiers en Seine-et-Marne, bénéficie de l'un des meilleurs ciels possibles à cette distance de Paris.

Le « TJMS » accueille différentes sortes de publics : classes de tous niveaux, groupes venus des Maisons de Jeunes et autres structures de loisirs, clubs étudiants. Tous y réalisent des projets d'astronomie à leur niveau, avec une teneur expérimentale plus ou moins marquée.

Les activités proposées sont nombreuses : soirées d'observations autonomes, classes, animations pour les jeunes, groupes d'adultes, clubs et associations, formations, événements grand public comme les Nuits des Etoiles.

Le TJMS intègre les dernières innovations technologiques tant en ce qui concerne le pilotage informatisé de l'instrument que l'acquisition d'images numériques. Il permet de réaliser des observations et d'acquérir des données de qualité scientifique dans les meilleures conditions. Avec ce télescope, les bénévoles de Planète Sciences ont découvert deux astéroïdes.



Le maître mot de cet instrument est son accessibilité :

- Par sa proximité (à une heure et demie de Paris)
- Par sa facilité d'utilisation (télescope piloté par ordinateur permettant un pointage automatique)
- Par la possibilité d'accéder à des équipements de qualité professionnelle. Le télescope Jean-Marc Salomon est en priorité dédié à la pratique des jeunes.

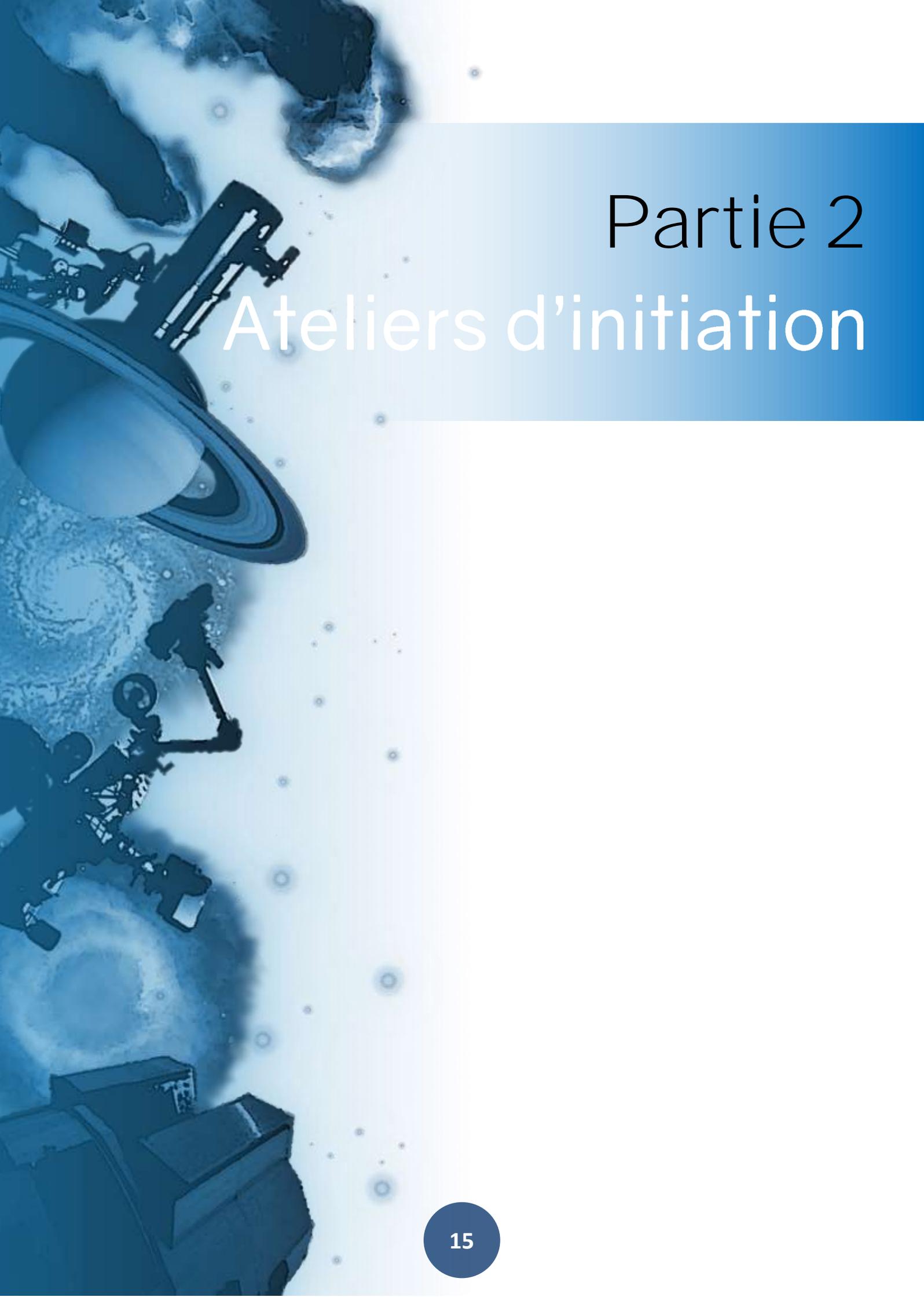


Forte de ces précieux outils, Planète Sciences souhaite faire de ce télescope un instrument reconnu pour la pratique de l'astronomie tant dans les domaines scientifiques et techniques que pédagogique et inter-associatif. C'est également un instrument qui a vocation d'accueillir des expériences de sciences participatives et de collaborations entre les jeunes et le monde de la recherche scientifique en astrophysique.

C'est en ce lieu que se dérouleront les ateliers expérimentaux d'Arpenter l'Univers pour la parcours Exploration.



Figure 1 : Photographie de la galaxie d'Andromède, M31, obtenue au foyer du TJMS.

The background of the page is a vertical collage of space-related images. On the left side, there is a large, detailed image of Saturn with its rings. Below it, a Mars rover is shown on the surface of the planet. At the bottom left, there is a close-up of a rover's mechanical components. The right side of the page is a solid light blue gradient. The text 'Partie 2' and 'Ateliers d'initiation' is overlaid on this gradient.

# Partie 2

## Ateliers d'initiation





# Module EL1 :

## Le Soleil, notre étoile

# Module EL1

## Le Soleil, notre étoile



### I. Brainstorm

C'est à vous de jouer ! *(Ecrivez 3 mots qui vous viennent à l'esprit en lisant l'énoncé. Ils pourront vous servir d'aide-mémoire pour votre projet)*

#### 1) Le Soleil

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 2) Une étoile

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 3) Spectroscopie

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 4) Vent solaire

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

## 5) Tache solaire

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

## II. Quizz

Le Soleil a-t-il encore des secrets pour vous ? *(cochez les caractéristiques correctes, entoure celles qui le sont uniquement dans certains cas)*

### 1) Qu'est-ce qu'une étoile ?

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Réfléchit la lumière  | <input type="checkbox"/> Emet sa propre lumière                               | <input type="checkbox"/> Est constituée de roches   |
| <input type="checkbox"/> Est constituée de gaz   | <input type="checkbox"/> Est constituée de plasma                             | <input type="checkbox"/> Est en orbite autour d'une étoile                                  |
| <input type="checkbox"/> La gravité est sa source d'énergie                            | <input type="checkbox"/> La fission nucléaire est sa source d'énergie         | <input type="checkbox"/> La fusion nucléaire est sa source d'énergie                        |
| <input type="checkbox"/> Possède une atmosphère  | <input type="checkbox"/> Est constituée à 92% d'hydrogène                     | <input type="checkbox"/> Est constituée à 92% d'hélium                                      |
| <input type="checkbox"/> N'est constituée que d'hydrogène                              | <input type="checkbox"/> Evacue son énergie par conduction et radiation       | <input type="checkbox"/> Evacue son énergie par convection et radiation                     |
| <input type="checkbox"/> Est en équilibre entre la gravité et la pression de radiation | <input type="checkbox"/> Se forme à partir d'un nuage de gaz et de poussières | <input type="checkbox"/> Evolue entre sa formation et sa fin où ses matériaux sont recyclés |

### 2) Caractéristiques du Soleil

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Masse : de l'ordre de $10^{20}$ kg  | <input type="checkbox"/> Masse : de l'ordre de $10^{10}$ kg    | <input type="checkbox"/> Masse : de l'ordre de $10^{30}$ kg    |
| <input type="checkbox"/> Diamètre : de l'ordre de 400 000 km | <input type="checkbox"/> Diamètre : de l'ordre de 1 400 000 km | <input type="checkbox"/> Diamètre : de l'ordre de 2 500 000 km |

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Âge : de l'ordre de 800 millions d'années               | <input type="checkbox"/> Âge : de l'ordre de 5 milliards d'années                | <input type="checkbox"/> Âge : de l'ordre de 10 milliards d'années                |
| <input type="checkbox"/> Température de surface 5750 K, au cœur 14 millions de K | <input type="checkbox"/> Température de surface 8750 K, au cœur 10 millions de K | <input type="checkbox"/> Température de surface 20580 K, au cœur 30 millions de K |

### 3) La lumière du Soleil

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Le Soleil émet autant dans toutes les couleurs      | <input type="checkbox"/> Le Soleil a un maximum d'émission dans le vert        | <input type="checkbox"/> Le Soleil a un maximum d'émission dans le rouge      |
| <input type="checkbox"/> Il y a des raies d'émission dans le spectre solaire | <input type="checkbox"/> Il y a des raies d'absorption dans le spectre solaire | <input type="checkbox"/> La lumière du Soleil met 8 secondes à nous atteindre |
| <input type="checkbox"/> La lumière du Soleil met 8 minutes à nous atteindre | <input type="checkbox"/> La luminosité décroît avec la distance                | <input type="checkbox"/> La luminosité décroît avec le carré de la distance   |
| <input type="checkbox"/> Sirius est l'étoile la plus brillante du ciel       | <input type="checkbox"/> La luminosité est une énergie en Joules (J)           | <input type="checkbox"/> La luminosité est une puissance en Watt (W) ou J/s   |
| <input type="checkbox"/> Est une étoile naine massive de classe O            | <input type="checkbox"/> Est une étoile géante de classe K                     | <input type="checkbox"/> Est une étoile naine de classe G                     |

### 4) Activité du Soleil

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> La couronne est plus froide que la surface        | <input type="checkbox"/> La couronne est plus chaude que la surface | <input type="checkbox"/> Les taches solaires sont des régions plus chaudes     |
| <input type="checkbox"/> Les taches solaires sont des régions plus froides | <input type="checkbox"/> L'intérieur du Soleil est opaque           | <input type="checkbox"/> La lumière est émise dans l'espace par la photosphère |
| <input type="checkbox"/> Les éruptions solaires peuvent atteindre la Terre | <input type="checkbox"/> Le Soleil a un cycle d'activité de 11 ans  | <input type="checkbox"/> Le Soleil a un cycle d'activité de 11 ans             |

## 5) Le champ magnétique et les plasmas

- ❑ Les éruptions solaires suivent les lignes de champs électriques
- ❑ Les éruptions solaires suivent les lignes de champs magnétiques
- ❑ Une aurore polaire est provoquée par la lumière solaire
- ❑ Une aurore polaire est provoquée par l'interaction du vent solaire et du champ magnétique terrestre
- ❑ Un plasma est un gaz chaud
- ❑ Un plasma est composé d'ions et d'électrons séparés

Vous avez d'autres trucs à dire ? Ces pages sont faites pour vous ! Sinon téléporte-toi à l'atelier suivant.



# Module EL2 : Le fonctionnement des étoiles

# Module EL2

## Le fonctionnement des étoiles

### I. Brainstorm

C'est à vous de jouer ! *(Ecrivez 3 mots qui vous viennent à l'esprit en lisant l'énoncé. Ils pourront vous servir d'aide-mémoire pour votre projet)*

#### 1) La fusion nucléaire

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 2) Un proton

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 3) La radiation

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 4) La convection

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 5) L'énergie

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

## II. Quizz

La fusion nucléaire a-t-elle encore des secrets pour vous ? *(cochez les caractéristiques correctes, entoure celles qui le sont uniquement dans certains cas)*

### 1) La fusion nucléaire

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Atome d'hydrogène = 1 proton + 1 électron                     | <input type="checkbox"/> Atome d'hydrogène = 1 proton + 2 électrons                      | <input type="checkbox"/> Atome d'hydrogène = 1 proton + 1 neutron + 1 électron              |
| <input type="checkbox"/> 1 Hydrogène + 1 Hélium3 -> 1 Deutérium                        | <input type="checkbox"/> 1 Hydrogène + 1 Hydrogène -> 1 Deutérium                        | <input type="checkbox"/> 1 Hélium3 + 1 Hélium3 -> 1 Deutérium                               |
| <input type="checkbox"/> 1 H + 1D -> 1He3 + 1 photon                                   | <input type="checkbox"/> 1 D + 1D -> 1He3 + 1 photon                                     | <input type="checkbox"/> 1 H + 1D -> 1He3 + 2 photons                                       |
| <input type="checkbox"/> Pour fusionner de l'hélium, il faut que la température baisse | <input type="checkbox"/> Pour fusionner de l'hélium, il faut que la température augmente | <input type="checkbox"/> Les photons produits au cœur sont du domaine visible               |
| <input type="checkbox"/> Les photons produits au cœur sont du domaine ultra-violet     | <input type="checkbox"/> Les photons produits au cœur sont du domaine gamma              | <input type="checkbox"/> Des neutrinos sont produits dans les réactions de fusion nucléaire |

### 2) Caractéristiques des étoiles

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Plus une étoile est massive moins l'H de son cœur est consommé rapidement     | <input type="checkbox"/> Plus une étoile est massive plus l'H de son cœur est consommé rapidement | <input type="checkbox"/> Les étoiles massives peuvent fusionner de l'hélium et des éléments plus lourds |
| <input type="checkbox"/> Les étoiles légères peuvent fusionner de l'hélium et des éléments plus lourds | <input type="checkbox"/> Une étoile massive vit plus longtemps                                    | <input type="checkbox"/> Une étoile massive vit moins longtemps   |

- Une naine jaune contient une zone de radiation sur une zone de convection
- Une naine jaune contient une zone de convection sur une zone de radiation
- Une naine rouge ne contient qu'une zone de radiation
- Une naine rouge ne contient qu'une zone de convection
- Une naine bleue a les mêmes couches qu'une naine jaune
- Une naine bleue a des couches inversées par rapport à une naine jaune

### 3) Evacuation de l'énergie

- Dans la zone radiative l'énergie est transportée par la matière
- Dans la zone radiative l'énergie est transportée par la lumière
- Dans la zone convective l'énergie est transportée par la lumière
- Dans la zone convective l'énergie est transportée par la matière
- Dans la zone radiative les photons voyagent en ligne droite
- Dans la zone radiative les photons sont absorbés et réémis par les atomes
- Dans la zone radiative, les photons changent de direction à chaque rencontre d'atome
- Dans la zone radiative, les photons gardent la même direction à chaque rencontre d'atome
- Dans la zone convective, le plasma froid monte et le plasma chaud descend
- Dans la zone convective, le plasma froid descend et le plasma chaud monte
- Dans l'espace les photons voyagent en ligne droite
- Les photons voyagent toujours en ligne droite
- Quand la température est plus haute, l'énergie est évacuée par convection
- Quand la température est plus haute, l'énergie est évacuée par radiation
- La convection est la cause des taches solaires

Vous avez d'autres trucs à dire ? Ces pages sont faites pour vous ! Sinon téléportez- vous à l'atelier suivant.

A composite image featuring a telescope, Saturn, a rover on Mars, and a satellite against a starry background. The telescope is in the upper left, Saturn is in the middle left, the rover is in the lower left, and the satellite is in the bottom left. The background is a field of stars.

# Module EL3 : L'évolution des étoiles

# Module EL3

## L'évolution des étoiles

### I. Brainstorm

C'est à vous de jouer ! *(Ecrivez 3 mots qui vous viennent à l'esprit en lisant l'énoncé. Ils pourront vous servir d'aide-mémoire pour votre projet)*

#### 1) Le diagramme H-R

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 2) Une étoile naine

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 3) Une étoile géante

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 4) Un chemin d'évolution

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

#### 5) Une naine blanche

**mot 1 :**

**mot 2 :**

**mot 3 :**

## II. Quizz

Le diagramme Hertzsprung-Russell a-t-il encore des secrets pour vous ? (*cochez les caractéristiques correctes, entoure celles qui le sont uniquement dans certains cas*)

### 1) Caractéristiques des étoiles

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Une étoile bleue est une étoile ayant une surface froide | <input type="checkbox"/> Une étoile bleue est une étoile ayant une surface chaude   | <input type="checkbox"/> Une étoile rouge est une étoile ayant une surface chaude  |
| <input type="checkbox"/> Une étoile rouge est une étoile ayant une surface froide | <input type="checkbox"/> $L=4\pi r^2 \sigma T^4$<br>Loi qui relie le flux lumineux au rayon et à la température de l'étoile | <input type="checkbox"/> $L=4\pi r^2 \sigma T^4$<br>Loi qui relie la luminosité au rayon et à la température de l'étoile |
| <input type="checkbox"/> Une étoile plus grande est moins lumineuse               | <input type="checkbox"/> Une étoile plus grande est plus lumineuse  | <input type="checkbox"/> Le spectre d'une étoile est aussi intense dans toutes les couleurs                              |
| <input type="checkbox"/> Le spectre d'une étoile a un maximum dans une couleur    | <input type="checkbox"/> La classe spectrale dépend de la luminosité  | <input type="checkbox"/> La classe spectrale dépend de la température  |
| <input type="checkbox"/> La classe de luminosité dépend de la luminosité          | <input type="checkbox"/> La classe de luminosité dépend de l'âge  | <input type="checkbox"/> La couleur ne dépend que de la température  |

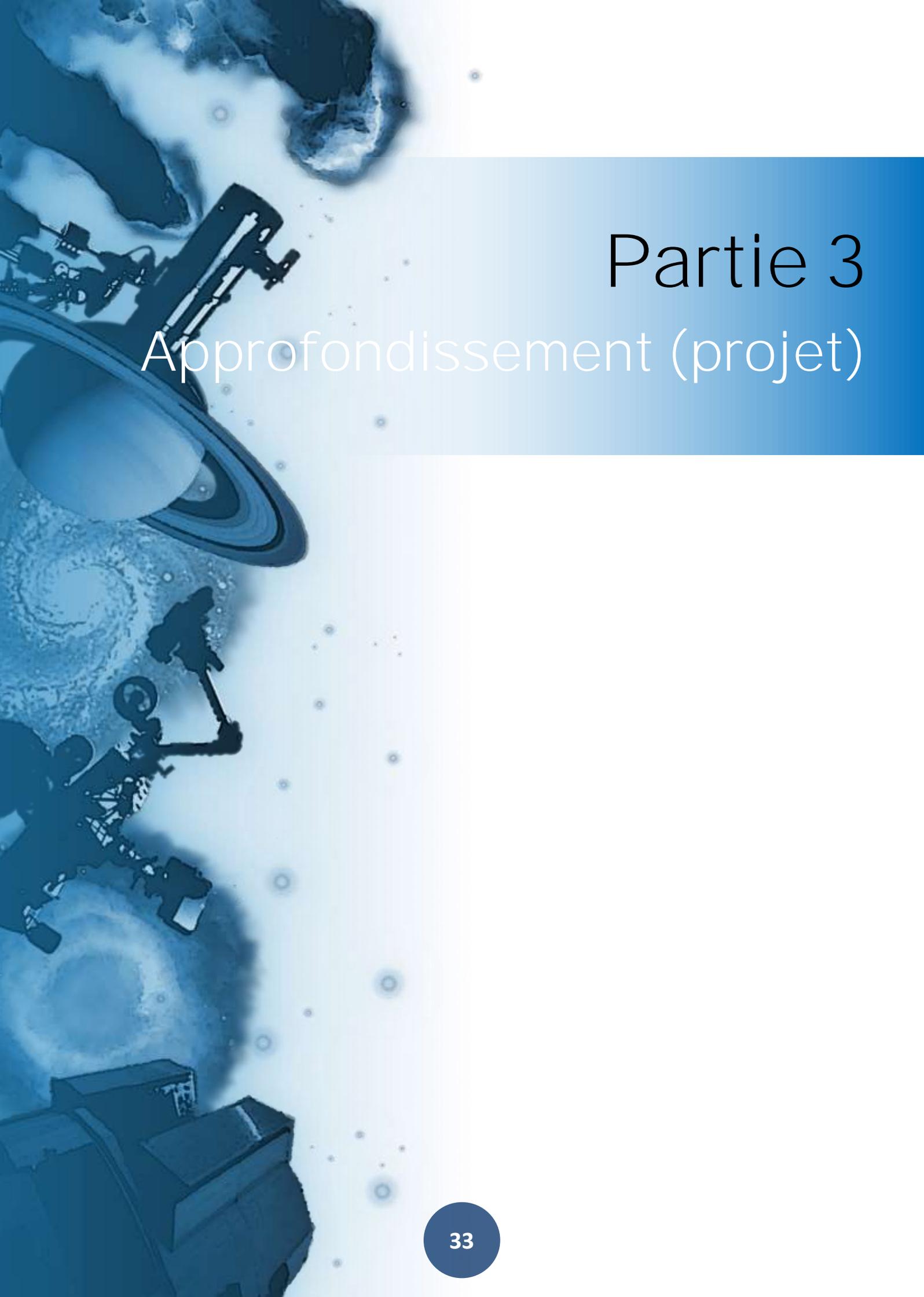
### 2) Le diagramme H-R

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Hertzsprung-Russell ?                                    | <input type="checkbox"/> Hertzsprung-Russell ?                               | <input type="checkbox"/> Hertzsprung-Russell ?  |
| <input type="checkbox"/> Il n'existe qu'une seule classification des étoiles      | <input type="checkbox"/> Il existe deux classifications très utilisées       | <input type="checkbox"/> Diagramme H-R : âge versus température de surface                            |
| <input type="checkbox"/> Diagramme H-R : température de surface versus luminosité | <input type="checkbox"/> Diagramme H-R : masse versus température de surface | <input type="checkbox"/> On peut classer les étoiles avec les classes de luminosité et de température |

### 3) L'évolution des étoiles

- ❑ La température de surface détermine l'évolution d'une étoile
- ❑ La masse initiale détermine l'évolution d'une étoile
- ❑ La luminosité détermine l'évolution d'une étoile
- ❑ Les étoiles naissent seules
- ❑ La majeure partie des étoiles naissent en amas
- ❑ Une étoile rouge est une étoile vieille
- ❑ Une étoile bleue est une étoile jeune
- ❑ Les étoiles rougissent et grandissent avec l'âge
- ❑ Une étoile jeune est nécessairement bleue
- ❑ Peu après leur naissance, les étoiles se trouvent sur la séquence principale
- ❑ Les groupes des géantes et des super-géantes contiennent des étoiles en fin de vie
- ❑ Les naines blanches sont d'anciens cœurs d'étoiles
- ❑ Les étoiles de la séquence principale sont les étoiles naines
- ❑ Les étoiles de la séquence principale sont les étoiles normales
- ❑ Une étoile géante est née ainsi
- ❑ Une étoile géante est une étoile qui a évolué
- ❑ Une étoile géante est juste une étoile volumineuse
- ❑ Les géantes bleues sont sur la séquence principale
- ❑ Une étoile naine de classe O vit 1 milliard d'années
- ❑ Une étoile naine de classe O vit 1 million d'années
- ❑ Une étoile naine de classe L peut vivre jusqu'à 1000 milliards d'années
- ❑ Une étoile naine de classe L, une naine brune, n'est pas vraiment une étoile
- ❑ Le Soleil deviendra super-géante rouge
- ❑ Toutes les étoiles explosent en supernovae

Vous avez d'autres trucs à dire ? Cette page est faite pour vous ! Sinon téléportez- vous à l'atelier suivant.

The background of the slide is a blue-toned space scene. On the left side, there is a vertical strip showing Saturn with its rings, a Mars rover on the surface of Mars, and a large satellite or space station component. The rest of the background is a light blue gradient with scattered white dots representing stars.

# Partie 3

## Approfondissement (projet)



# Définition du projet

On fait quoi ?



## I. Quoi faire ?

Pour vous aider à trouver une idée de projet à réaliser, répondez à ces quelques questions. Vous déciderez avec votre enseignant du ou des projets qui seront réalisés, car vous travaillerez en équipe et devrez donc sélectionner les idées : vous ne pourrez pas tout faire !

### 1) Sur quelle thématique voulez-vous travailler ?

Le Soleil ? Les étoiles ? L'évolution des étoiles ? L'intérieur des étoiles ? La spectroscopie ? Autre chose en lien avec ce que tu as appris dans les ateliers ?

A vous :

### 2) Quelle est votre question, le problème qui pique votre curiosité ?

Mais comment ça marche une supernova ? Existe-t-il des étoiles vertes ? Qu'est-ce qu'un trou noir ? Comment observe-t-on les étoiles ? De quoi c'est fait, une étoile ? Pourquoi la nuit est noire ? etc...

A vous :

### 3) Que pourriez-vous faire pour y répondre ?

Inventer une machine ? Voyager dans le temps ? Fabriquer un objet en 3D ? Dessiner un plan ? Concevoir une expérience pour vérifier une hypothèse ?

A vous :

## II. Comment faire ?

### 4) Sur quel support voulez-vous travailler ?

Voulez-vous construire une exposition ? Un poster ? Un instrument ? Une maquette ? Veux-tu réaliser une expérience ?

A vous :

5) Voyez-vous déjà un peu de quel matériel, de quelle documentation vous pouvez avoir besoin ?

Un télescope ? Un livre sur les étoiles ? Du papier de grande taille ? Du carton ? Du coton ? De la colle ? Internet ?

A vous :

6) Voyez-vous déjà quelles questions vous pouvez poser à votre animateur ou votre chercheur parrain ?

Profite de ses connaissances, aucune question n'est bête, aucune n'est inutile ! (Et puis ils sont sympas, vous verrez !)

A vous :

### III. Alors on part sur quoi ?

Après avoir discuté avec les autres élèves et votre enseignant, vous avez dû décider du ou des projets que vous alliez mener.

1) Quel est le nom du projet ?

2) A quelle question allez-vous tenter de répondre ?

3) **Qu'allez**-vous concevoir ?

4) Quel matériel imaginez-vous utiliser, et en quelles quantités ?

5) Combien de temps estimez-vous que cela prendra ?

6) Avez-vous des questions à poser à votre animateur ou votre chercheur parrain ?

7) **Qu'est-ce qu'une observation astronomique vous permettrait de comprendre ? de vérifier ?**





# Partie 4

## Observation astronomique (expérience)



# La démarche expérimentale

## La méthode OQHERICD

### I. La démarche scientifique

Que l'observation astronomique soit le moyen et l'objectif même de votre projet ou bien l'une de ses étapes, en enfin un simple moyen d'alimenter les connaissances nécessaires à la réalisation de votre exposition, poster, maquette, vous allez pour cela devoir suivre la démarche scientifique.

On peut simplifier cette démarche en utilisant ces quelques étapes :

Observation	<i>Je vois une étoile qui brille et qui me semble rouge.</i>
Questionnement	<i>Est-elle rouge ou sont-ce mes yeux qui la voient rouge ?</i>
Hypothèse	<i>Je pense que cette étoile est intrinsèquement rouge.</i>
Expérience	<i>Je vais prendre une photo de cette étoile à travers un filtre rouge et une autre à travers un filtre bleu.</i>
Résultat	<i>L'étoile est bien visible sur la photo prise au travers du filtre rouge, mais elle disparaît au travers du filtre bleu.</i>
Interprétation	<i>Le filtre bleu ne laissant passer que le bleu, si je ne vois pas l'étoile, c'est parce qu'elle n'émet que très peu en bleu, et si je la vois dans le filtre rouge, c'est qu'elle émet du rouge.</i>
Conclusion	<i>Cette étoile est bien intrinsèquement rouge.</i>

Pour être complète, la démarche scientifique se doit d'être la plus objective possible. Il faut donc lui ajouter une dernière étape :

## Doute

*Oui, mais je n'ai pas fait de photo à travers un filtre vert ! Est-ce que l'étoile n'émet que dans le rouge, ou bien émet-elle simplement plus dans le rouge ? peut-être qu'elle émet un peu dans le jaune, dans le vert, et très peu dans le bleu ?*

Et pour répondre à ce doute, pour être sûr de ne pas s'être trompé, de n'avoir rien oublié, de ne pas avoir cru percevoir ou comprendre des choses un peu fausses, il faut revenir à l'expérience en la modifiant un peu, pour vérifier. On peut aussi avoir besoin de modifier l'hypothèse et de recommencer à partir de ce point, ou encore de préciser ou modifier la question, ou enfin de retourner observer pour voir si on n'a pas raté quelque chose.

La démarche scientifique cherche à être la plus objective possible. Ce qui compte n'est pas de trouver ce que l'on cherchait, mais de le chercher. Et on peut trouver qu'on avait tort. Le doute reste toujours présent, on ne peut que le réduire à chaque nouvelle expérience !

Lors de votre expérience, avec votre animateur, vous allez suivre ces étapes pour être de véritables scientifiques !

## II. Application

Votre animateur va vous présenter quelque chose : une photo, le ciel à regarder, un problème, etc ...

**Qu'**observez-vous ?

Quelle **Q**uestion vous vient ?

Quelle Hypothèse pouvez-vous donner pour y répondre ?

Quelle Expérience pouvez-vous faire pour vérifier votre hypothèse ?

Quel **R**ésultat a donné cette expérience ?

Comment **I**nterprétez-vous ce résultat ? **Qu'est-ce qu'il signifie** ?

Que **concluez**-vous ? Votre hypothèse était-elle bonne ?

Quels **Doutes** avez-vous ? Avez-vous pensé à toutes les possibilités ?  
Devez-vous **vérifier d'autres choses** ? Avez-vous de nouvelles questions ?

# Préparer une observation

## Le ciel n'attend pas



### I. Le choix de l'objet

#### 1) Choix d'un ou plusieurs objets

Avant toute chose, il faut choisir le ou les objets que vous allez observer. Utilisez les livres et Internet pour sélectionner un objet intéressant, qui peut être utilisé pour vérifier l'hypothèse que vous avez formulée.

**Objets choisis :**

#### 2) Vérification de la visibilité

Ensuite, il faut vérifier que les objets choisis sont bien visibles à l'heure et au lieu d'observation. En effet, la Terre tourne et donc les étoiles se lèvent et se couchent. Le point de vue change selon le lieu où l'on se trouve sur Terre. On utilise pour cela les éphémérides, indiquant les heures de lever et de coucher, les passages au méridien des astres, ainsi que des cartes du ciel. Utilisez les logiciels Stellarium et Prism pour vérifier si vos objets sont observables cette nuit.

**Heure de lever et coucher de chaque objet :**

**Constellation dans laquelle se trouve chaque objet :**

**Coordonnées de chaque objet (déclinaison et ascension droite) :**

**Heure optimale pour observer chaque objet (objet haut dans le ciel, non caché par des arbres) :**

## II. Le protocole expérimental

Comment allez-vous observer ces objets, quelles mesures allez-vous faire ? Vous devez tout penser en amont car l'objet restera peu de temps dans sa fenêtre optimale d'observation. Egalement, un retard sur l'observation et les mesures pour un objet peu compromettre l'observation dans de bonnes conditions d'un objet devant être pointé plus tard dans la nuit.

**Donnez l'ordre dans lequel vous allez observer les objets, s'il y en a plusieurs, et la durée des fenêtres d'observation optimales :**

**Donnez les étapes d'observation et de mesures que vous allez suivre pour chaque objet :**  
*(pointage, mise au point, pose de 2 minutes dans le filtre rouge, prise d'un flat...)*

The background of the page is a monochromatic blue-toned illustration of space. On the left side, there is a vertical strip showing various celestial bodies and spacecraft. From top to bottom, it includes a close-up of Saturn's rings, a rover-like vehicle on the surface of Mars, and another rover-like vehicle on a rocky, cratered planet. The rest of the background is filled with a field of stars of varying sizes and brightness.

# Partie 5

## Journal de bord



# Journal de bord

Du / de la capitaine : *(notez votre nom)*

Jour 1

Jour 2

Jour 3

Jour 4

Jour 5

Jour 6

Si besoin, continuez sur des feuilles à part, moussaillons !

The background of the page is a vertical collage of space-related images. On the left side, there is a large, detailed image of Saturn with its rings. Below it, a Mars rover is shown on the surface of the planet. At the bottom left, there is a close-up of a rover's mechanical components. The right side of the page is a solid blue gradient that transitions from a darker blue at the top to a lighter blue at the bottom. The title 'Partie 6 Conclusion' is written in white text on this blue background.

# Partie 6

## Conclusion



# Conclusion de l'aventure

Alors, c'était chouette ?

## I. Le bilan

### 1) **Qu'avez-vous** appris ?

Maintenant vous devez pouvoir rivaliser avec les grands astronomes, c'est certain.

### 2) Et ensuite ?

Allez, avouez, vous voulez continuer à faire de l'astronomie hein ? Vous pouvez me le dire, je suis un carnet sympa !



# Arpenter L'UNIVERS

Etoiles et Lumière

Nous espérons que vous avez passé un agréable voyage en notre compagnie et que nous pourrions vous retrouver lors d'une nouvelle aventure dans l'Univers !

