

INNOPOLE



**Site Pilote de
Vaulx-en-Velin**



Astronomie où il est question d'espace, de temps et de matière

Cycle 3

Document élaboré en partenariat avec le Planétarium de VAULX EN VELIN

Reproduction interdite

Edition Mai 2002

INNOPOLE

Ecole Courcelles Rue des Frères Bertrand 69120 VAULX EN VELIN

Tél. 04 78 80 17 73 / Fax. 04 78 80 00 17

PREAMBULE

Dès 1996, quelques enseignants de Vaulx en Velin se sont engagés dans l'opération « Main à la Pâte ». Leur intérêt pour cette nouvelle approche de l'enseignement des sciences a suscité tellement d'engouement, qu'en l'espace de trois ans, tous les enseignants se sont engagés. Il est vrai que la circonscription avait mis en place un solide dispositif d'accompagnement, renforcé par la présence de la communauté scientifique.

La création de ce sujet d'étude sur l'astronomie s'inscrit dans cette dynamique. Ce document a été élaboré dans le cadre d'un partenariat avec le Planétarium de Vaulx en Velin.

Je tiens à remercier tout particulièrement :

- **Pascale PLEAU**, conseillère pédagogique pour les sciences et cheville ouvrière de ce travail
- **Frédérique DECROIX**, élève stagiaire de l'Ecole Polytechnique, qui l'a assistée dans ce travail
- **Patrick MILLAT et Walter GUYOT** du Planétarium de VAULX EN VELIN qui ont mis leur appui et leurs compétences au service de ce projet.

Je tiens également à remercier, pour leur précieuse collaboration, les maîtres qui ont participé à l'élaboration de ce document et l'ont testé dans leur classe :

- **Bernadette Dagand,**
Classe de CM2 / Ecole Jean Vilar, Vaulx-en-Velin
- **Marie-Chantal Fournat**
Classe de CE2 / Ecole La Garenne, Bron
- **Jean-Philippe Zénino**
Classe de CM1-CM2 / Ecole Angéline Courcelles, Vaulx-en-Velin

Je souhaite à tous les maîtres qui utiliseront ce document une satisfaction à la hauteur de celle que nous avons ressentie en le réalisant.

Renée MIDOL
Inspectrice de l'Education Nationale

INTRODUCTION

Etudier l'astronomie à l'école élémentaire répond à deux objectifs essentiels:

- 1) observer les phénomènes quotidiens
- 2) engager les élèves dans une première démarche de construction d'un modèle scientifique.

Depuis des millénaires, les hommes s'intéressent à leur ciel ; c'est pourquoi, dans ce module, les élèves partent de l'observation et des dessins qu'ils font des étoiles et de leurs regroupements pour s'interroger et s'engager dans un travail qui repose sur trois concepts liés à l'astronomie: l'espace, le temps et la matière.

Du constat que les étoiles ne brillent pas toutes autant, qu'elles semblent se déplacer au cours de la nuit, les élèves vont découvrir par la recherche documentaire et l'expérimentation, que la matière qui les compose, la distance qui les sépare de notre terre, les différents éléments que leur lumière traverse, influent sur la lumière que nous recevons d'elles.

Les élèves s'attacheront ensuite à l'explication d'un phénomène observable de notre système solaire, l'alternance jour-nuit, en créant leurs propres modèles. Le protocole se termine par l'observation "accélérée" de la durée du jour et de son évolution au cours des saisons.

Les séances auront lieu en classe, à l'exception de trois au Planétarium. Ces trois séances sont intégrées au sujet d'étude, s'inscrivent dans sa continuité et son déroulement. En l'absence de planétarium à proximité, il conviendra de trouver des moyens de remplacement de type vidéo par exemple.

DEROULEMENT DES SEQUENCES

	Aperçu des séquences	Conclusions visées de la séquence
p. 1 à 10	Place dans les programmes Indications pour la mise en œuvre du protocole pédagogique.	
SEQUENCE 1 : Introduction à l'astronomie p. 11 à 15	Les élèves échangent leurs connaissances de l'astronomie. Ils font un dessin du ciel tel qu'ils le voient au planétarium où il se rendent dès la deuxième séance. On dégagera grâce à ces premières représentations les regroupements d'étoiles qui peuvent être faits.	On arrive à se repérer sur une carte du ciel quand les regroupements sont bien définis, et quand on sait dans quel sens placer son dessin, c'est-à-dire quand on a noté l'orientation au moment de l'observation points cardinaux).
SEQUENCE 2 : Organiser le ciel p.16 à 25	Reprenant l'idée de regrouper les étoiles, cette séquence traite de la façon de mieux se repérer dans le ciel, en voyant dans un premier temps les constellations, puis en réalisant une carte du ciel	Pour reconnaître une étoile dans le ciel, il est plus simple de se repérer par rapport à des constellations connues comme la Grande Ourse. Les étoiles ne brillent pas toutes de la même manière. Elles ne sont pas toutes à la même distance de la terre.
SEQUENCE 3 : Les objets qui peuplent notre ciel p.26 à 30	Les élèves ont étudié la façon d'organiser le ciel, sans s'occuper de la nature des objets qu'ils regroupaient. Cette séquence traite des différents astres visibles de la Terre, tels que planètes, étoiles, satellites... Au cours de la 2 ^{ème} séance on étudiera plus précisément le soleil, l'étoile la plus proche de nous.	Une étoile brille car elle émet sa propre lumière, tandis qu'une planète n'émet pas de lumière ; elle est éclairée par une étoile
SEQUENCE 4 : La lumière P. 31 à 43	Comment la lumière peut-elle nous renseigner sur la composition d'une étoile ? C'est à cette question que cette séquence cherche à répondre, en étudiant les caractéristiques de la	La connaissance des étoiles nous a été transmise par la lumière que l'on reçoit d'elles. La lumière blanche du soleil peut être décomposée en plusieurs couleurs (arc-en-ciel). Chaque

	<p>lumière, les techniques que nous pouvons employer pour la décomposer ainsi que les facteurs qui influent sur sa nature.</p>	<p>couleur est caractéristique du corps qui l'émet. Une partie des couleurs qui composent une lumière peut être absorbée par un objet qu'elle traverse : celles qui ne le sont pas donnent sa couleur à l'objet.</p>
<p>SEQUENCE 5 : Le mouvement des étoiles P. 44 à 49</p>	<p>Les étoiles ne bougent pas à l'échelle temporelle humaine, mais on a l'impression qu'elles tournent autour de nous au cours de la nuit, et le ciel change d'aspect au cours de l'année (on ne voit pas toujours les mêmes étoiles). On va s'intéresser dans cette séquence au mouvement de la terre, qui nous donne l'illusion que les étoiles bougent autour de nous.</p>	<p>La terre tourne sur elle-même en 24 heures dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Ce mouvement est responsable de l'alternance jour/nuit. Les manifestations observables du mouvement de la terre autour du soleil (les saisons) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • climats et météorologie • durée du jour et de la nuit (solstices et équinoxes) • la trajectoire du soleil dans le ciel.
<p>P. 49 à 66</p>	<p>Aperçu scientifique pour le maître Annexes (cartes du ciel)</p>	

INDICATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE PEDAGOGIQUE

Le travail des élèves, le rôle du maître

Généralités

L'objectif principal du maître est d'aider les élèves dans la construction d'une attitude scientifique et l'acquisition progressive d'une démarche, en se posant des questions, en émettant des hypothèses, en faisant des expériences, en relevant des données, en discutant des résultats et des conclusions possibles. Le travail de groupe et les échanges constituent une base essentielle à la construction des connaissances des élèves. Il n'est pas nécessaire d'agir en expert scientifique pour diriger les séances ; faire acquérir cette démarche signifie plutôt :

- l'avoir acquise soi-même,
- se permettre et permettre aux élèves de tâtonner, voire de faire des erreurs et montrer comment elles peuvent être bénéfiques,
- accepter de ne pas tout connaître et montrer aux élèves comment trouver une information auprès d'autres personnes, de livres ou davantage d'explorations,
- poser des questions et accepter qu'il n'y ait pas qu'une réponse,
- remettre en question ses propres représentations quand on apprend quelque chose de nouveau.

Le travail en groupe

Les élèves cherchent et découvrent des solutions possibles au problème posé. Ils discutent de leurs idées, confrontent leurs représentations à la réalité, essaient de se mettre d'accord pour proposer à la classe un compte rendu commun.

Le maître veille au partage des tâches : il peut proposer aux élèves des rôles définis au sein du groupe.

Au cours de l'activité, le maître observe les enfants, facilite les échanges, relance le travail par le questionnement. Il permet à chaque groupe d'aller jusqu'au bout de ses investigations en gardant à l'esprit le sens de l'activité.

Lors du travail de groupe, le maître gardera en mémoire les réflexions des élèves susceptibles de construire et structurer la synthèse. En effet, nombreux sont

les enfants, qui au moment du bilan, ont oublié comment ils en sont arrivés à leur conclusion et les arguments qu'ils avaient proposés pour convaincre.

La synthèse

Les comptes rendus de groupe et les discussions qui en résultent ont pour rôle d'aider les élèves à identifier les concepts scientifiques et les articuler entre eux. En tant qu'animateur du débat, le rôle du maître est de guider les élèves pour clarifier leurs idées, organiser leur pensée et comparer les différentes solutions, analyser et interpréter les résultats.

Le cahier d'expériences

Le cahier d'expériences est une mémoire individuelle de l'enfant ; c'est pourquoi chacun a son propre cahier dont le contenu varie d'un élève à l'autre.

Quel contenu possible ?

- des comptes-rendus d'expériences élaborés par l'élève avec ou sans trame : problème posé, hypothèses émises, schémas ou explications des expériences, conclusions momentanées, nouvelles questions ...
- des bilans de classe différenciés des traces individuelles (par la couleur par exemple) qui sont le résultat de la synthèse collective. Ces synthèses pourront également donner lieu à l'élaboration d'affiches et/ou d'un cahier de classe.
- un lexique individuel.

A quoi sert-il ?

Pour l'enfant :

- à se souvenir soit pour poursuivre son exploration, soit pour communiquer avec ses pairs ou sa famille
- à structurer sa pensée
- à comprendre l'importance de la trace écrite et de son utilité dans d'autres domaines que celui de la langue.

Pour le maître, c'est :

- un regard permanent sur le cheminement de l'enfant
- un outil d'aide à l'évaluation au niveau de la maîtrise de la langue, des connaissances scientifiques, du raisonnement.

Comment le faire évoluer ?

- inciter les enfants à s'y référer (pour poursuivre le travail, pour communiquer...)
- mettre en valeur les notes importantes et pertinentes
- laisser assez de temps à l'enfant ou lui ménager un moment personnel pour écrire, parfaire ses notes, faire le bilan écrit de ce qu'il a appris
- aider à l'orthographe et à la syntaxe (dans la mesure où ce cahier n'est en général pas corrigé par le maître pour permettre à l'enfant une expression libre et spontanée). On pourra utiliser des supports affichés en classe ou tout outil de référence qui semblera approprié.

LIENS AVEC LES INSTRUCTIONS OFFICIELLES

Extraits du programme	Extraits du document d'application	
	Compétences spécifiques	Commentaires
La lumière et les ombre	Constater qu'un objet opaque éclairé par une source de lumière présente une partie lumineuse et une partie sombre, et que la partie éclairée se présente sous différentes formes en fonction de la perspective sous laquelle elle est observée.	
Les points cardinaux et la boussole	Etre capable d'utiliser les points cardinaux pour repérer une direction à partir d'un lieu sur Terre. Savoir que ces repérages sont relatifs... Savoir qu'il existe un pôle nord et un pôle sud (points de la surface terrestre par lesquels passe l'axe de rotation de la terre et en direction desquels s'orientent approximativement les boussoles).	La notion de déclinaison magnétique n'est pas au programme.
La rotation de la terre sur elle-même et ses conséquences	A partir d'une modélisation matérielle élémentaire du système Terre-Soleil, être capable d'examiner différentes hypothèses destinées à expliquer l'alternance des jours et des nuits et conclure qu'aucune observation familière ne permet de les départager entièrement. Savoir que la terre tourne sur elle-même d'un tour en 24 heures. Etre capable de retrouver le sens de rotation de la terre sur elle-même à partir de l'observation du mouvement	C'est le raisonnement à mener qui est important et non la mémorisation du sens.

	apparent du soleil.	
<p>Le mouvement apparent du soleil</p> <p>La durée du jour et son évolution au cours des saisons.</p>	<p>Etre capable de représenter qualitativement la trajectoire apparente du soleil dans le ciel et son évolution au fil de l'année.</p> <p>Savoir qu'elle est la plus courte à la date du solstice d'hiver et la plus longue à la date du solstice d'été.</p> <p>Savoir que, dans l'hémisphère nord, elle est parcourue de gauche à droite pour un observateur tournée vers le soleil.</p> <p>Etre capable de mettre en évidence, par une observation directe, que le soleil n'apparaît pas et ne disparaît pas toujours à la même heure, mettre en relation cette évolution avec celle du mouvement apparent du soleil.</p>	<p>L'enseignant est attentif à quelques idées reçues : dans les régions tempérées, le soleil ne passe jamais à la verticale ; dire qu'il se lève à l'est et se couche à l'ouest est très approximatif (cela serait vrai aux équinoxes sur un horizon fictif parfaitement horizontal). On se contente d'une définition approchée : la durée de la journée est maximale (minimale) au solstice d'été (d'hiver) ; la durée de la journée et de la nuit est égale à celle de la nuit aux deux équinoxes.</p> <p>L'explication des saisons par l'inclinaison de l'axe de la terre non orthogonal au plan de sa trajectoire, n'est pas au programme de l'école primaire.</p>
<p>Le système solaire et l'univers</p>	<p>Savoir que la terre, vue du soleil, décrit une trajectoire qui est pratiquement un cercle centré sur celui-ci et qu'il en est de même pour les trajectoires des planètes autour du soleil.</p>	<p>Chaque fois qu'il est possible, il faut faire saisir l'occasion de faire observer le ciel étoilé aux élèves. Le recours à des maquettes et à des documents divers est indispensable, mais vient seulement en complément de l'observation directe des astres.</p> <p>Sans chercher à introduire des compétences exigibles, on n'hésite pas à profiter des questions des élèves et de toute occasion pour approfondir tel ou tel sujet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • distinction entre étoile et planète • .../...

Liste de matériel nécessaire pour une classe de 25 élèves

- Transparents pour rétroprojecteur : 15 feuilles
- 24 plaques de plexiglas transparent de format A5
- Une grande carte du ciel format poster
- 6 cartes du ciel format A3
- 30 attache-parisiennes
- 6 lampes de poche
- Papier translucide de 4 couleurs différentes (- morceaux A5 de chaque)
- 6 miroirs dont la largeur est inférieure à celle des bacs
- 6 bacs rectangulaires transparents de 10 à 15 cm de hauteur
- 1 rouleau de scotch opaque
- 1 pain de pâte à modeler
- Du sel de cuisine
- Du sel de cuivre ou de la bouillie bordelaise
- Un réchaud à flamme
- 6 gobelets transparents
- 6 petites cuillères en plastique
- 6 boules de cotillon de diamètre 15 cm environ
- 6 petits globes terrestres de diamètre 15 cm environ

SEQUENCE 1

Introduction à l'astronomie

Résumé et objectifs

Au début de cette séquence, les élèves échangent leurs connaissances. Lors de la deuxième séance, ils font un dessin du ciel tel qu'ils le voient au planétarium. On dégagera grâce à ces premières représentations les regroupements d'étoiles qui peuvent être faits.

Matériel

Pour la classe :

- Une grande affiche
- Une grande carte du ciel (poster)

Pour chaque élève :

- 1 feuille de transparent pour rétroprojecteur
- un morceau de plexiglas
- un gros feutre de couleur foncée

Pour chaque groupe:

- une carte du ciel A3

Durée : 2 séances de 45 minutes

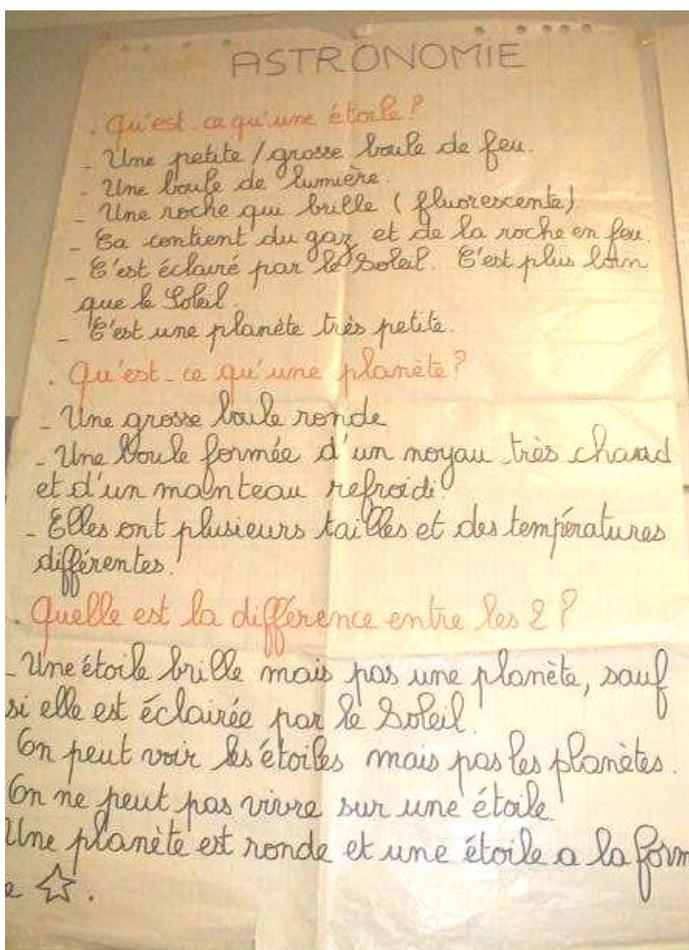
Déroulement

1^{ère} séance

Partie collective

Le maître annonce aux élèves qu'ils vont étudier l'astronomie pendant quelques semaines. Il leur demande s'ils savent ce que veut dire ce mot, et s'ils en ont déjà fait. Afin d'évaluer leurs connaissances en astronomie, le maître pose une série de questions dont il note les réponses sur une affiche :

- Qu'est-ce qu'une étoile ?
- Qu'est-ce qu'une planète ?
- Quelle est la différence entre ces deux types d'objets célestes ?
- Comment peut-on savoir de quoi est faite une étoile ?
- Comment se déplace la Terre par rapport au Soleil ?
- Avez-vous des questions sur l'astronomie auxquelles vous aimeriez que l'on réponde au cours de cette étude. (ce qu'ils aimeraient connaître)



Il est normal à ce stade que les élèves ne puissent pas répondre à certaines des questions. On cherche ici à voir leurs représentations intuitives du ciel et des objets qui le peuplent. Le maître dit aux élèves que le sujet d'étude permettra de trouver des réponses à la plupart de ces questions.

2^{ème} séance

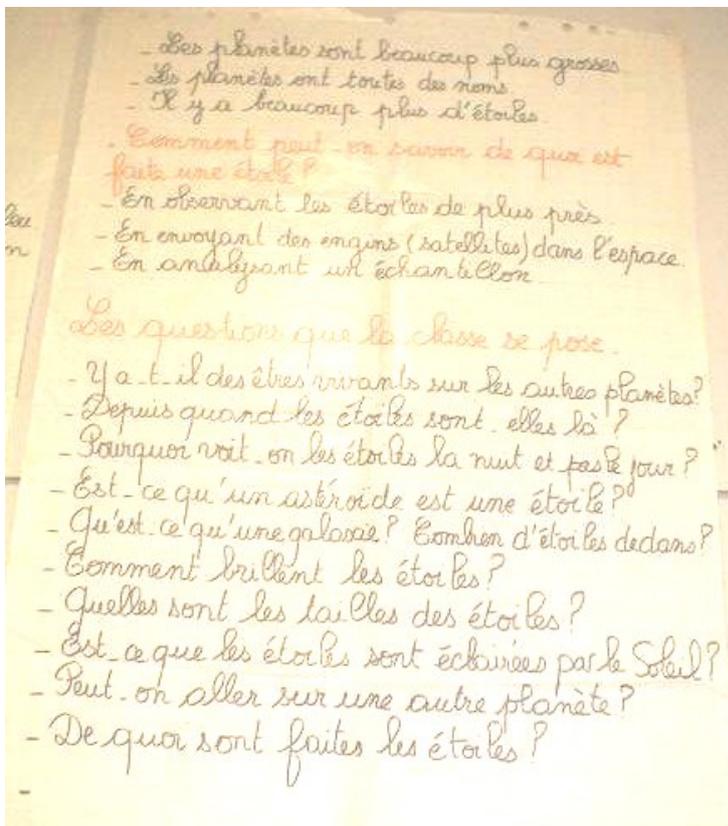
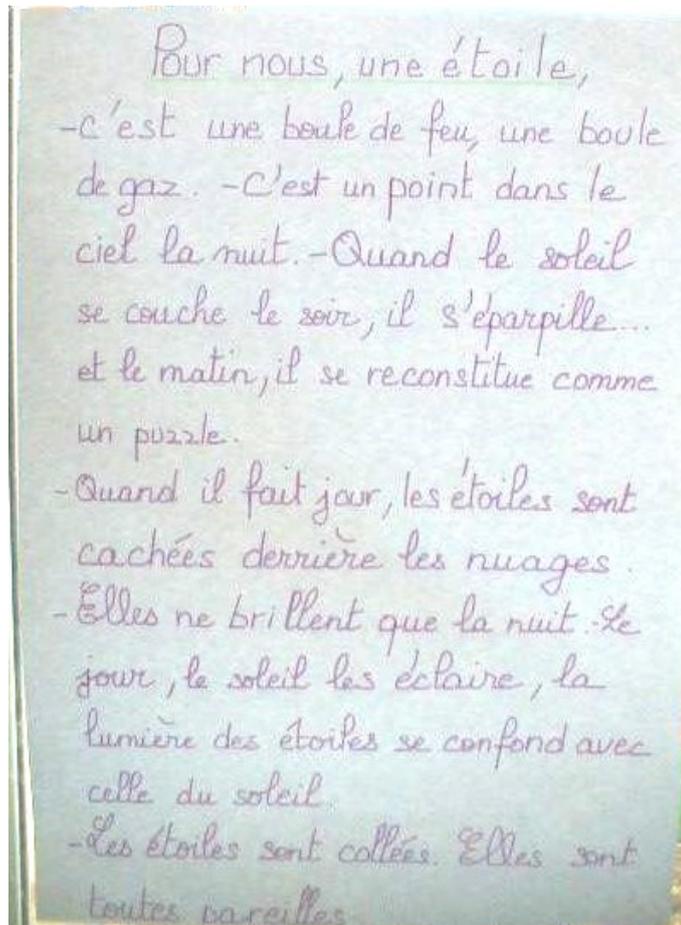
(au Planétarium) :

30 minutes

Partie collective

Après avoir présenté le planétarium, le maître ou l'intervenant questionne les élèves par rapport à ce qu'ils s'attendent à voir dans le ciel, la nuit. (peut-être des étoiles, des planètes...).

Ils sont ensuite invités à dessiner sur un transparent, une partie du ciel, tel qu'ils le voient au planétarium (on choisira de présenter le ciel du jour, tel qu'on le verrait à la campagne sans pollution lumineuse).



On définira ensemble les moyens les plus pratiques pour réaliser ce travail et le maître présentera le matériel utilisé.

On pourra poser les questions suivantes :

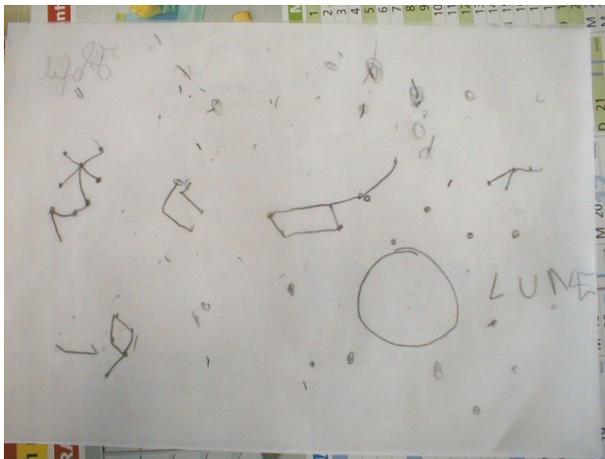
- A votre avis, pourquoi sommes-nous venus au Planétarium pour dessiner le ciel ? Aurait-on pu faire la même chose chez nous ?
- Dans quelle position cela sera-t-il le plus facile de dessiner ce qu'on voit dans le ciel ? Où mettre le transparent ?
- Dessinera-t-on le ciel en

entier ou seulement un morceau ? Dessinera-t-on tous la même chose ?
Le maître demande aux élèves s'il existe déjà des cartes du ciel ou leur dit qu'il en existe et qu'ils pourront par la suite en consulter.

Partie individuelle

Les élèves dessinent le ciel du jour à travers le transparent fixé sur la plaque de plexiglas. Le maître leur explique qu'une fois de retour en classe, ils confronteront leurs dessins à la représentation d'une carte du ciel dont il donne la définition.

Dessins réalisés par des élèves :



3^{ème} séance

Partie collective :

Les élèves comparent et commentent les dessins qu'ils ont faits au Planétarium. Quelques questions pouvant guider la discussion :

- Est-ce que les dessins sont tous pareils ? Pourquoi ?
- Est-ce qu'on arrive à se repérer sur un dessin (par exemple chercher une étoile en particulier) ?
- Comment pourrait-on mieux se repérer ?

Le maître introduit, si les élèves ne l'ont pas proposée, l'idée de regroupement d'étoiles. Pour repérer une étoile particulière, on fait des regroupements facilement reconnaissables et on la situe par rapport à ces regroupements. Il montre aux élèves la grande carte du ciel.

Il est nécessaire d'orienter le dessin. On utilise pour cela les 4 directions que constituent les points cardinaux. Insister sur le fait que ce ne sont pas des lieux mais bien des directions. On peut les repérer grâce à une boussole.

Partie en groupes

Chaque groupe reçoit un agrandissement A3 d'une carte du ciel. Les élèves discutent de ce qu'ils pensent être la place de leur dessin : ils les situent (pour cela, ils pourront entourer les étoiles reconnues).

Synthèse collective :

Le maître souligne avec les élèves le fait qu'on arrive bien à se repérer sur une carte donnée quand les regroupements sont bien définis, et quand on sait dans quel sens placer son dessin, c'est-à-dire quand on a noté l'orientation au moment de l'observation. La séquence prochaine sera consacrée à l'organisation du ciel à l'aide de regroupements connus, qui sont les mêmes pour tout le monde, les constellations.

SEQUENCE 2

Organiser le ciel

Résumé

Reprenant l'idée de regrouper les étoiles, cette séquence traite de la façon de mieux se repérer dans le ciel, en voyant dans un premier temps les constellations, puis en réalisant une carte du ciel.

Objectifs

- Connaître le regroupement des étoiles en constellations et sa raison d'être.
- Réaliser une carte du ciel et savoir s'en servir
- Constater que les étoiles bougent
- Savoir que les étoiles ne brillent pas toutes de la même manière.

Matériel

Pour chaque groupe :

- Documents divers sur les constellations
- jeux à propos des légendes du ciel

Pour chaque élève

- Un patron de la carte du ciel à découper
- Une attache-parisienne
- Feuille du cahier d'expériences

Pour la classe :

- La grande carte du ciel
- Le document « illusion des constellations » agrandi

Durée : 4 séances d'une heure

Déroulement

1^{ère} séance

Partie collective

Le maître reprend l'idée de regrouper les étoiles (séance précédente) et explique aux élèves que les hommes ont fait cela depuis très longtemps pour mieux se repérer. Ces regroupements s'appellent des constellations. Le maître explique aux élèves qu'ils vont avoir des documents où ils devront rechercher des informations sur les constellations et leur histoire.

Les anciens (principalement les Grecs et les romains) qui ont imaginé ces constellations ont vu dans le ciel les personnages de leur mythologie. De nombreuses légendes peuvent se raconter dans le ciel

Partie en groupes

Le maître distribue aux élèves les documents et ceux-ci se lancent dans la recherche documentaire pour s'approprier les figures que représentent les constellations. Chaque groupe aura choisi une légende.

Les élèves remplissent les questionnaires sur les légendes.

Avertissement pour le maître :

Dans les fiches, la dénomination α , β , γ , δ ... des étoiles correspond à leur intensité lumineuse dans la constellation, α étant la plus brillante...

2^{ème} séance

Synthèse collective

- 1) Chaque groupe présente la légende qu'il a choisie et montre les constellations travaillées.
- 2) Pour reconnaître et localiser plus facilement les constellations dans le ciel, le maître montre qu'il est

LA LÉGENDE D'ORION ET DU SCORPION

Orion est un géant, fils de Poséidon, dieu de la mer, et d'Euryale, une des sœurs. S'étant vanté de sa force et de son adresse devant la déesse chasseuse Artémis, celle-ci envoya un tout petit animal, le scorpion, qui le piqua mortellement au talon. Pour éviter de nouveaux combats les dieux les séparèrent en les transformant en deux magnifiques constellations à deux extrémités de la voûte céleste. Lorsque l'une se lève vers l'est, l'autre se couche vers l'ouest.

Près d'Orion se trouvent le Grand Chien avec l'étoile la plus brillante du ciel, le Petit Chien, et le Lièvre ainsi que le Taureau qu'il menace de son arc.

- 1 Remplace les pointillés par Scorpion, constellation, est, Sirius, chasseur, west, Gorgones
- 2 Identifie chacune des six constellations Scorpion, Orion, Taureau, Lièvre, Petit Chien, Grand Chien
- 3 Place les étoiles Dans la constellation d'Orion: α Orion ou Bételgeuse (l'épau) et β Orion ou Rigel (le pied) Dans la constellation du Petit Chien: α Petit Chien ou Procyon (le chien en avant) Dans la constellation du Grand Chien: α Grand Chien ou Sirius (la brillante) Dans la constellation du Scorpion: α Scorpion ou Antares (la rivale de Mars)
- 4 Imagine et dessine chacune des six constellations à partir de son "squelette"

The worksheet includes a legend, instructions, and student drawings of the constellations Orion, Scorpion, Grand Chien, Petit Chien, Lièvre, and Taureau.

souvent aisé de la localiser par rapport à la Grande Ourse (la casserole) :

- On trouve par exemple l'étoile polaire en prolongeant 5 fois le bord droit de la casserole vers le haut, l'étoile polaire faisant partie de la constellation de la Petite Ourse.
- On trouve aussi le Lion en faisant la même chose dans le sens opposé

3) On compare les dessins faits par les élèves chez eux et la carte du ciel (les constellations sont tracées), pour constater que l'on n'a pas vu toutes les étoiles de chaque constellation dans le ciel, que les étoiles ne brillent pas toutes de la même manière.

3^{ème} séance

Partie collective

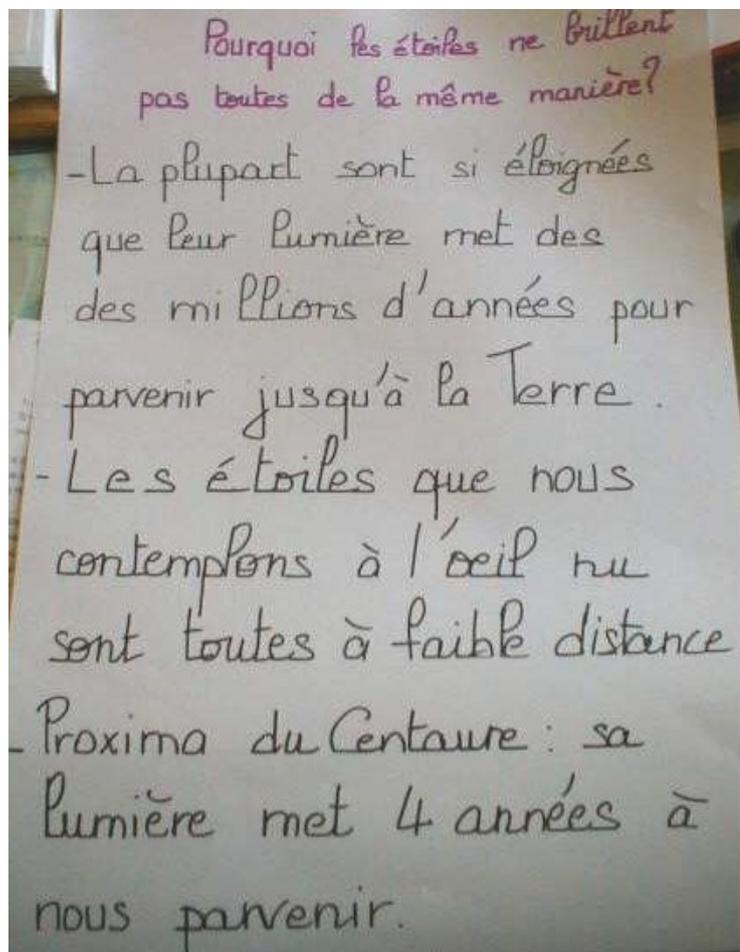
On reprendra la question : Pourquoi les étoiles ne brillent pas toutes de la même manière ? Les élèves émettent des hypothèses collectives que le maître note au tableau. De la discussion, il est probable que les élèves pensent qu'il y en a qui sont plus éloignées de nous.

Partie en groupes

Les élèves vont s'intéresser à la distance qui nous sépare des étoiles. Ils mènent une recherche documentaire sur ce sujet à partir des étoiles de la Grande Ourse. Ils cherchent les renseignements demandés dans les documents mis à leur disposition.

Synthèse collective

Le problème de l'unité de mesure des distances qui nous séparent des étoiles sera soulevé. En effet, les années lumière correspondent au temps mis par la

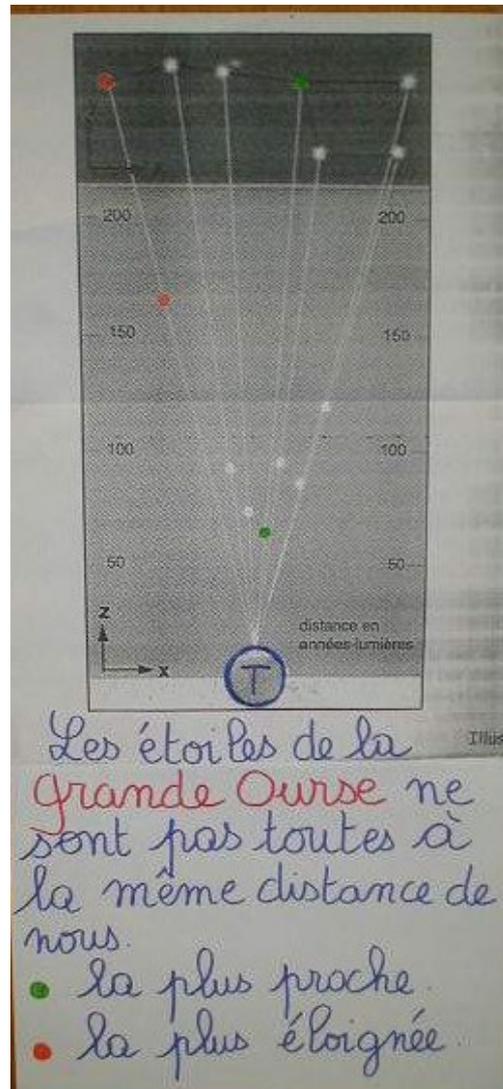


lumière qu'émet l'étoile pour nous parvenir (et pourtant la lumière va très vite ! 300 000 km/s).

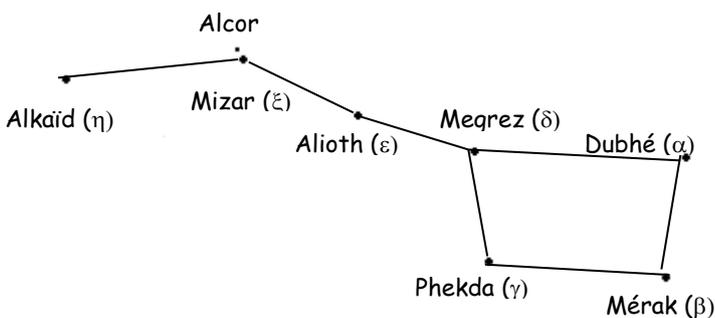
On pourra conclure de ces mesures que les étoiles ne sont pas toutes à la même distance de la terre, même si on les regroupe sur un même plan et dans une même constellation ; ceci est une raison pour laquelle certaines brillent plus que d'autres (ce n'est pas la seule !!).

On pourra vérifier ceci à l'aide du document « illusions » en annexe, dont voici un exemple d'adaptation dans une classe de CM1-CM2 :

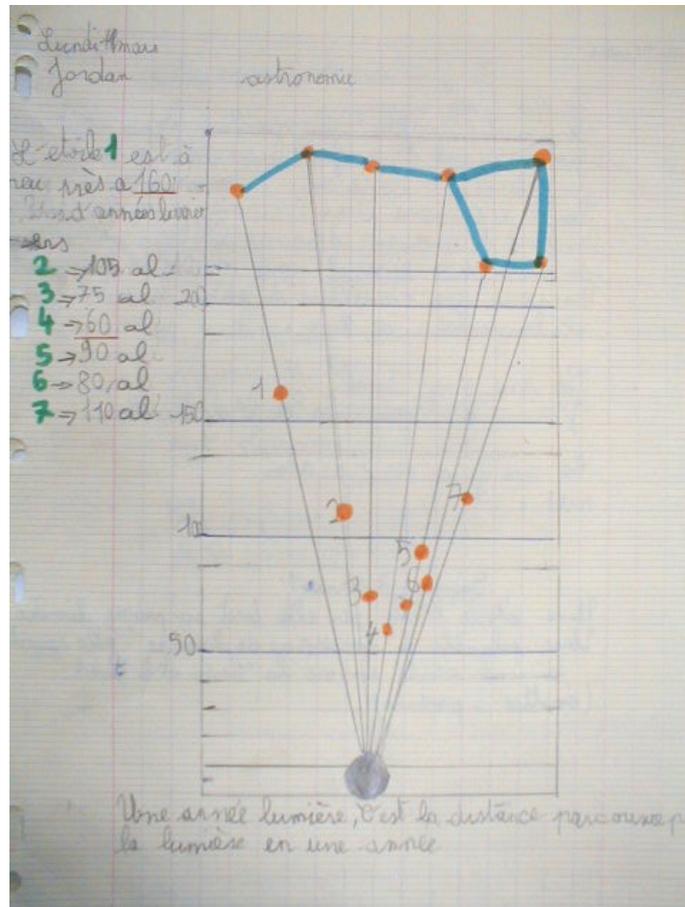
Pour rendre ce document plus visuel pour les élèves, on pourra utiliser des piques à brochettes et des petites boules de polystyrène pour créer un modèle en 3 dimensions.



Les étoiles de la Grande Ourse :



Application en mathématiques faite dans une classe de CE2 :



4ème séance (facultative)

Cette séance présente des objectifs plus liés à la technologie puisqu'il s'agit pour chaque élève de construire sa propre carte du ciel et d'apprendre à s'en servir. On se référera au patron joint en annexe pour la construire.

LA LÉGENDE D'HERCULE

Hercule fils de Zeus et de la reine Alcène, rendu fou par Héra l'épouse de Zeus, tue sa femme et ses enfants. Il est alors obligé pour se purifier de se mettre aux ordres de son cousin Eurysthée qui lui impose travaux exceptionnellement difficiles.

Le lac Stymphale en Grèce était envahi par des voraces qui dévastaient la région. La déesse Athéna remet au héros des dont le bruit effraie les oiseaux et lui permet de les éliminer avec ses

Hercule dut aussi ramener les pommes d'or du jardin fabuleux des Hespérides que gardait un terrible dont il triompha.

Il triompha d'un fou qui ravageait la Crète et étouffa dans ses bras un féroce près de la ville de Némée, et dont la lui servit de tunique.

1 Remplace les pointillés par

flèches, dragon, lion, oiseaux, taureau, douze, peau, castagnettes

2 Identifie chacune des cinq constellations

Dragon, Hercule, Flèche, Cygne, Aigle

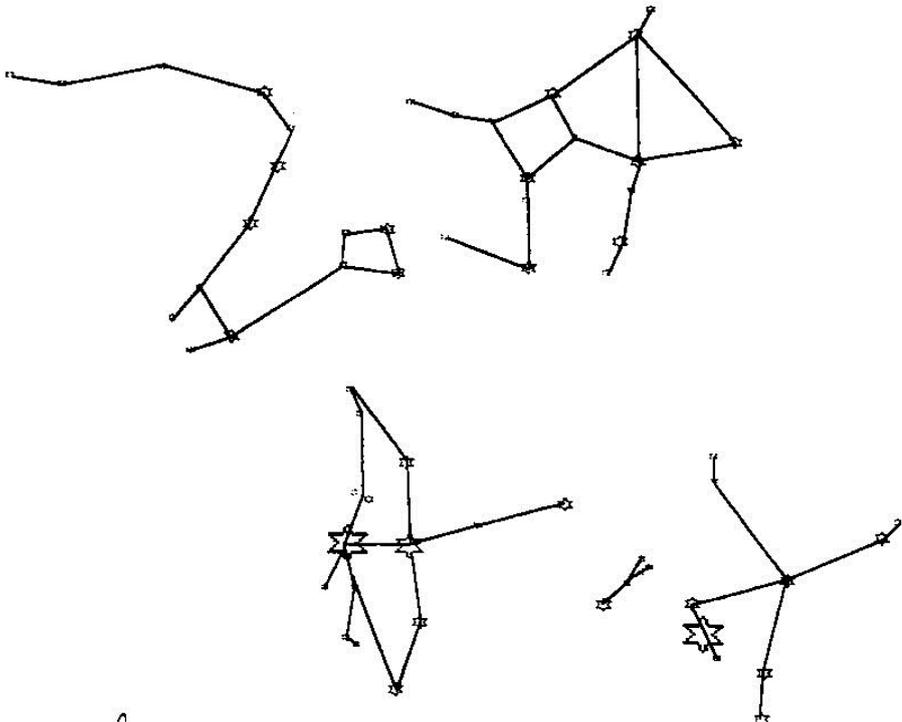
3 Place les étoiles

Dans la constellation de l'Aigle: α de l'Aigle ou Altair (le cœur de l'aigle)

Dans la constellation du Cygne: α du Cygne ou Deneb (la queue) et β du Cygne ou Albiréo (le bec)

Dans la constellation d'Hercule: α Hercule ou Ras Algethi (la tête de l'homme)

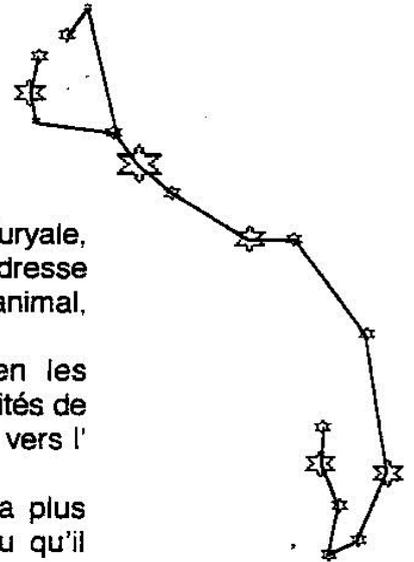
4 Imagine et dessine chacune des cinq constellations à partir de son "squelette"



Document Planétarium de Vaulx-en-Velin

LA LÉGENDE

D'ORION ET DU SCORPION



Orion est un géant, fils de Poséidon, dieu de la mer, et d'Euryale, une des sœurs S'étant vanté de sa force et de son adresse devant la déesse chasserresse Artémis, celle-ci envoya un tout petit animal, le, qui le piqua mortellement au talon.

Pour éviter de nouveaux combats les dieux les séparèrent en les transformant en deux magnifiques à deux extrémités de la voûte céleste. Lorsque l'une se lève vers l'..., l'autre se couche vers l'.....

Près d'Orion se trouvent le Grand Chien avec l'étoile la plus brillante du ciel, le Petit Chien, et le Lièvre ainsi que le Taureau qu'il menace de son arc.

1 Remplace les pointillés par

Scorpion, constellations, est, Sirius, chasseur, ouest, Gorgones

2 Identifie chacune des six constellations

Scorpion, Orion, Taureau, Lièvre, Petit Chien, Grand Chien

3 Place les étoiles

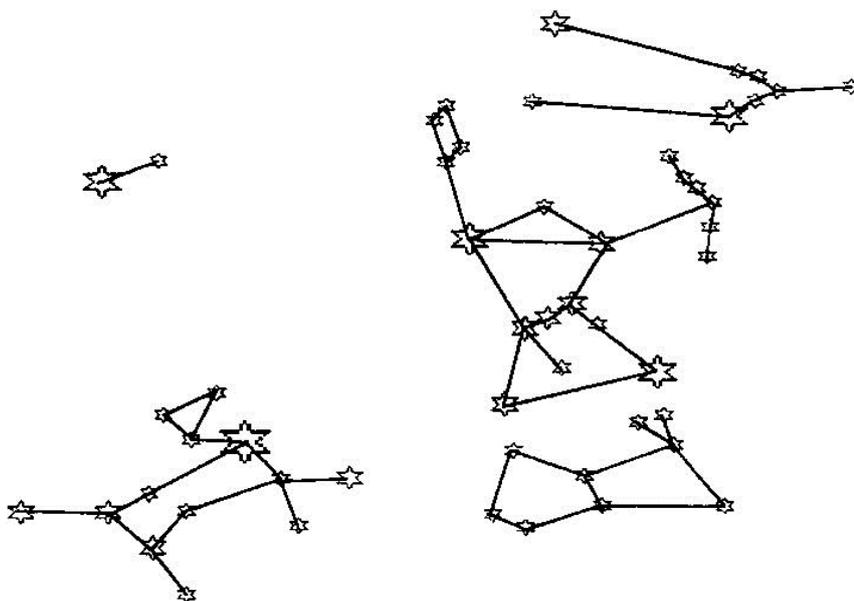
Dans la constellation d'Orion: α Orion ou Bételgeuse (l'épaule) et β Orion ou Rigel (le pied)

Dans la constellation du Petit Chien: α Petit Chien ou Procyon (le chien en avant)

Dans la constellation du Grand Chien: α Grand Chien ou Sirius (la brûlante)

Dans la constellation du Scorpion: α Scorpion ou Antarès (la rivale de Mars)

4 Imagine et dessine chacune des six constellations à partir de son "squelette"



Document Planétarium de Vaulx-en-Velin

LA LÉGENDE DE LA VOIE LACTÉE (Chine)

En ce temps-là le Berger gardait les troupeaux, et la Tisserande tissait les nuages et les brouillards pendant que son père, l'Empereur commandait au Soleil, à la Lune et aux Étoiles. Un matin qu'elle avait bien travaillé et tissé des brumes magnifiques toutes argentées et brodées de pierreries, elle quitta ses appartements et alla se promener le long du ruisseau qui serpentait devant le palais impérial. De l'autre côté se trouvait le Berger qui gardait ses brebis sous le regard bienveillant des étoiles.

- Bonjour, dit la Tisserande.

- Bonjour, dit le Berger.

Ils se regardèrent et les étoiles du ciel s'arrêtèrent dans leur course pour assister à cet instant d'éternité. Les heures qui suivirent ils se promenèrent dans les champs pleins des étoiles qui étaient venues pour l'occasion et le Berger présentait chacune à la princesse.

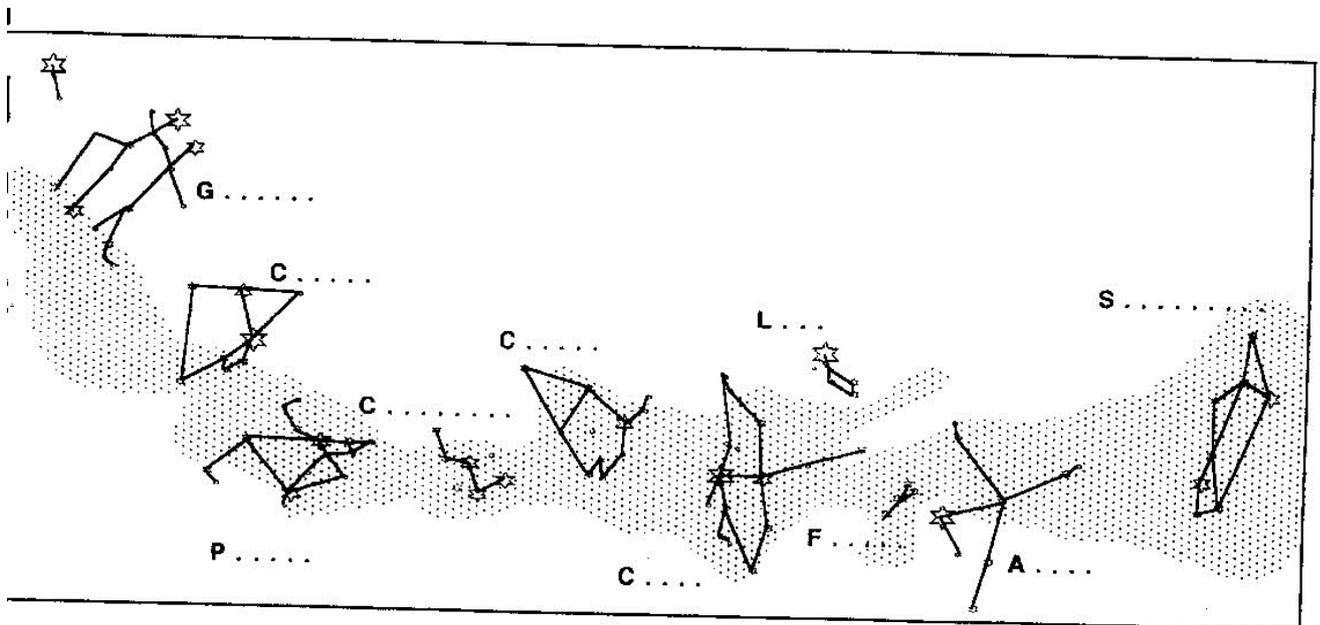
Pendant ce temps l'Empereur s'étonnait de voir les brumes du matin se dissiper et partant à la recherche de sa fille, il la découvrit avec le Berger. Rendu furieux par la colère, il entraîna sa fille de l'autre côté du ruisseau qu'il transforma en immense fleuve, écumant et tourbillonnant, puis il imposa aux étoiles de retourner dans le ciel et leur interdit désormais de briller pendant les journées de travail. Le Berger fut aussi banni de la Terre et expédié dans le ciel.

C'est depuis ce temps-là que les étoiles ne brillent que la nuit pour les Amoureux et que la Tisserande que nous appelons Véga doit attendre l'obscurité des soirs d'été pour rejoindre son Berger que nous appelons Altair.

Mais l'énorme fleuve de la Voie Lactée les sépare à tout jamais dans le ciel.

1 Écris les noms des constellations englouties dans le fleuve de La Voie Lactée:
Gémeaux, Cassiopée, Sagittaire, Aigle, Céphée, Persée, Flèche, Cocher, Cygne

2 Repère La Tisserande "Véga" dans la constellation de la Lyre et Le Berger "Altair" de l'autre côté de La Voie Lactée dans la constellation de l'Aigle.



Document Planétarium de Vaulx-en-Velin

LA LÉGENDE DES PLÉIADES (Grèce)

La Terre, Gaïa, et le Ciel Étoilé, Ouranos, étaient deux enfants de la , qui s'unirent pour donner naissance à de nombreux dont l'ainé Océanos épousa sa plus jeune sœur Téthys. Pléione naquit ainsi et épousa le Géant Atlas. De leur union naquirent sept Nymphes appelées Les Pléiades.

Leur demi-frère Hyas ayant été tué à la chasse, leur fut si profond et leurs si abondantes que Zeus, le roi des dieux, décida de les transformer en Étoiles avec leurs demi-sœurs, Les Hyades. Elles demeurent depuis lors près de l'Étoile Aldébaran qui les suit dans la constellation du Taureau. Lorsqu'elles disparaissent en se couchant vers l' tandis que le soleil apparait le matin vers l' , c'est toujours le début de l'automne et la saison des qui s'annonce.

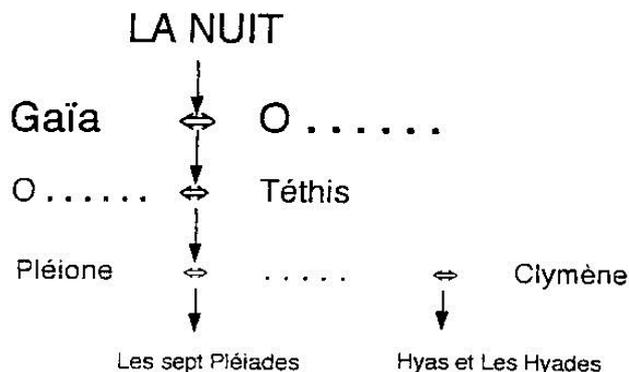
Le mot de s'emploie encore maintenant lorsque des personnes unies par une fidèle , se rassemblent et s'entraident les unes les autres.

1 Remplace les pointillés par:

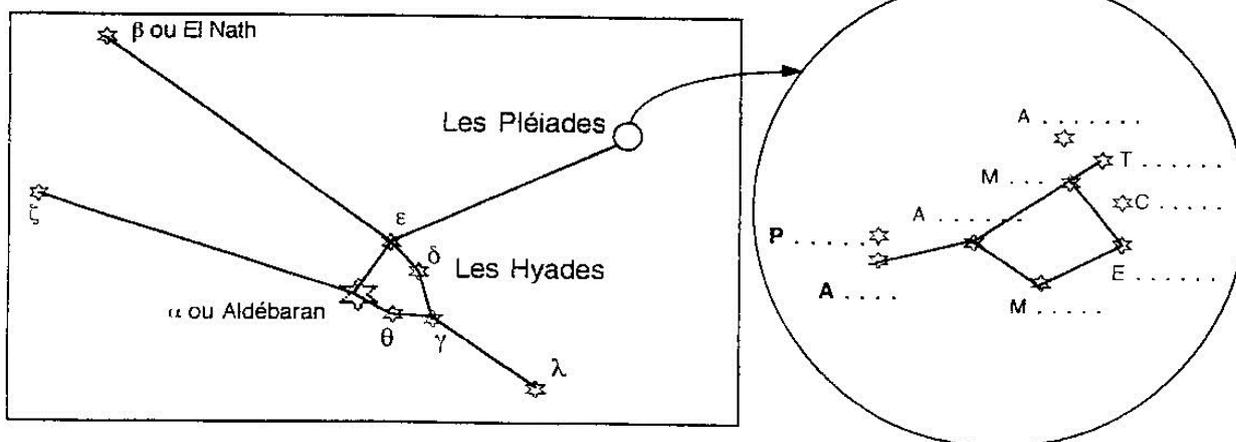
Titans, Nuit, larmes, pléiade, amitié, chagrin, pluies, ouest, est

2 Complète l'arbre généalogique des Pléiades.

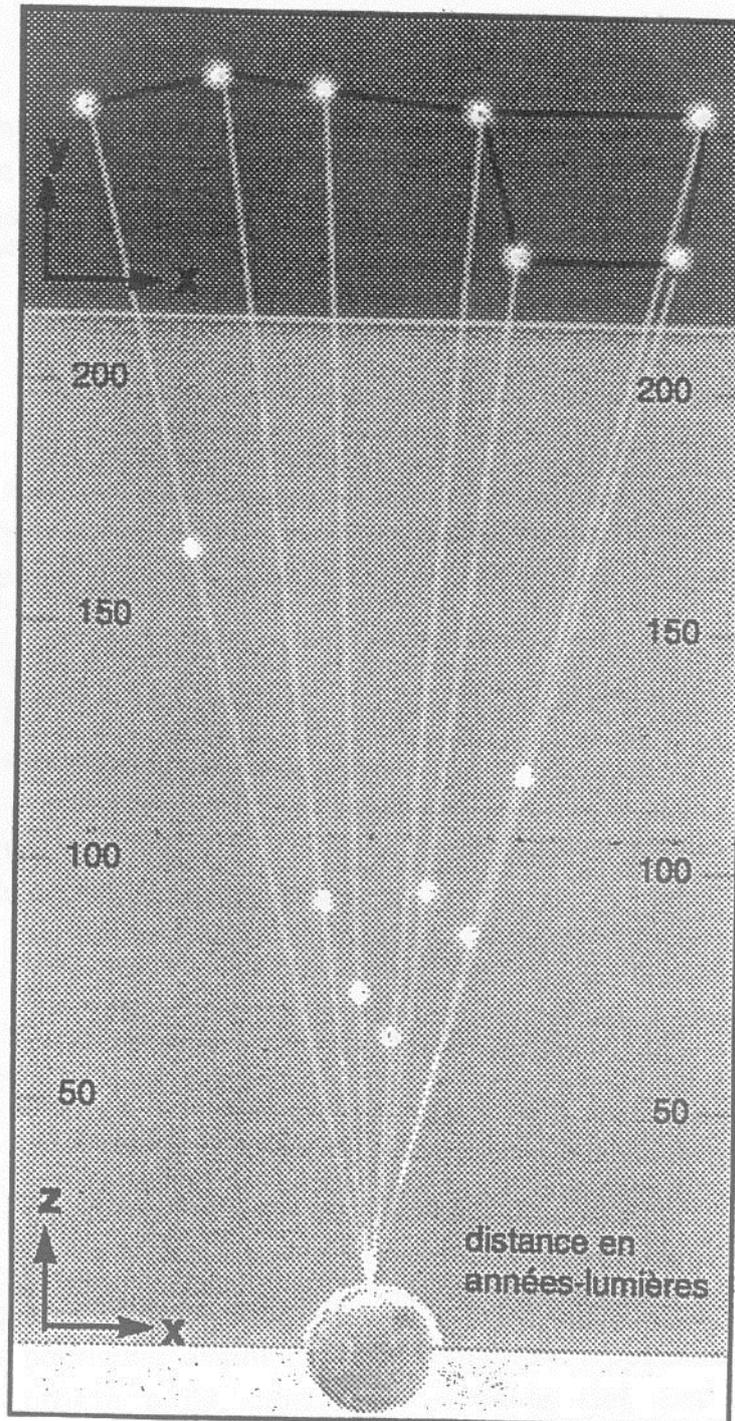
La mère de Hyas et des Hyades s'appelle Clymène.



3 Place dans la bulle ci-dessous le nom des sept Pléiades: Maïa, Électra, Taygeta, Astérope, Mérope, Alcyone, Célano de leur mère, Pléione, et de leur père Atlas.



La Grande Ourse
Document associé au spectacle
« A la belle étoile »



Illusions

SEQUENCE 3

Les objets qui peuplent notre ciel

Résumé

Lors de la séquence précédente les élèves ont étudié la façon d'organiser le ciel, sans s'occuper de la nature des objets ainsi regroupés. Cette séquence traite des différents astres visibles de la Terre, tels que planètes, étoiles, satellites... Au cours de la 2^{ème} séance on étudiera plus précisément le soleil, l'étoile la plus proche de nous.

Objectifs

- Différencier étoile et planète
- Comprendre qu'une étoile est un corps qui dégage de l'énergie qui nous arrive sous forme de lumière et de chaleur.

Matériel

Pour la classe :

- Documents d'astronomie

Pour chaque élève :

- La fiche du cahier d'expériences

**Durée : 2 séances, la seconde étant un spectacle au Planétarium
« Le chemin des étoiles »**

1^{ère} séance :

Partie collective :

Le maître explique aux élèves qu'après avoir classé et « rangé » le ciel, ils vont s'intéresser plus particulièrement aux objets qui s'y trouvent. Il leur demande d'énumérer des objets qu'ils connaissent dans le ciel. Les élèves citeront sûrement les étoiles et les planètes. Le maître leur demande s'ils connaissent la différence entre ces deux types d'objets célestes. Il leur propose de vérifier leurs hypothèses en consultant des documents sur le sujet.

Partie en groupes :

Les élèves consultent les documents et notent les définitions qu'ils trouvent d'une étoile et d'une planète sur leurs cahiers d'expériences. Ils discutent de leurs différences. Ils énumèrent quelques planètes de notre système solaire.

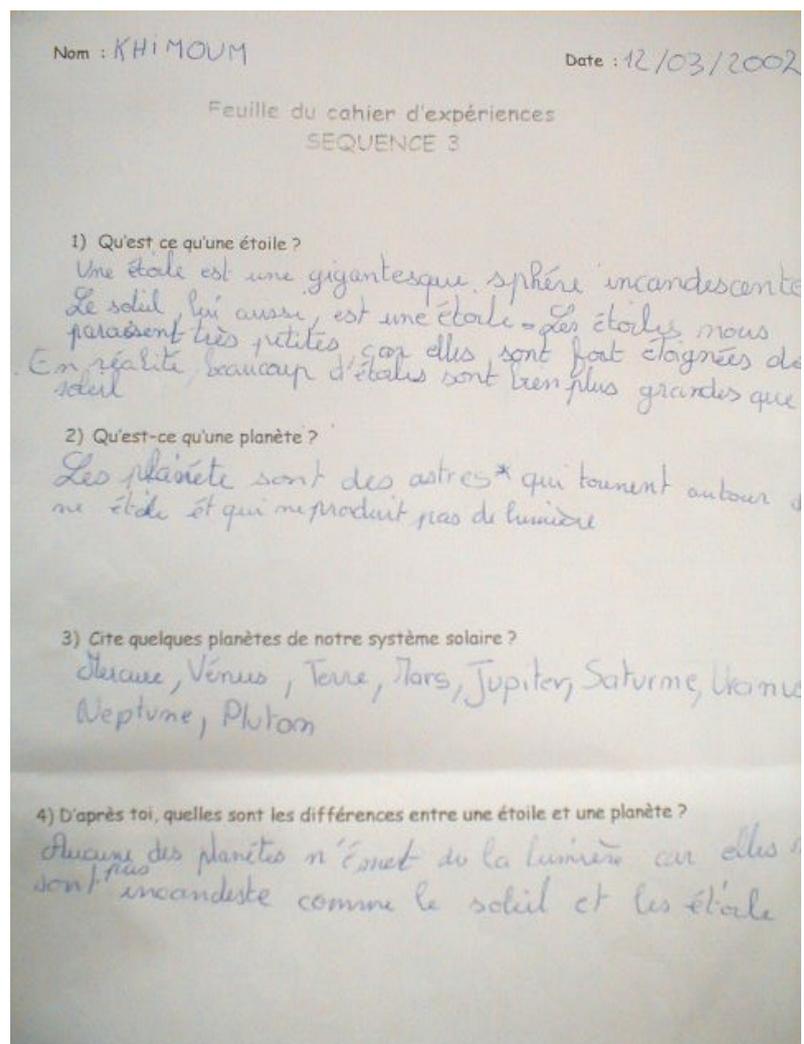
Démarches possibles :

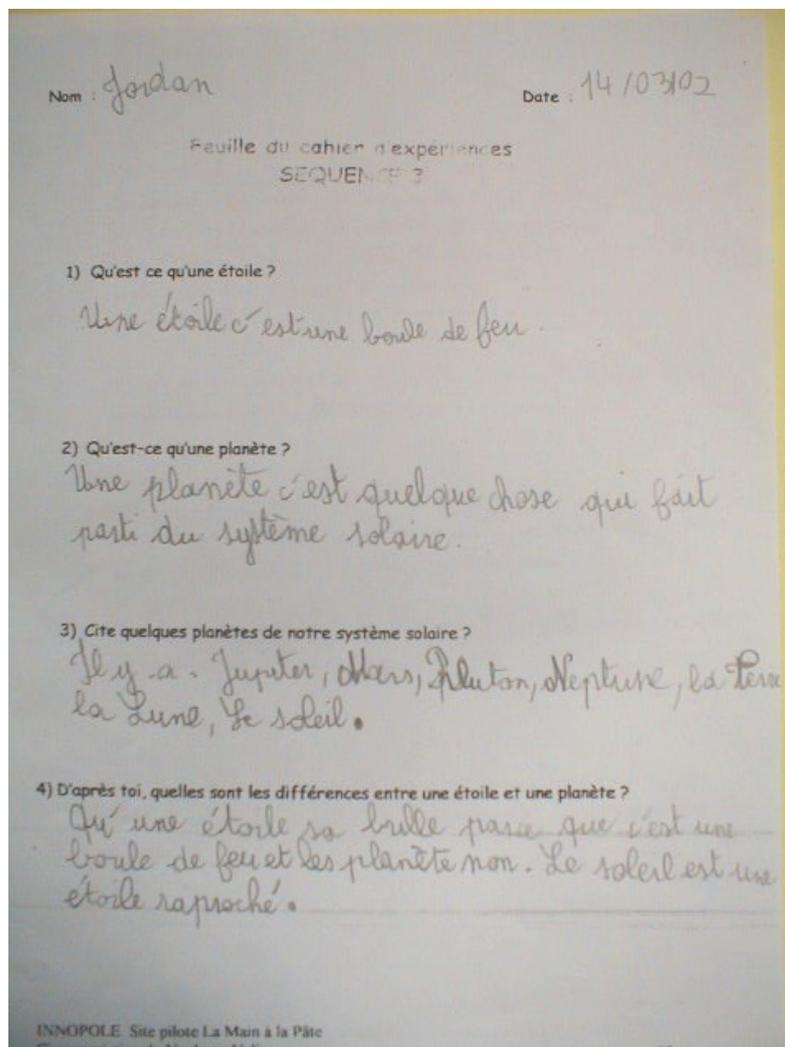
- 1) Les élèves cherchent les définitions directement sur les documents originaux ; cela risque de demander de nombreux documents variés avec la possibilité d'échec dans la recherche des élèves.
- 2) Les élèves opèrent d'abord à un tri de documents par rapport à la question. Le maître en photocopie les articles des pages sélectionnées. Lors d'une séance ultérieure, les groupes procèdent à la lecture-compréhension de ces extraits pour définir les mots « planète » et « étoile ».

A l'issue de cette séance, on pourra faire un lexique des termes rencontrés dans les documents (ex : nébuleuse, galaxie...).

Synthèse collective

On fera émerger de la recherche des élèves qu'une étoile brille car elle émet sa propre lumière, tandis qu'une planète n'émet pas de lumière mais elle est éclairée par une étoile.





2^{ème} séance : Le chemin des étoiles au Planétarium.

Les élèves ont vu ce qu'il y avait dans le ciel, et ils savent la différence entre une étoile et une planète. Ils vont maintenant apprendre ce qu'est une étoile, en commençant par celle qui est la plus proche de nous : le soleil.



Le spectacle a pour but de faire découvrir aux élèves, ce qu'est une étoile, sa formation, son destin, les distances...

Il souligne que la connaissance des étoiles nous a été transmise par la lumière que l'on reçoit d'elles. Ceci fera l'objet de la séquence suivante.

Description du spectacle « Le chemin des étoiles » :

Panne dans le désert. Aurore rencontre le mystérieux « homme des étoiles », une voix qui la transporte au cœur du firmament et lui raconte comment naissent, vivent et meurent ces milliards de soleils.

Contenu scientifique :

- *Différences entre une planète, une étoile, une galaxie.*
- *Distance entre les étoiles.*
- *La formation des étoiles.*
- *L'évolution des étoiles dans le temps et leur disparition : cas du soleil.*
- *Couleur des étoiles.*
- *Température de surface.*

Planétarium de Vaulx-en-Velin.



Feuille du cahier d'expériences SEQUENCE 3

1) Qu'est ce qu'une étoile ?

2) Qu'est-ce qu'une planète ?

3) Cite quelques planètes de notre système solaire ?

4) D'après toi, quelles sont les différences entre une étoile et une planète ?

SEQUENCE 4

La lumière

Résumé

A la fin de la séquence précédente, les élèves se sont posés la question suivante : Comment la lumière peut-elle nous renseigner sur la composition d'une étoile ?

C'est à cette question que cette séquence cherche à répondre, en étudiant les caractéristiques de la lumière, les techniques que nous pouvons employer pour la décomposer ainsi que les facteurs qui influent sur sa nature.

Objectifs

- Comprendre que la lumière contient des informations qui nous permettent de savoir de quoi sont faites les étoiles
- Comprendre que la lumière que nous recevons est différente selon le corps qui l'émet, et que la lumière est caractéristique du corps qui l'émet.
- Temps et lumière, la réception différée : ce que nous enseigne la lumière sur le passé de l'univers.

Matériel

1^{ère} séance :

Pour chaque groupe :

- Des lampes de couleurs différentes ou à défaut des lampes de poche sur lesquelles on aura scotcher du papier de couleur et translucide
- Une lampe de poche
- La feuille du cahier d'expériences

2^{ème} séance :

Pour chaque groupe :

- 1 miroir
- du scotch opaque
- un bac rectangulaire
- une feuille de papier blanc
- pâte à modeler
- 1 lampe de poche assez puissante
 - La feuille du cahier d'expériences

3^{ème} séance

Pour chaque groupe :

- du sel de cuisine
- du sel de cuivre (bouillie bordelaise)
- un réchaud à flamme

4^{ème} séance

Pour chaque groupe :

- une feuille de papier blanc
 - une lampe de poche
 - un verre d'eau auquel on aura ajouté quelques cuillères à soupe de lait
 - une cuillère pour mélanger
 - La feuille du cahier d'expériences

Durée : 5 séances

Déroulement

1^{ère} séance :

Partie collective

Les élèves discutent de ce que nous permet la lumière.

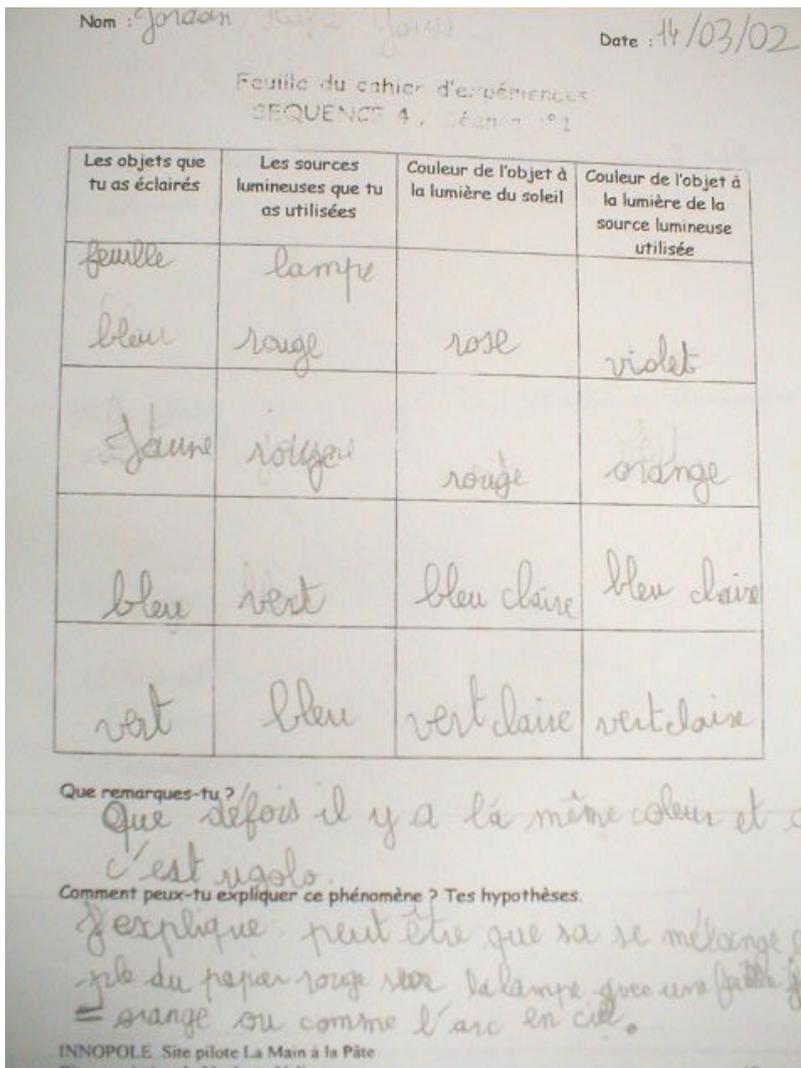
Par exemple, une lumière éclaire ; permet de voir et d'avoir chaud. Est-ce que toutes les lumières nous permettent de voir la même chose ?

Les élèves énumèrent les types de lumières qu'ils connaissent : soleil, lampes, flammes, projecteurs, étoiles...

Partie en groupes

Activité : On observe avec des lumières différentes (lumière bleue, lumière blanche, flamme...) des objets très différents (il peut être intéressant de regarder un objet bleu à la lumière bleue, celui-ci paraît noir si la lumière et l'objet sont exactement de la même couleur).





Les enfants notent sur leurs cahiers d'expériences les objets qu'ils ont observés, avec quelles sources lumineuses, ainsi que les transformations visuelles observées.

Synthèse collective

Constatation :

Les couleurs des objets sont différentes selon qu'on les éclaire avec différentes sources lumineuses par exemple : un objet jaune paraît vert à la lumière bleue, orange à la lumière rouge ; les objets blancs prennent la même couleur que la lumière.

Les élèves mettent en commun leurs hypothèses par rapport à ces phénomènes (par exemple : « les couleurs se mélangent »).

2^{ème} séance : construire un arc-en-ciel

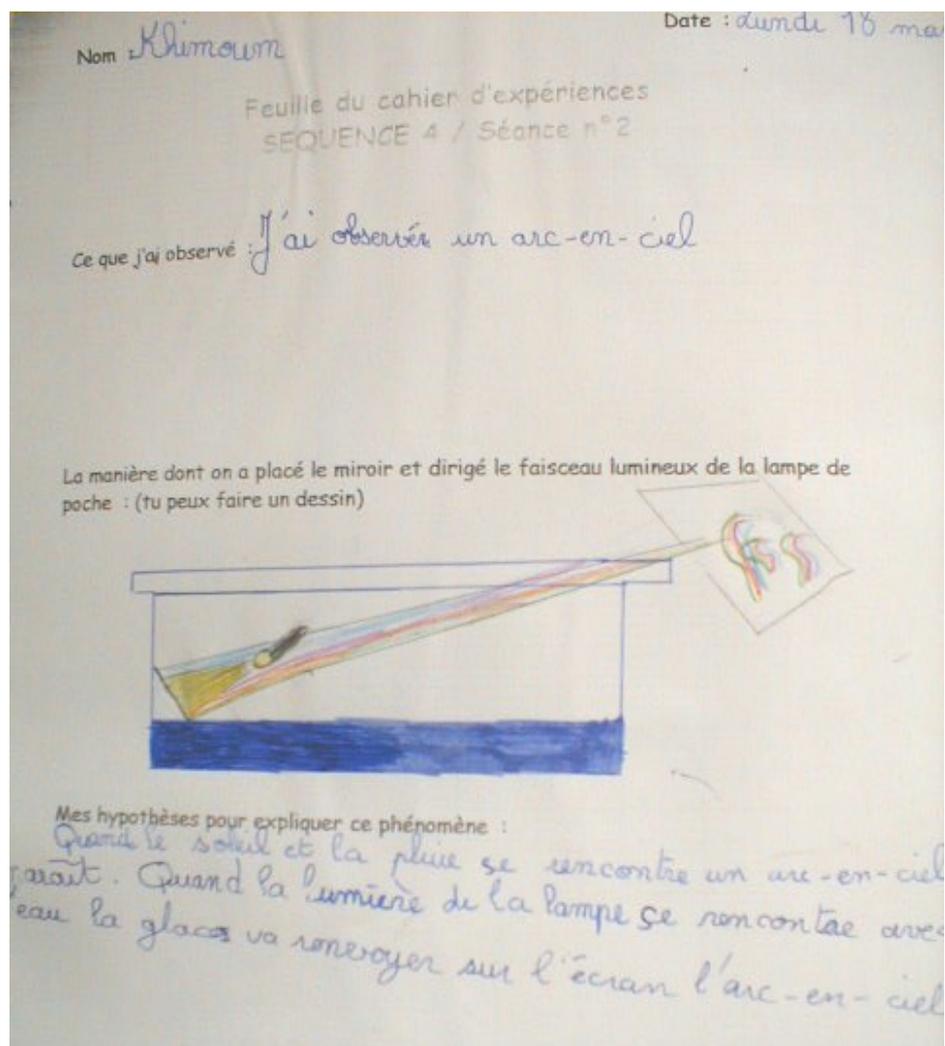
Partie collective :

Pour le maître : On va chercher à montrer que la lumière que nous recevons (du Soleil, d'une lampe...) est plus « compliquée » qu'elle n'en a l'air. Elle contient en fait plusieurs couleurs qui correspondent chacune à une longueur d'onde différente.

Les élèves reprennent les hypothèses de la séance précédente quant au constat que des sources de lumière différentes transforment les couleurs des objets qu'elles éclairent.

Partie en groupes

A l'aide de la fiche explicative, les élèves décomposent la lumière blanche. Les élèves suivent les consignes pour fabriquer leur arc-en-ciel. Il est préférable de se placer dans une pièce sombre. Le maître passe dans les groupes en leur demandant d'essayer d'observer l'arc-en-ciel le plus grand et le plus net possible. Quand ils ont réussi, ils notent sur leurs cahiers d'expériences ce qu'ils ont observé et la façon dont ils ont placé les différents éléments pour obtenir le plus bel arc-en-ciel.



Synthèse collective

Les élèves mettent en commun ce qu'ils ont vu et les idées qu'ils ont pour expliquer ce phénomène. Ils ont observé plusieurs couleurs qui n'étaient pas présentes au départ. Si les élèves ne sont pas convaincus qu'ils s'agissait bien de la même lumière, blanche au départ et colorée à l'arrivée, on peut leur demander si il y avait d'autres sources de lumière, et ce qui se passe quand on éteint la lampe (les couleurs disparaissent aussi).

La lumière blanche est donc composée de plusieurs couleurs. En fait toutes les couleurs sont contenues dans la lumière blanche, qui est « condensée ». Il s'agit d'aboutir au fait que la lumière blanche se décompose en passant dans l'eau en plusieurs couleurs qui la composent : c'est ce qu'on appelle un arc en ciel.

Ce même phénomène peut être observé par exemple à la surface d'une tache d'huile ou d'un CD et bien sûr dans la nature lorsqu'il pleut et que le soleil brille ; dans ce dernier cas, ce sont les gouttes d'eau qui décomposent la lumière blanche du soleil.

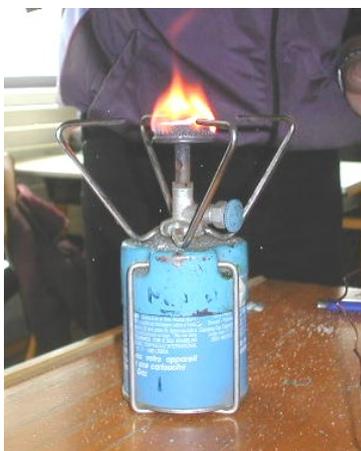
Remarque : seule la lumière blanche est composée de toutes les couleurs. On n'obtiendra pas d'arc-en-ciel en partant de lumière bleue par exemple.

3^{ème} séance :

Partie collective :

1) Après avoir observé la décomposition de la lumière blanche, les élèves vont étudier plus précisément la couleur de la lumière émise, qui est caractéristique du corps qui l'émet.

On demande aux élèves si ils ont vu des flammes de couleurs différentes. Ils réfléchissent collectivement à ce qui peut en être la cause (on ne brûle pas la même chose par exemple).



2) Expérience faite par le maître à cause du danger qu'elle représente

On jette successivement du sel de sodium (sel de cuisine) et du sel de cuivre dans une flamme chaude. L'un donne une flamme de couleur jaune (cf. photo), l'autre une flamme de couleur verte, car les éléments sont différents, et la couleur est caractéristique de l'élément.

La couleur (plus précisément la longueur d'onde) est caractéristique d'un élément, c'est sa signature. Ainsi,

quand on décompose la lumière venant des étoiles, on obtient plusieurs couleurs (pas forcément toutes celles de l'arc-en-ciel), et on peut en déduire de quels éléments est composée l'étoile, si on connaît la correspondance entre les couleurs et les éléments.

4^{ème} séance : l'absorption et l'importance des milieux traversés

Partie collective

Les élèves se remémorent ce qu'ils ont vu lors des deux séances précédentes. Le maître propose de voir ce qu'il advient de la lumière lorsqu'elle traverse différents milieux ;

Partie en groupes

Les élèves installent le dispositif décrit dans la fiche explicative.

Ils décrivent ce qui se passe sur leurs cahiers d'expériences et tentent, sinon d'expliquer ce phénomène, de le rapprocher d'autres qu'ils ont pu observer.

S'ils ont du temps, ils peuvent essayer d'autres mélanges.

Synthèse collective

Quand la lumière passe dans un mélange eau-lait, la lumière blanche ressort légèrement colorée rouge orangée.

Une partie des couleurs qui composent la lumière blanche a été absorbée par le mélange eau-lait et il ne ressort que les couleurs dans les rouge orangé. En fait, une partie de la lumière est absorbée par les objets à l'exception d'une autre qui donne sa couleur à l'objet.

On peut voir ainsi

Nom : *Elouise Louche* Date : *22/03/02*

Feuille du cahier d'expériences
SEQUENCE 4 / Séance n°4

Quelle couleur obtiens-tu lorsque tu fais passer de la lumière blanche à travers le mélange eau-lait ?
On obtient une couleur rouge/orange.

A quoi ce phénomène te fait-il penser ?
Ça me fait penser à une couleur de l'arc-en-ciel ou deux couleurs.

As-tu des idées pour l'expliquer ? Lesquelles ?
Je pense que c'est à cause du lait. c'est la lumière et le lait, eau. Les autres couleurs se sont fait arrêter par le lait.

que les milieux traversés par la lumière influent sur sa couleur et donc ses caractéristiques. Quand on analyse la lumière venue d'une étoile, il faut donc prendre en compte le fait que cette lumière a fait un long chemin pour parvenir jusqu'à nous et qu'elle a traversé de nombreux milieux (poussières du milieu interstellaire...) qui ont pu la faire changer.

Par exemple, au coucher du soleil,, seuls les rayons orange et rouges nous arrivent : de minuscules particules dans l'air ont arrêté les autres couleurs. Le soleil paraît alors rouge orangé et éclaire ainsi les nuages .

Activité supplémentaire facultative : La boîte à couleurs (cf. fiche explicative). Ce qui nous fait voir que le tissu est rouge, c'est qu'il absorbe toutes les couleurs de la lumière blanche et renvoie le rouge. C'est pour ça que les bords de la boîte paraissent rouges.

5^{ème} séance :

Retour sur les années lumière et ce qu'elles nous révèlent du passé.

On sait que la lumière des étoiles met un certain temps à nous parvenir. La lumière que l'on reçoit a été émise il y a un certain temps. Maintenant qu'on sait que la lumière reçue nous apporte des informations, on peut en déduire que les informations que nous recevons concernent l'état de l'étoile au moment où celle-ci a émis la lumière, il y a un certain nombre d'années. On a donc grâce à la lumière des renseignements sur le passé de l'Univers.

Quelques exemples possibles :

- L'étoile Proxima du Centaure (étoile la plus proche de nous après le soleil), est à 4 années-lumières de nous. La lumière que nous voyons d'elle en ce moment est en fait partie de l'étoile il y a 4 ans.
- Nous recevons la lumière en différé et pas en direct.
- Si on avait un interrupteur qui nous permette d'allumer puis d'éteindre une étoile se situant à 100 AL, on ne verrait cet éclair que dans 100 ans ; donc lorsqu'on verra l'éclair, il nous renseignera sur ce qui s'est passé il y a 100 ans sur cette étoile.
- ...

Feuille du cahier d'expériences SEQUENCE 4 / Séance n°1

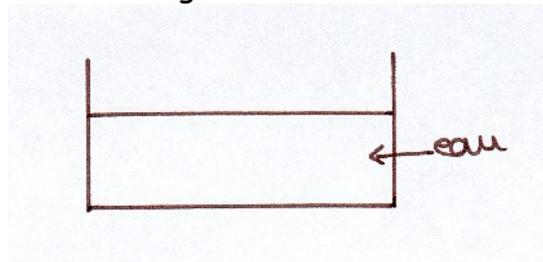
Les objets que tu as éclairés	Couleur de l'objet à la lumière du soleil	Les sources lumineuses que tu as utilisées	Couleur de l'objet à la lumière de la source lumineuse utilisée

Que remarques-tu ?

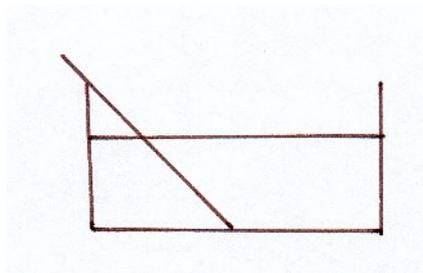
Comment peux-tu expliquer ce phénomène ? Tes hypothèses.

Fiche explicative Construire un arc-en-ciel

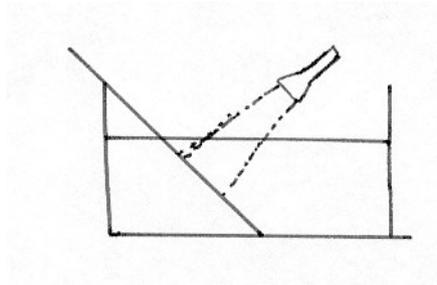
1. Remplir d'eau un bac rectangulaire



2. Placer le miroir dans le bac, comme sur le schéma. Le bloquer avec de la pâte à modeler.



3. Se placer dans la pénombre, et éclairer le miroir avec la lampe de poche.



4. Recueillir l'arc-en-ciel sur l'écran. Si besoin, incliner la lampe ou déplacer l'écran pour mieux voir l'arc-en-ciel.

Nom :

Date :

Feuille du cahier d'expériences SEQUENCE 4 / Séance n°2

Ce que j'ai observé :

La manière dont on a placé le miroir et dirigé le faisceau lumineux de la lampe de poche : (tu peux faire un dessin)

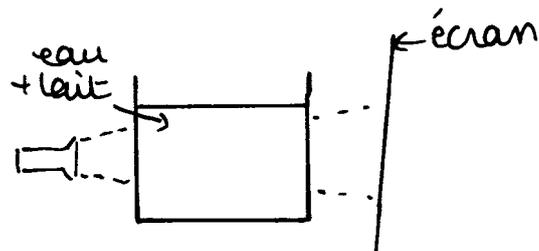
Mes hypothèses pour expliquer ce phénomène :

Fiche explicative SEQUENCE 4/Séance n°2

Passage de l'eau dans un mélange eau-lait

1. Remplir un bac d'eau, et ajouter quelques gouttes de lait. Bien mélanger.

2. Eclairer le mélange avec la lampe de poche et placer l'écran de l'autre côté.



Fiche explicative La boîte à couleurs

1. Tapisser le fond d'une boîte en carton avec un tissu rouge vif, et placer des feuilles de papier blanc sur les côtés.

2. Eclairer le tissu à l'aide de la lampe de poche, en la plaçant assez près du fond de la boîte.

3. De quelle couleur paraissent les bords de la boîte ?

Nom :

Date :

Feuille du cahier d'expériences SEQUENCE 4 / Séance n°4

Quelle couleur obtiens-tu lorsque tu fais passer de la lumière blanche à travers le mélange eau-lait ?

A quoi ce phénomène te fait-il penser ?

As-tu des idées pour l'expliquer ? Lesquelles ?

SEQUENCE 5

Le mouvement des étoiles

Résumé

Les étoiles ne bougent pas à l'échelle temporelle humaine, mais on a l'impression qu'elles tournent autour de nous au cours de la nuit, et le ciel change d'aspect au cours de l'année (on ne voit pas toujours les mêmes étoiles). On va s'intéresser dans cette séquence au mouvement de la terre, qui nous donne l'illusion que les étoiles bougent autour de nous.

Objectifs

- Appréhender la notion d'espace et de temps à travers le mouvement des étoiles et des planètes.

Matériel

Pour chaque groupe :

- Une lampe de poche
- Un objet ayant la forme d'une boule pour symboliser la terre ou un vrai petit globe terrestre
- La fiche du cahier d'expériences

Pour la classe :

- Un globe terrestre
- Du papier affiche

Durée : 4 séances, la dernière au Planétarium : « La ronde des saisons »

Déroulement

1^{ère} séance :

Partie collective

Question posée aux élèves : Pourquoi est-ce que le soleil (notre étoile) disparaît-il parfois de notre vue ? Où se lève-t-il ? Où se couche-t-il ?

De la discussion on retiendra trois constats :

- Il fait successivement jour puis nuit puis jour puis nuit...
- Sur la Terre, il ne fait pas jour partout au même moment
- Le soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest.

Partie en groupes

Les élèves font leurs propres hypothèses pour trouver une explication au problème de l'alternance jour-nuit en tenant compte des trois constats faits lors de la discussion. Ils imaginent un modèle qu'ils dessinent sur leurs cahiers d'expériences qui viendra prouver leur théorie. Ils commandent le matériel dont ils auront besoin pour réaliser leur modèle lors de la séance suivante.

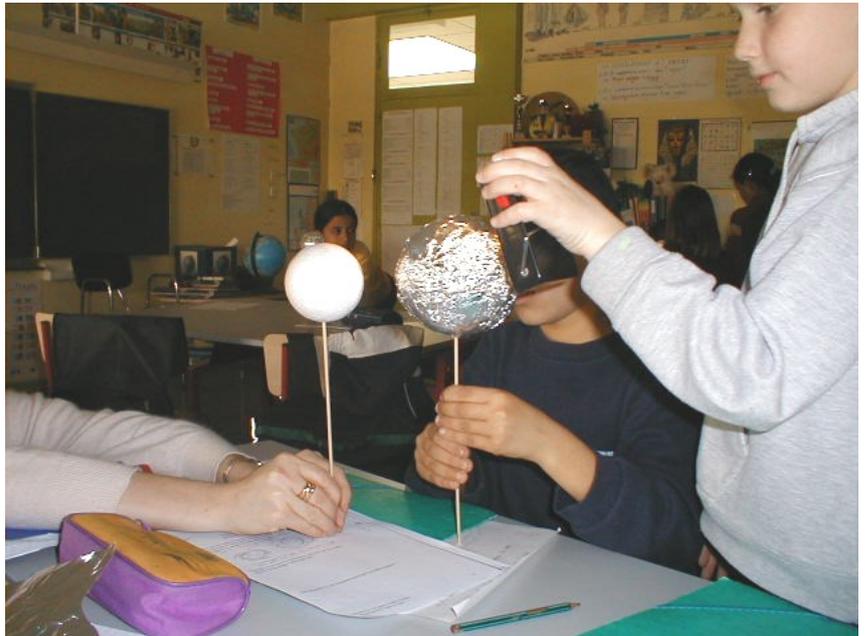
2^{ème} séance

Partie en groupes

Chaque groupe s'est occupé de trouver le matériel qui lui est nécessaire pour construire le modèle qu'il a imaginé.

Ils construisent leur modèle pour vérifier leurs hypothèses. Ils rédigent sur leurs cahiers d'expériences un compte-rendu d'expériences en notant leurs remarques et les limites de leur modèle :

Est-ce qu'on peut observer l'alternance jour-nuit sur la terre ? Que se passe-t-il en tous points de la terre au même moment ? Leur modèle permet-il d'observer les trois constats énoncés plus haut ?



Synthèse collective

Chaque groupe présente son modèle et le confronte à la critique des autres.

On devrait aboutir à un modèle du genre classique : la balle de tennis qui tourne d'ouest en est éclairée par une lampe de poche. On vérifiera que le problème de sens de rotation de la terre soit bien compris.

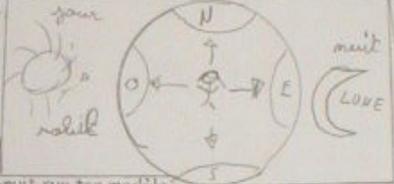
Eventuellement, on pourra faire une séance supplémentaire pour résoudre le problème du sens de rotation de la terre, qui met en jeu les points cardinaux. Les élèves ont souvent des problèmes de repérage.



Nom : *Samy* Date : *28/02*

Est-ce qu'on peut observer l'alternance jour-nuit sur la terre ? Que se passe-t-il en tous points de la terre au même moment ? Qu'est-ce qui bouge ?
 Dessine ton modèle en marquant les points cardinaux.

1) *Car on ne peut observer l'alternance de la terre jour-nuit*
 2) *Car le soleil ne peut pas être à gauche et droite de la terre*
 3) *C'est la terre qui bouge*
 4)



Explique ce qui montre l'alternance jour-nuit sur ton modèle.
 Qu'est-ce qui bouge ? dans quel sens ?

2) *C'est la terre qui bouge.*


Que se passe-t-il en tous points de la terre au même moment ?

Quand le soleil éclaire la terre l'autre côté est dans la nuit parce que le soleil ne peut pas éclairer et la face opposée.

INNOPOLE Site pilote La Main à la Pâte
 Circonscription de Vaulx en Velin

3^{ème} séance

Il s'agit d'une séance de préparation au spectacle du planétarium qui a pour objet l'observation en vitesse accélérée des caractéristiques des saisons.

Pour la discussion collective, on pourra partir du constat que la nuit n'a pas toujours la même durée au cours de l'année, selon les saisons.

Que nous révèlent les saisons ? Qu'est-ce qu'on en sait ? Quelles sont les manifestations des saisons dans le ciel ?

Les élèves énumèrent ce qu'ils savent, ce qu'ils pensent savoir et ce qu'ils voudraient savoir. Le maître note tout ceci sur une grande affiche.

4^{ème} séance au Planétarium de Vaulx en Velin

« La ronde des saisons ».

On dégagera les idées suivantes :

- La direction du lever et du coucher du soleil, sa trajectoire dans le ciel selon les saisons.
- Les effets du mouvement apparent du soleil sur la durée du jour et de la nuit : les solstices, les équinoxes...
- Un début d'explication sur les causes du phénomène des saisons : l'axe incliné de la Terre sur son orbite.

Description du spectacle « La ronde des saisons »

Les saisons rythment notre vie et notre environnement. Mais au fait, d'où viennent-elles ? Pourquoi se suivent-elles ? C'est le moment de changer de repère, de voir que la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. Un spectacle où l'animateur commente les événements en direct.

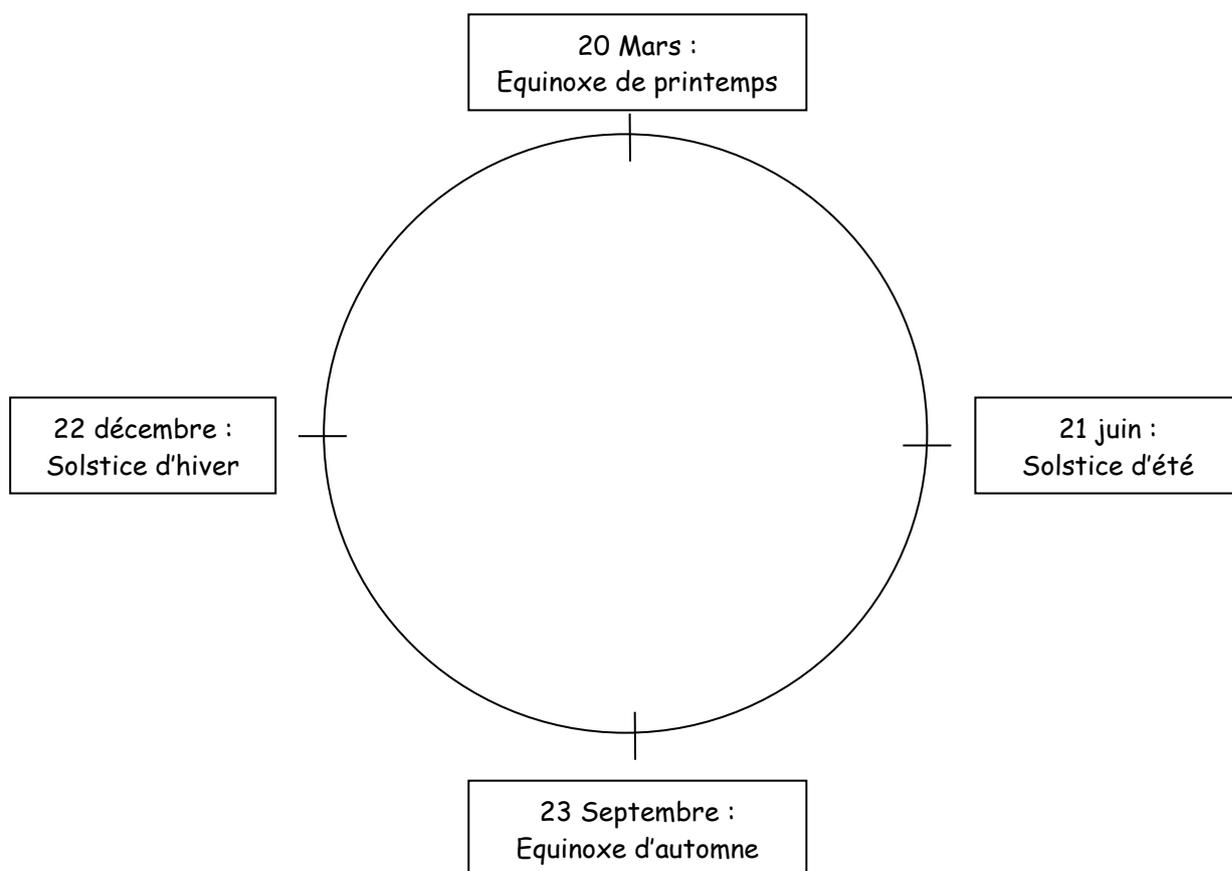
Contenu scientifique :

- *Repérage dans l'espace et points cardinaux.*
- *Course du soleil au cours d'une journée, mouvement diurne.*
- *Course du soleil au cours d'une année, mouvement annuel.*
- *Inégalité des jours et des nuits.*
- *Mécanisme des saisons.*

Planétarium de Vaulx-en-Velin

De retour en classe, synthèse collective sur les questions de vocabulaire et de dates (solstice, équinoxe...).

Le maître demande aux élèves de dessiner la ronde des saisons :



Nom :

Date :

Feuille du cahier d'expériences SEQUENCE 5 / Séances n°1 et 2

Qu'est-ce que ton modèle doit montrer ?

Dessine ton modèle en marquant les points cardinaux.

Explique ce qui montre l'alternance jour-nuit sur ton modèle.

Qu'est-ce qui bouge ? dans quel sens ?

Pour t'aider tu pourras choisir 2 lieux géographiques de ton choix.

APERCU SCIENTIFIQUE

« De toutes les sciences, l'astronomie n'est-elle pas celle qui offre à l'homme les plus belles possibilités d'accroître l'étendue de son savoir et de reculer les limites de ses pouvoirs : celles de se situer plus justement dans les espaces infinis qui l'entourent ? »

Jean-Claude Pecker

Pourquoi aller au Planétarium ?

Un planétarium est une salle de spectacle qui a pour ambition de recréer, le plus exactement possible, le ciel nocturne et diurne visible à l'œil nu ainsi que les mouvements apparents des astres. Il permet de mettre les enfants au cœur du système solaire, ce qui n'est pas le cas lorsqu'ils ne sont que spectateurs d'un modèle.

C'est aussi un lieu où sont conjugués émotion, plaisir de la découverte et commentaire scientifique rigoureux.

Introduction à l'astronomie ?

L'astronomie est sans doute la plus ancienne des sciences. Il est probable que, dès que l'Homme préhistorique se tint debout, il contempla le ciel, fasciné par les petits points scintillants de la voûte céleste.

La régularité de certains phénomènes célestes a conduit un grand nombre de cultures à invoquer des notions d'organisation et d'harmonie dans le but de construire leur propre représentation du monde. Partagé entre crainte et fascination, l'Homme s'est toujours plu à se projeter hors de ces frontières terrestres et à peupler le ciel de créatures hypothétiques, qu'il s'agisse de Dieux, de sur-hommes ou d'extra-terrestres. Les mouvements des astres sur la voûte céleste, a incité les chasseurs, les cueilleurs, les mages des premiers temps, à interpréter le ciel comme un immense calendrier.

L'établissement d'un calendrier constituait ainsi un premier pas vers un modèle du monde, un découpage arbitraire du temps au sein d'une cosmologie à part entière. Loin d'être un outil neutre, il satisfaisait avant tout la politique, la religion et la culture de la société qui l'avait établi ; toute société se devant de ponctuer son existence à travers des célébrations de fêtes, cérémonies liturgiques, passations de pouvoirs...

La question des origines (comment sont nés l'univers, le ciel et la terre, le vivant et les êtres humains) a suscité de nombreux récits mythiques et nourrit encore aujourd'hui les recherches les plus brûlantes de l'astrophysique, de la biologie, de la paléontologie et de la paléoanthropologie. Les récits d'hier et les modèles scientifiques d'aujourd'hui proposent des conceptions sur la naissance et la nature de l'univers. Les cosmogonies passées reflètent et génèrent tout à la fois l'imagination des peuples, chacun d'eux ayant, dans leurs plus anciennes traditions, développé leurs récits fondateurs, le plus souvent ancrés dans la religion.

Aujourd'hui, la science dresse un panorama complet de l'évolution de notre univers, depuis la naissance de l'espace-temps-matière jusqu'à l'émergence de la complexité du vivant. Par ses réflexions, par son ingéniosité, l'Homme a donc acquis peu à peu la possibilité de se situer par rapport à l'univers. L'amélioration des techniques d'observation a permis de mieux connaître les constituants du cosmos, de mettre en évidence son expansion ou bien les distances entre les galaxies. Nous regardons toujours plus loin pour voir encore plus tôt.

Récemment, les astronomes ont découvert d'autres planètes gravitant autour d'autres étoiles. Ils ne se demandent plus si la vie existe ailleurs ou autrement, en relation avec les biologistes, ils ont montré que le contraire était mathématiquement improbable. Ils se demandent si, quand et comment l'humanité aura la chance de le vérifier. En attendant, ils continuent de fouiller le macrocosme comme le microcosme pour savoir si l'univers est fini ou infini, s'il disparaîtra, comment il est né, s'il a un avant ou un après, s'il est unique ou s'il côtoie d'autres univers dont les lois seraient différentes (avec un temps inversé par exemple).

Enfin, les astronomes d'aujourd'hui font ce que l'homme a toujours fait : ils observent et ils rêvent pour mieux comprendre et pour mieux inventer. L'astronomie est avant tout fondée sur l'observation. Elle consiste d'abord à procéder à une reconnaissance du ciel, ce qui nécessite à la fois de recenser les astres qui peuplent l'Univers et de mesurer les grandeurs physiques qui leur sont associées (position, éclat, masse, distance, rayon....).

Au cœur des déserts brûlants ou dans les solitudes glacées du Grand Nord, le ciel est un ami précieux qui guide les hommes dans l'espace et dans le temps. Loin de ces contrées, le ciel, sous nos latitudes, nous apprend aussi à nous repérer sur la Terre et à retrouver la direction du nord. Plus d'une fois sans doute, contemplant la voûte céleste nous sommes-nous étonnés des innombrables petits points lumineux qui la constellent. De quoi

s'agit-il ? Comment, parmi cette multitude, distinguer les étoiles, les planètes, les satellites... ? Comment être sûr qu'il s'agisse bien d'une étoile et non d'une planète ? Comment repérer telle ou telle étoile et la nommer ?

Etoiles et planètes

Le premier contact avec le monde des astres doit se faire par l'observation à l'œil nu. Il faut savoir reconnaître le premier ou le dernier quartier de Lune, les planètes visibles, les étoiles brillantes et les constellations. L'éclat du Soleil est insoutenable, nous éviterons donc de le regarder avec nos yeux sans protection.

Le nombre de planètes visibles à l'œil nu est très réduit, si bien que la plupart des astres qui constellent le ciel nocturne sont des étoiles, c'est-à-dire des objets comme notre Soleil avec parfois des différences de taille, de masse, d'âge, de luminosité, de couleur...

Un examen rapide montre en effet que les étoiles ont des éclats très différents et qu'elles n'ont pas toutes la même couleur. Ces différences de couleur ne sont pas très évidentes à l'œil nu, car les cellules de notre rétine, sensible aux faibles éclairages pour la vision nocturne, ne distinguent pas les couleurs. Les couleurs des étoiles nous renseignent sur la température de surface de ces astres. Leur éclat varie également considérablement à grande échelle dans le temps, mais aussi en fonction de leur distance avec la Terre.

A l'œil nu, nous pouvons contempler plus de 2000 étoiles rassemblées en constellations, c'est-à-dire en « régions du ciel ». Pendant longtemps, les constellations n'avaient pas de limites précises, elles évoquaient des personnages ou animaux de légendes ; leur répartition sur la sphère des fixes variait considérablement. En 1928, l'Union Astronomique Internationale fixa les limites de 88 constellations qui tapissent aujourd'hui les deux hémisphères célestes. A notre latitude, nous pouvons en observer 62 seulement au cours de l'année.

Ces étoiles ont aussi des noms. Les plus brillantes se nomment par exemple Régulus, Dénébola dans la constellation du Lion, Sirius dans la constellation du Grand Chien, Arcturus dans celle du Bouvier, Aldébaran dans le Taureau, Bételgeuse et Rigel dans la constellation d'Orion...

Les planètes du système solaire ne sont pas toutes accessibles à l'observation ; seules cinq d'entre elles peuvent être aperçues à l'œil nu selon les périodes de l'année : Vénus, Jupiter, Saturne, Mars, Mercure.

Pour reconnaître les étoiles et distinguer au moins les principales, il faut procéder avec méthode. Il s'agit d'abord de s'orienter, c'est à dire d'apprendre à retrouver le Nord. De nos jours, il est beaucoup plus précis de le repérer grâce à une étoile plutôt qu'une boussole. Malheureusement cette étoile appelée « étoile polaire » n'a pas de caractéristique visuelle extraordinaire. Elle n'est effectivement pas très brillante et occupe la 45ème place dans l'ordre des étoiles classées par éclats décroissants. On la découvre à partir de la plus célèbre constellation du ciel : La Grande Ourse, un ensemble d'étoiles qui nous rappelle un dessin familier, ici une ourse.

La partie la mieux visible de cette constellation est formée par sept étoiles brillantes : Dubhé (alpha), MéraK (Bêta), Phekda (Gamma), Mégrez/kaffa (Delta), Alioth (Epsilon), Mizar (Dzéta) et sa petite sœur Alcar, Alkaïde/Benetnash (Eta). L'astérisme formé par ces sept étoiles principales a connu différents noms au cours de l'histoire et selon les civilisations : La Louche pour les Indiens d'Amérique du Nord, La Grande Casserole ou le Grand Chariot pour les Européens, la Chamelle chez les Touaregs ou la Caravane pour les Arabes. Les Grecs se représentaient la nymphe Callisto congédiée par la Femme de Zeus et Arthémis. Les Romains y voyaient plutôt sept bœufs attelés qui permettent aujourd'hui aux observateurs de retrouver les régions septentrionales du Globe.

Alors, pour chercher le Nord, rien de plus simple ! quoique ? On utilise la largeur de la paume de sa main (l'écart apparent entre les étoiles Dubhé et MéraK) : Notre paume de main est alors placée entre les deux gardes de la constellation de la Grande Ourse et doit glisser 5 fois en sortant toujours du récipient de la casserole. Nous découvrons alors l'étoile Polaire, pas très brillante, et la direction du Pôle Nord .

D'autres constellations telles que Cassiopée, Céphée, la Girafe, le Dragon...forme une ceinture céleste où se promènent les planètes et les luminaires (Soleil, Lune). Cette ceinture se nomme le zodiaque car la plupart des constellations qui la constituent, évoquent des formes d'animaux : Lion, Scorpion, Taureau, Bélier, Poissons...(nous les appelons les constellations du zodiaque).

Un peu d'histoire

Les constellations occupent une place importante dans la culture de toutes les civilisations anciennes parmi lesquelles celle des Chinois, des Indiens d'Amérique, des Polynésiens et des Aborigènes australiens.

Les constellations décrites par les Akkadiens, qui ne sont pas parvenues jusqu'à nous sans transformation, ont fait partie du patrimoine commun des civilisations qui ont ensuite fleuri en Mésopotamie, avant d'atteindre la Grèce antique. C'est d'ailleurs en 137 apr. J.C., dans la péninsule hellénique, que l'Almageste de Ptolémée a été écrit un ouvrage fondé sur le catalogue d'Hipparque datant du 1^{er} siècle av. J.C. Ptolémée fait alors état d'au moins 48 constellations dont celles du zodiaque.

En 1687, l'astronome polonais Hevelius a ajouté huit autres groupes d'étoiles aux constellations reconnues par Ptolémée. Ces groupes étaient situés dans les zones les plus pauvres en étoiles de l'hémisphère céleste Nord. Il s'agissait de la Girafe, les Chiens de chasse, le Renard, le Léopard, le Petit Lion, l'Écu de Sobieski, la Licorne et le Sextant. Le ciel austral, qui était en partie inconnu des Grecs anciens, s'est peuplé de constellations à partir des XVII^e et XVIII^e siècles, avec le développement des explorations dans l'hémisphère Sud.

Bayer introduisit 12 constellations supplémentaires dans son ouvrage « Uranométrie » paru en 1603. C'est ensuite Royer, en 1679, qui dessina la Colombe et la Croix du Sud. Enfin, en 1782, le français La Caille a imaginé l'Atelier du Sculpteur (devenu le Sculpteur), le Fourneau, L'Horloge, le Réticule, le Burin, le Peintre, la Boussole, la Machine pneumatique, l'Octant, le Compas, la Règle, le Télescope, le Microscope et la Table.

Si une observation se prolonge pendant plusieurs heures, il devient clair que toutes les constellations se déplacent depuis l'est vers l'ouest. D'ailleurs si on accélère le temps au planétarium, les étoiles de chaque constellation visible « bougent très vite » sur la voûte. Elles paraissent toutes tourner autour de l'étoile Polaire. Apparence ou réalité ? Qui se déplacent ici, les astres ou nous, observateurs terrestres ? Comment savoir et comment le démontrer ? Ce mouvement qui met en mouvement le Soleil la journée et le fait tourner inlassablement autour de nous s'appelle « mouvement diurne ».

La rotation de la Terre

Ce phénomène d'alternance du jour et de la nuit est la conséquence de la rotation de la Terre sur elle-même. Notre planète tourne en effet d'ouest en est, en un jour, c'est-à-dire 23 h 56' 04, autour d'un axe appelé « axe du monde » qui perce notre ballon la Terre au niveau de ses deux pôles. Une ville à la surface de la Terre sera donc successivement tournée vers le soleil (c'est la journée : nous sommes alors dans la lumière créée par le soleil) ou bien à son opposé (c'est la nuit : nous sommes alors dans l'ombre de la Terre). Depuis la Terre, tout se passe et nous laisse penser que le Soleil se lève depuis l'orient et se déplace pour venir disparaître sous nos pieds vers l'occident. Pendant la journée, l'atmosphère de la Terre s'illumine d'une jolie couleur bleue. Dans l'espace, en absence d'atmosphère, l'univers apparaît noir même avec le soleil. C'est ce qu'ont observé les premiers hommes qui ont exploré l'espace.

La révolution de la Terre autour du Soleil

La Terre tourne autour du Soleil en décrivant une orbite en forme d'ellipse ayant une forme ovale vue de dessus. Cependant, lorsque nous regardons l'orbite terrestre, nous constatons que cette ellipse n'est pas très allongée et qu'elle ressemble d'avantage à un cercle. Pourtant il s'agit bien d'une ellipse.

Si nous parcourons l'orbite de la Terre, nous observons, suivant la position de la Terre autour du soleil, la variation de la durée du jour et de la nuit dans les deux hémisphères. La Terre passe par 4 positions remarquables, opposées deux à deux et divisant l'année en quatre saisons astronomiques : **printemps, été, automne, hiver...**

Aux équinoxes le jour et la nuit ont une durée égale partout sur notre planète tandis qu'aux solstices la durée du jour ou celle de la nuit est la plus longue ou la plus courte de l'année, ce phénomène étant inversé dans les deux hémisphères.

Notre planète fait une révolution autour du Soleil en un an, c'est-à-dire en 365 jours et $\frac{1}{4}$. Au cours de ce périple, la partie dans l'ombre et la partie dans la lumière à la surface de notre globe changent de répartition : le jour (partie éclairée par le Soleil) diminue alors que la nuit augmente dans l'hémisphère Nord de la Terre depuis le solstice d'été jusqu'au solstice d'hiver, alors que c'est l'inverse dans l'autre hémisphère. En effet, quand on regarde de plus près,

l'ombre se répartit sur une plus grande surface dans l'hémisphère Nord de la Terre en hiver qu'en été. L'ombre ou la nuit, peut d'ailleurs être totale au pôle Nord en hiver.

La Terre fait donc un tour complet autour du soleil en une année en décrivant une trajectoire, un chemin inscrit dans un plan, c'est le plan de l'écliptique. L'axe de rotation de la Terre n'est pas perpendiculaire à l'écliptique mais très légèrement incliné en direction de l'étoile polaire.

Il accomplit ainsi une translation autour du Soleil en une année. L'inclinaison de cet axe et sa translation autour du Soleil ont pour conséquence le phénomène des saisons sur notre planète.

C'est pourquoi, nous constatons au cours de l'année que la hauteur méridienne du Soleil à midi Solaire varie, que les températures changent conjointement à la longueur des nuits et des jours, que les rayons lumineux qui transportent de l'énergie et par conséquent de la chaleur ont une incidence qui varie à la surface de la Terre.

En hiver, dans l'hémisphère Nord de la Terre, la durée du jour diminue alors que les rayons du Soleil deviennent de plus en plus rasants. Il fait de plus en plus froid car l'énergie des rayons solaires se répartit alors sur une plus grande surface qu'en été : ils chauffent donc moins ! De plus, le Soleil étant moins présent dans le ciel en hiver, les journées en seront plus courtes et l'astre du jour chauffera cette surface moins longtemps.

La Lumière

Au crépuscule, l'astre du jour cède sa place à d'innombrables petits points lumineux. «De quoi s'agit-il ? Comment, dans cette multitude, distinguer les étoiles, les planètes, les satellites... ? Comment être sûr qu'il s'agisse bien d'une étoile et non d'une planète ? Mais s'agit-il bien de cette étoile plutôt qu'une autre... ?»

L'apparition de ces soleils du firmament au cours d'une nuit sans nuages, déclenche aussitôt, l'effervescence des astronomes qui les scrutent sans relâche, l'œil rivé à l'oculaire de leur télescope.

C'est le moment où , guidés par de puissants ordinateurs, d'énormes assemblages d'acier et de verre commencent à pointer les étoiles. Une fois immobilisé dans la direction choisie, l'instrument capte alors le maximum de

rayonnement possible. Mais voilà ! il est bien rare que l'astronome regarde de nouveau dans son oculaire : même vues à travers le télescope le plus puissant, les étoiles sont beaucoup trop éloignées pour être perçues autrement que comme d'infimes tâches de lumière ? Ce que les astronomes cherchent à obtenir n'est pas un aperçu direct de ces corps célestes mais une mesure aussi précise que possible de leur rayonnement. Depuis le XIX^e siècle, les astronomes avaient percé le secret de la lumière émise par les étoiles et s'étaient aperçu que ce faible rayonnement pouvait renseigner sur la nature fondamentale de l'astre. C'est grâce à la spectroscopie, c'est-à-dire à l'étude de la lumière et des autres radiations, que les astronomes ont pu mener à son niveau actuel leur savoir sur l'extraordinaire diversité des étoiles.

a. Avant-propos

La lumière commença à livrer ses secrets à la science en 1666 quand Newton, après avoir fait passer un rayon de Soleil à travers un prisme, vit une sorte d'arc-en-ciel, un spectre, se dessiner sur le mur de sa chambre. Plus tard, au XIX^e siècle, des chercheurs découvrirent des raies sombres sur le spectre du Soleil et des étoiles, des raies brillantes sur ceux de différents gaz portés à incandescence en laboratoire. Ils se rendirent compte que l'agencement des raies sombres de certains spectres coïncidaient avec ceux de raies claires d'autres spectres. Cette découverte leva le voile sur un domaine encore inexploré : *la chimie du cosmos et des étoiles*.

L'essentiel de l'information relative aux astres nous parvient donc grâce à la lumière. Les travaux de Descartes et de Newton sur *l'optique géométrique*, ceux de Maxwell et de Young sur *l'électromagnétisme* ou encore de Planck et de Einstein sur *la nature quantique* de la lumière ont marqué des étapes importantes dans notre compréhension de cette messagère des cieux. En effet, le rayonnement est pratiquement le seul lien entre notre planète et le reste de l'Univers.

b. Matière et lumière

La matière possède une propriété importante qui est de pouvoir émettre ou absorber de l'énergie sous forme de lumière. A partir de l'étude de la lumière émise ou absorbée par les atomes d'un gaz, il est possible d'en déduire beaucoup d'informations concernant la composition, la température et la densité de ce gaz.

L'analyse de la lumière en ses différentes couleurs, ou longueurs d'onde correspond à une « *branche* » de la physique appelée : *spectroscopie*.

Rappels : qu'est-ce que la matière ?

Le monde qui nous entoure : les minéraux, les végétaux, les animaux... tout ce qui semble avoir de la consistance et revêtir des aspects ou états différents (liquide, solide, gazeux ou bien plasma) est appelé **matière**. La matière est composée d'**atomes**, termes ultime de la division de la matière dans lesquels les éléments chimiques conservent leur individualité.

Tous les atomes sont généralement constitués par un noyau contenant un certain nombre de particules : les **protons** (qui portent une charge électrique positive) et les **neutrons** (dont la charge électrique est nulle). Autour de ce noyau tourne un certain nombre d'**électrons** (qui portent une charge électrique négative). Un atome est électriquement neutre c'est-à-dire qu'il possède autant de protons que d'électrons (de un à plusieurs selon les atomes). Mais parfois ces atomes peuvent perdre ou gagner des électrons au sein de réactions chimiques dans lesquelles ils sont engagés : on obtient alors un **ion**. La matière est alors dite **ionisée** et pouvant être dans un état appelé plasma.

Rappels : qu'est-ce que la lumière ?

La nature profonde de la lumière n'est pas encore bien comprise, mais elle est aujourd'hui décrite simultanément comme étant à la fois la propagation d'**une onde électromagnétique** et d'infimes particules nommées **photons**. Cette dualité permet pour l'instant aux physiciens de comprendre et d'expliquer la plupart des phénomènes liés au rayonnement.

La nature ondulatoire de la lumière

A bien des égards, le rayonnement se comporte comme une onde qui se déplace, un peu à la manière de rides à la surface d'un étang. Certaines propriétés telles que la **réflexion** (retour du rayon vers l'objet qui l'émet : l'image renvoyée par un miroir par exemple), la **réfraction** (déviation d'un rayon lumineux lorsqu'il traverse la surface de l'eau par exemple) et surtout les **interférences** (rencontre de deux mouvements ondulatoires) montrent effectivement que la lumière est de **nature vibratoire**. On la caractérise donc par **sa longueur d'onde** ou **sa fréquence** ces deux grandeurs étant liées.

La lumière correspond à un ensemble d'ondes électromagnétiques capables de se propager dans le vide à une vitesse constante de $c = 300\,000\,000 \text{ m / s}$.

Dans un milieu matériel (l'air, l'eau par exemple), la vitesse de propagation est plus faible et dépend alors des caractéristiques du milieu traversé.

Notre œil ne capte pas tous les rayonnements, il n'est sensible qu'à la lumière « visible » que les astronomes qualifient de « rayonnement optique ». D'autres catégories de rayonnements (infrarouge, rayons X, gamma ou encore radio) nécessitent des capteurs spécifiques.

La nature corpusculaire de la lumière :

Vu sous un autre angle, comme l'avait imaginé Newton, la lumière peut être constituée de petits projectiles pouvant eux aussi se déplacer. Max Planck suggéra, que parallèlement à son aspect ondulatoire bien compris par expérimentation au XIXe siècle, la lumière se présentait aussi sous la forme de quanta d'énergie. Einstein introduisit le concept de photon : chaque photon ayant une énergie spécifique associée à une longueur d'onde précise. Plus la fréquence de l'onde est grande, plus les photons sont chargés d'énergie.

La notion de photon est particulièrement utile pour expliquer l'interaction entre la matière et la lumière : cette interaction se traduisant par un échange d'énergie sous forme d'émission ou d'absorption de photons.

c. Lumière et température

Le simple fait que les corps chauds émettent de la lumière indique qu'il y a une relation entre lumière et température. La physique nous apprend en effet que la température est une manière de mesurer l'agitation des particules de matière. Mais d'où vient la lumière d'un objet chaud ?

Un corps chaud a l'ensemble de ses atomes et de ses molécules qui vibrent, et les électrons qu'ils contiennent également : ceux-ci émettent de la lumière. Ainsi toute substance, quelle que soit sa température, émet de la lumière. Un morceau de fer chauffé, devient rouge, puis blanc et enfin il pourrait devenir bleu à mesure que s'accroît sa température. C'est identique pour les étoiles qui ont une température de surface différente conditionnant donc leur couleur.

d. Les secrets des spectres

Un spectre est l'image du gain ou de la perte d'énergie liés à une perturbation électronique dans les atomes. Ainsi l'**empreinte spectrale** d'une étoile résulte de l'interaction entre les photons qu'elle produit et les atomes de

gaz qui en composent la surface. Chaque photon se comportant comme un projectile capable de venir déloger ou bousculer les électrons des atomes des couches superficielles de l'étoiles. Et c'est en déchiffrant alors cet étrange message codé émis par l'étoile que le physicien parvient non seulement à analyser la composition chimique des surfaces stellaires, mais également à déterminer d'autres caractéristiques telle que leur température superficielle.

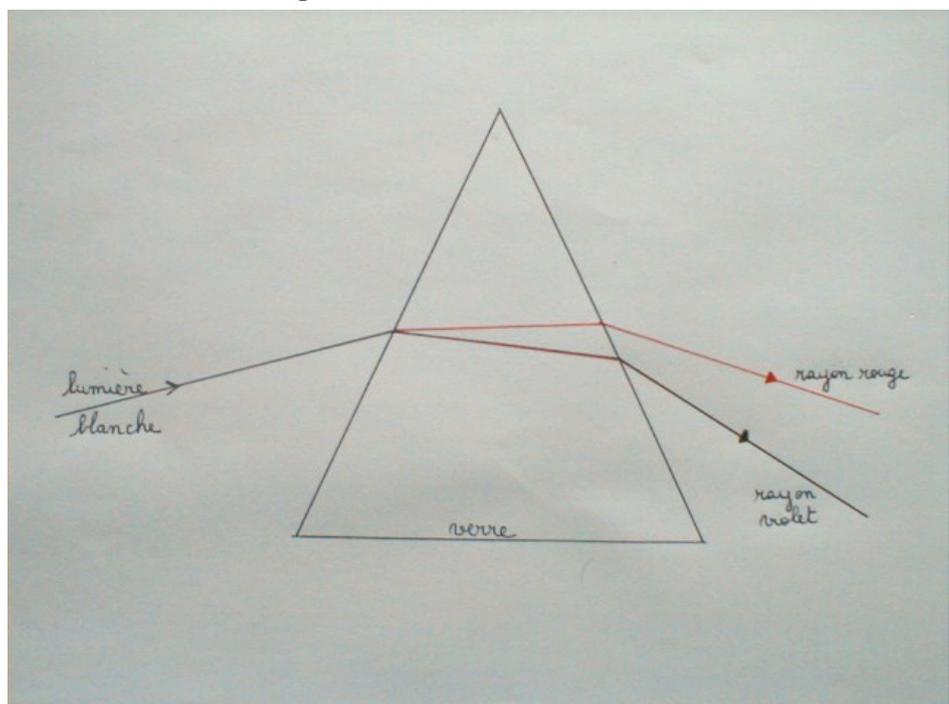
Un peu d'histoire...

Newton avait donc pu observer le spectre continu du Soleil avec les instruments rudimentaires dont il disposaient. Mais, au début du XIXe siècles, la construction de spectrographes perfectionnés a permis aux physiciens de mettre en évidence des raies sombres sur le spectre continu des étoiles. De quoi s'agissait-il ? Certains scientifiques de l'époque ont pensé que ces traces sombres étaient les limites naturelles entre les couleurs. En 1815, Fraunhofer trouve près de 600 raies sombres dans le spectre du Soleil distribuées de manière très irrégulière.

Décomposition de la lumière blanche : l'arc-en-ciel

Newton fut le premier à montrer que **la lumière blanche** est en fait un mélange de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Il éclaira avec de la lumière solaire une fente percée dans un écran opaque et fit traverser à cette lumière, un prisme en verre et une lentille convergente.

Le résultat fut étonnant ! Newton obtint alors des images colorées de la fente sur l'écran. En effet, lorsqu'on interpose un prisme (ou un système dispersif) sur le trajet de la lumière blanche du Soleil, une bande continue de lumière colorée apparaît comme un arc-en-ciel : on l'appelle le spectre continu de la lumière blanche.



On constatera que le prisme dévie la lumière, mais il dévie davantage la lumière bleue que la lumière rouge. Toutes les couleurs sont donc présentes dans la lumière blanche et le prisme a pour effet de les séparer. Si on envoie de la lumière rouge sur un prisme, on retrouvera cette lumière rouge sur son spectre ; cette lumière est dite monochromatique et ne peut pas se décomposer en de nouvelles couleurs.

Comprendre la genèse des spectres

Pour bien comprendre pourquoi, les spectres sont les messagers des astres, il nous faut rentrer dans la structure même de la matière. Dans un atome, nous pouvons nous représenter les électrons tournant autour d'un noyau, un peu comme le fond des satellites autour de leur planète. Ces électrons sont sur des orbites bien précises qu'on appelle niveaux d'énergie.

Tant qu'un électron n'est pas perturbé par un photon de passage ou issu d'un atome voisin, celui-ci tend à rester sur l'orbite correspondant à la plus basse énergie possible : c'est l'état fondamental. Il ne pourra atteindre un état de plus haute énergie, ou état excité, que s'il reçoit l'énergie nécessaire à ce bond. Ainsi, si un rayonnement électromagnétique de diverses longueurs d'onde traverse un nuage d'atomes dont la plupart des électrons est à l'état fondamental, ce rayonnement perd au passage quelques photons correspondant à une énergie donnée, donc à une longueur d'onde donnée, celle qui permet aux électrons de se déplacer. Il en résultera un manque dans ce rayonnement et pour son spectre une raie d'absorption (noire), précisément autour de la longueur d'onde concernée.

Les états excités sont généralement brefs, les électrons tendant spontanément à revenir à leur état fondamental, retour s'accompagnant de l'émission par l'électron d'une énergie sous forme de rayonnement, égale à la différence entre les niveaux de départ et d'arrivée. L'écart parcouru pendant la désexcitation étant la même que celui correspondant à l'excitation, le photon est émis à la même longueur d'onde que celui qui avait été absorbé et les raies lumineuses du spectre d'émission de l'élément gazeux coïncident avec les raies sombres de son spectre d'absorption

Les différents types de spectres

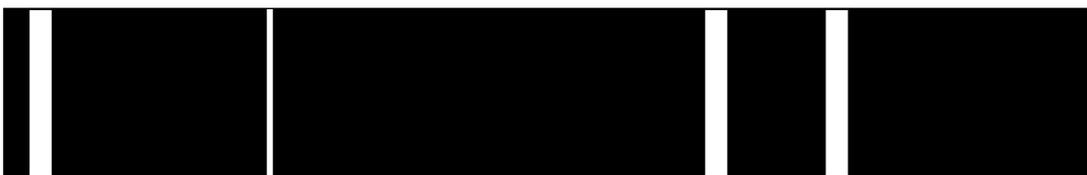
Spectre continu

Nous avons vu que la lumière blanche est un mélange de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel : on dit que la lumière blanche possède un spectre continu parce que l'on passe progressivement d'une couleur à une autre et qu'il n'y a aucune interruption dans la succession des couleurs (pas de raies noires).

L'expérience montre qu'il est possible d'obtenir un spectre continu de la lumière à partir de tout corps gazeux à haute pression ayant une forte température. *Un bon exemple est la lumière émise par le filament incandescent d'une lampe.* Il est également possible d'obtenir un tel spectre à partir d'un gaz chaud et dense présent au cœur des étoiles. Dans cet environnement à haute température, de violentes et fréquentes collisions estompent l'importance des niveaux d'énergie. Les électrons sont libérés de leurs atomes et ne sont donc plus liés à leurs niveaux d'énergie, ils absorbent et réémettent de l'énergie dans n'importe quelle longueur d'onde.

Spectre de raies d'émission

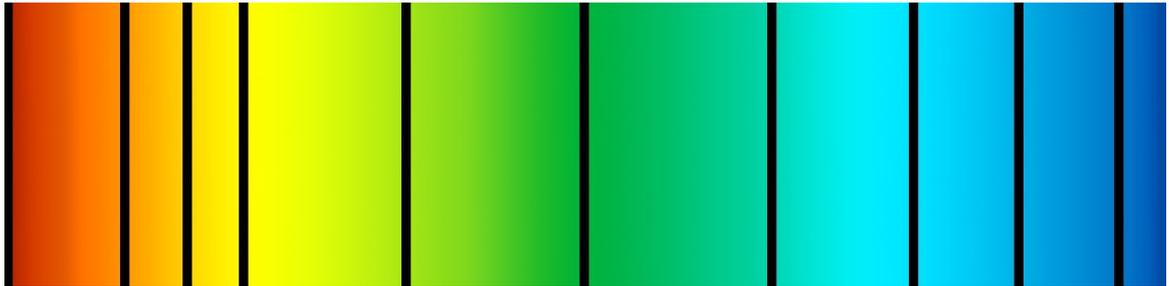
Il existe des sources de lumière qui n'émettent pas en continu. C'est le cas par exemple d'un gaz chaud et peu dense des régions superficielles d'une étoile (on parle d'atmosphère stellaire aussi). Si on analyse au moyen d'un instrument appelé spectroscopie, la lumière émise par un tel gaz, on observe alors un ensemble de raies brillantes.



En effet, les collisions entre les atomes provoquent des transitions électroniques vers des niveaux d'énergie définis. Puis, tandis que l'atome se désexcite, il se produit une émission de photons d'une longueur d'onde correspondant à la différence d'énergie entre les deux niveaux. Les atomes d'un corps donné créent alors un spectre d'émission

Spectre de raies d'absorption

Lorsque de la lumière blanche passe dans un gaz froid avant de parvenir au spectroscope, le spectre de la lumière blanche de la source est modifié : certaines couleurs ont disparu et sont remplacées par des bandes sombres sur le spectre coloré continu. Ce sont des raies d'absorption.



Quand la lumière produite et émise du cœur chaud d'une étoile traverse l'enveloppe gazeuse plus froide qui l'entoure, une partie des photons est alors absorbée par les électrons, qui effectuent des transitions bien définies. Ce mécanisme engendre donc des manques ou lacunes dans le spectre continu et initial de l'étoile, à des longueurs d'onde spécifiques correspondant aux couples de niveaux d'énergie concernés.

Ainsi, les expériences proposées dans ce sujet d'étude à l'intention des classes de cycle 3 n'ont pas pour prétention que les élèves comprennent la nature ondulatoire et la composition de la lumière, mais plutôt qu'ils pressentent de manière intuitive qu'elle joue un rôle fondamental dans la découverte et les avancées des connaissances qui les interpellent et les préoccupent en matière d'astronomie.

Walter GUYOT

Conseiller scientifique du Planétarium de Vaulx en Velin

ANNEXES Carte du ciel

FICHE A RETOURNER.... Merci

Pouvez-vous préciser et décrire brièvement les conditions dans lesquelles vous avez utilisé ce dossier ?

Quel intérêt lui avez-vous trouvé ?

Quelles suggestions pouvez-vous faire pour améliorer ces outils ?