

PROPOSITION POUR UN ENSEIGNEMENT DE L'ASTRONOMIE

Note de la Rédaction:

Le texte ci-dessous est encore préliminaire. Il a été rédigé par 4 membres de la Commission de Réforme des Programmes des Sciences de la Terre et de l'Univers, et résulte pour beaucoup de l'ensemble des contributions apportées par les membres du CLEA lors de la consultation de décembre 1988. Les participants au colloque d'Orsay d'avril 1989 ont eu l'occasion d'apporter leurs commentaires critiques et constructifs à une première version de ce texte.

Le choix d'enseigner l'astronomie de l'école élémentaire au premier cycle universitaire est un choix positif et raisonné; il n'est pas, et ne doit pas être, la défense d'une discipline, aussi riche et passionnante soit-elle. Il vient d'abord de l'intérêt que lui portent les élèves, de sa pluridisciplinarité et de sa **finalité** qui est de:

- montrer la place de l'Homme dans l'Univers
- montrer l'universalité des phénomènes et des lois qui les expliquent
- illustrer la démarche scientifique.

Il donnera l'occasion d'aborder une discipline scientifique en suivant une **démarche** différente de la démarche (trop) habituelle qui part tout de suite du modèle mathématique, en suivant le cheminement: observation - analyse et interprétation de document - maquette - modèle.

Si l'on ne veut pas courir à un nouvel échec, il convient de tenir compte des **impératifs** suivants:

- 1 - une **bonne formation des enseignants** est un préalable nécessaire; il faut ne commencer l'expérience qu'avec des enseignants volontaires, quelle que soit leur discipline, et favoriser la formation continue de tous ceux qui le souhaitent;
- 2 - pour éviter que se reproduise la situation actuelle, où la petite partie d'astronomie présente dans les programmes (Cours Moyen, physique du collège, physique et mathématique du lycée) n'est très souvent pas enseignée, il convient de **préciser les heures** qui lui sont affectées et de l'inclure dans les contrôles avec un **coefficient significatif**; par contre, on évitera absolument que ce contrôle s'effectue par la résolution d'un problème privilégiant l'outil mathématique;
- 3 - les enseignants doivent disposer de **matériel pédagogique**: les moyens modernes devront être utilisés pour constituer et rendre accessibles à tous des bases de données. La circulation de matériel pédagogique et en particulier de planétariums interactifs, qui existent déjà actuellement dans plusieurs académies, devra être amplifiée; le **planétarium** est un remarquable outil pédagogique dès lors qu'il propose des programmes spécifiques bien adaptés aux objectifs pédagogiques de l'enseignant. Les municipalités ou les collectivités qui envisagent actuellement la construction d'un planétarium devraient être soutenues.

I-CONCEPTS

Les différents **concepts** abordés dans l'ensemble de la scolarité sont les suivants:

C1 - LA TERRE DANS LE SYSTEME SOLAIRE ET DANS L'UNIVERS.

C11 - L'espace.

- C111 - Repérage: points cardinaux, systèmes de référence, constellations, forme de la Terre.
- C112 - Ombres, phases, éclipses.
- C113 - Distances. Histoire de leurs mesure.

C12 - Le temps.

- C121 - Le cycle des jours et des nuits, le jour solaire et le midi, le jour stellaire.
- C122 - Le cycle des saisons et l'année.
- C123 - L'heure légale et les fuseaux horaires.
- C124 - Les calendriers.

C125 - L'histoire de la mesure du temps.

C13 - Les mouvements et leur relativité.

C131 - Le mouvement diurne.

C132 - Le mouvement apparent du Soleil et les mouvements de la Terre.

C133 - Les mouvements de la Lune.

C134 - Les mouvements des planètes et les lois de Kepler.

C14 - Histoire des conceptions du monde.

C141- La Terre et le système solaire

C142 - La Galaxie

C143 - L'Univers.

C2 - LA LUMIERE EST LE MODE D'EXPRESSION DES ASTRES ET LE PRINCIPAL OUTIL D'INVESTIGATION DE L'ASTRONOME.

C21 - Les spectres.

C211 - Décomposition et recombinaison de la lumière. Spectre continu, couleur et température.

C212 - Spectre de raies et composition chimique.

C213 - La lumière non visible.

C214 - La lumière est une onde.

C22 - La Vitesse de la lumière.

C221 - Histoire de la mesure de la vitesse de la lumière.

C222 - Voir loin c'est voir dans le passé.

C223 - L'effet Doppler-Fizeau.

C23 - Astres émetteurs et astres récepteurs de lumière.

C231 - La luminosité et l'éclat .

C232 - Planètes et satellites: phases et éclipses.

C24 - L'observation et les instruments.

C241 - L'observation à l'oeil nu.

C242 - Lunettes et télescopes. Radiotélescopes.

C243 - Les phénomènes liés à l'atmosphère.

C244 - L'observation spatiale.

C3 - LA FORCE DE GRAVITATION GOUVERNE L'UNIVERS.

C31 - Systèmes liés par la gravitation.

C311 - Le poids sur Terre, sur la Lune et sur les autres planètes. La vitesse d'évasion. Les atmosphères planétaires.

C312 - Le système Terre Lune.

C313 - Le Soleil et le système solaire.

C314 - La Galaxie et les galaxies.

C315 - L'Univers.

C32 - Les effets de marées.

C321 - Les marées terrestres.

C322 - Influence des marées sur la vitesse de rotation

C4 - TOUS LES ASTRES ET L'UNIVERS LUI-MEME EVOLUENT.

C41 - La Terre et les planètes.

C411 - Cratères, rivières, vents, érosion.

C412 - Volcanisme.

C42 - Les étoiles.

C421 - Sources d'énergie des étoiles.

C422 - Différentes phases de l'évolution: étoiles naines, géantes, naines blanches, variables; nébuleuses planétaires, novae, supernovae, pulsars.

C423 - Le milieu interstellaire.

C424 - Evolution.

C425 - Alchimie cosmique.

C43 - La Galaxie et les galaxies.

C431 - Structure de la Galaxie.

C432 - Morphologie et classification des galaxies. Histoire de leur découverte.

C433 - Galaxies actives et quasars.

C434 - Evolution.

C44 - L'Univers.

C441 - La loi de Hubble et l'expansion.

C442 - Le Big Bang.

N.B. Certains de ces concepts seront abordés plusieurs fois au cours de la scolarité. Il reste à préciser les différents niveaux de leur formulation.

II- ECOLE ELEMENTAIRE

Grands objectifs.

- Structurer l'espace et le temps,
- Acquérir le goût de l'observation et développer l'esprit critique.
- Maîtriser le vocabulaire véhiculé par les media.

Plus précisément, à la sortie de l'école élémentaire, l'enfant devrait:

- avoir perçu, **par l'observation**, les relations entre les différents cycles (jour et nuit, saisons et année, phases de la Lune, calendriers...) et les mouvements de la Terre et de la Lune,
- avoir une bonne connaissance de la place de la Terre dans le système solaire,
- avoir une idée générale de l'organisation de l'Univers: place de la Terre, des planètes, des satellites dans le système solaire et du Soleil parmi les étoiles,
- connaître les grandes étapes de l'histoire des représentations de l'Univers.

Au CP.

On introduira essentiellement la notion de cycle: la journée (le jour plus la nuit), l'année des saisons. On associera événements vécus et observation des positions du Soleil.

Au CE.

- Observations et descriptions qualitatives des états de la Lune et du mouvement apparent du Soleil. On s'attachera à faire percevoir l'ombre comme une région de l'espace, pas seulement comme une surface.

- L'histoire récente (la conquête spatiale) comme moyen de confirmer, de consolider ou de sensibiliser à des savoirs élémentaires mais difficilement reliables au vécu de l'enfant (la Terre est une boule, les planètes du Soleil sont très éloignées...)

Au CM.

- Mesure du temps et calendriers.

- Repérage dans l'espace (horizontale, verticale, points cardinaux) et instruments d'observation.

- Observation des étoiles, notion de constellation.

- Mouvements de la Terre: rotation sur elle-même et révolution autour du Soleil; jours et nuits, saisons.

- Mouvements de la Lune: rotation sur elle-même et révolution autour de la Terre; phases, éclipses.

- Grandes étapes de l'évolution des représentations de l'Univers mettant en évidence la recherche d'un modèle efficace en fonction des connaissances de l'époque.

- Le système solaire: noms, distances et dimensions comparées des planètes.

Méthodes

Des observations de jour (et éventuellement des observations de nuit, par exemple à l'occasion d'une classe transplantée) sont indispensables. Elle pourront donner lieu à la formulation d'hypothèses qui seront vérifiées par constructions, manipulations ou par consultation de documents.

Il doit apparaître clairement que l'astronomie n'est pas une suite de propositions sur le mouvement des astres représentant la Vérité, et coupées des observations possibles, ou une compilation de renseignements, mais que ces connaissances doivent **se construire** à partir d'observations, de jeux (rondes des planètes...), d'expérimentation sur maquettes, d'exploitation de documents.

Exemples d'activités:

- A partir d'observations étalées sur toute l'année, les élèves relèvent:
 - les heures et position du lever et du coucher du Soleil,
 - les positions du Soleil à midi (utilisation d'un piquet et de son ombre),
 - repèrent les quatre points cardinaux.
- Ils déterminent le midi vrai et sont conduits à faire la différence entre l'heure solaire et l'heure légale.
- A partir des relevés, ils calculent la durée du jour et mettent en évidence sa variation au long de l'année; ils mettent en évidence les équinoxes et les solstices.
- Le même travail de repérage du lever et du coucher du Soleil pourra se faire sur un calendrier des postes. Les élèves pourront réaliser un diagramme permettant de visualiser la variation de la durée du jour.
- A partir d'observations régulières de la Lune échelonnées sur une lunaison (en dehors des heures de classe, chez soi ou éventuellement en classe de neige ou en classe verte), les élèves :
 - repèrent la position de la Lune, les phases et leur durée,
 - interprètent ces observations,
 - les modélisent avec une maquette,
 - abordent les éclipses de Lune et de Soleil.
- Repérage de quelques constellations et planètes visibles (en classe transplantée).
- A partir de documents audio-visuels, cartes, maquettes, tableaux (indispensables), le maître fait observer puis analyser:
 - le globe terrestre avec son atmosphère,
 - les mouvements de la Terre dans l'espace,
 - les autres planètes du système solaire,
 - le Soleil, notre étoile,
 - les autres étoiles.
- Au moyen d'un **globe terrestre**, le maître conduit les élèves à faire la relation entre:
 - le jour et la nuit et la rotation de la Terre sur elle-même,
 - les saisons, la durée de l'éclairement et le déplacement de la Terre autour du Soleil.
- On pourra étudier le calendrier pour illustrer les relations entre les planètes et les jours de la semaine
- On pourra introduire quelques notions sur les instruments d'observation.

Formation des instituteurs.

Une bonne formation, tant initiale que continue, est essentielle. Les possibilités existent, en particulier au sein des Ecoles Normales où l'astronomie a déjà été introduite très souvent. Insister sur les stages pluridisciplinaires avec des cointerventions. Les DEUG suivis par les futurs candidats à l'entrée en EN devraient inclure des unités optionnelles d'astronomie (seuls les DEUG SSM d'où sont issus très peu d'instituteurs, en proposent actuellement).

Matériel pédagogique.

Il est essentiel que l'instituteur dispose d'un matériel minimal et d'une bonne information sur la documentation existante. On insistera en particulier sur l'importance du planétarium : ceux de Strasbourg et de Hyères sont des modèles ainsi que les planétariums itinérants (style Goto ou Starlab ou celui construit par C. Mathieu, PEN à Charleville) qui circulent actuellement dans plusieurs académies et qui devraient être généralisés. Les nombreux clubs, associations, observatoires d'amateurs ou professionnels doivent être sollicités.

III- COLLEGE

Grands objectifs

- Approfondir les notions abordées à l'école élémentaire.
- Apprendre à faire la synthèse d'éléments de connaissance sur un même thème vu sous des angles différents.
- Acquérir la démarche expérimentale qui part de l'observation, puis de l'examen de documents, pour passer ensuite à la maquette et enfin, s'il y a lieu, au modèle mathématique.
- Apprendre à percevoir les lois physiques sous-tendues par les observations et à sérier l'importance des différents facteurs.

Plus précisément, à la sortie du collège tout élève devrait:

- s'être construit une vision cohérente de la **place de la Terre** dans l'Univers et une vision globale de l'ensemble de l'Univers et des objets qui le peuplent.
- avoir acquis l'**échelle des distances et des dimensions** dans le système solaire et dans l'univers des étoiles et des galaxies [Dans une première étape (6ème-5ème) la hiérarchie des distances peut se construire à partir de l'observation de l'importance des mouvements apparents; dans une seconde étape, on utilisera la démarche historique.]
- avoir acquis la notion de **relativité des mouvements** et en particulier la vision géocentrique de phénomènes héliocentriques.
- avoir acquis la **notion de système lié par la gravitation** (un objet sur Terre, une planète et ses satellites, le système solaire), sans que pour autant la loi de la gravitation ait été formulée.
- avoir acquis la notion de l'existence d'un **spectre continu** et d'un **spectre de raies**: couleur des étoiles et lien entre couleur et température des étoiles; notion purement intuitive de ce qui existe de part et d'autre du spectre visible observé; similitude des spectres de raies observés sur Terre et dans le Soleil et les astres.

La **démarche** doit partir de l'observation, puis de l'examen de documents pour passer ensuite à la maquette et enfin, s'il y a lieu, au modèle. Elle suivra souvent l'approche **historique**. On ne cherchera pas à **expliquer** les lois physiques sous-tendues par les observations, mais à les faire **percevoir**. Par exemple, on retrouvera les lois de Kepler à partir des observations, on constatera que la pesanteur est plus faible sur la Lune que sur la Terre, sans référer à la loi de Newton; on observera le spectre de raies de lampadaires et celui du Soleil sans nécessairement décrire la structure de l'atome.

Les **trois thèmes essentiels** abordés seront l'observation des astres du système solaire et l'étude de leurs mouvements, les distances et les dimensions dans l'Univers et la connaissance des astres à partir de la lumière qui nous en parvient.

1- Le système solaire.

- Le repérage dans l'espace: constellations, coordonnées terrestres et célestes,
- Les deux mouvements de la Terre: mouvement diurne et jour stellaire, jour solaire, mouvement apparent du Soleil parmi les constellations, le zodiaque, variations de la durée du jour et de la nuit en un lieu donné en fonction de la saison, variations de la durée du jour et de la nuit en fonction de la latitude. Le temps et le calendrier: temps Universel, fuseaux horaires.

Ces mouvements pourront être illustrés par la construction d'une carte céleste mobile ou la construction ou la manipulation de toute autre maquette à deux ou trois dimensions (sphère armillaire, grande sphère céleste), où celle d'un planétarium.

- Les mouvements des planètes: approximation de l'orbite circulaire, le planétaire héliocentrique et la vision géocentrique de ces mouvements héliocentriques. Application à l'explication des conditions de visibilité, des phases et du mouvement de rétrogradation. Les lois de Kepler. Le jour, l'année et les saisons sur les autres planètes. Les satellites de Jupiter obéissent aussi à des lois de Kepler. On

utilisera les différentes situations dans le système solaire pour faire mieux percevoir les phénomènes. On pourra construire ou manipuler un planétaire héliocentrique.

- Les deux mouvements de la Lune: observation de ses phases, des conditions de sa visibilité et des structures de sa surface. Variations de son diamètre apparent et forme excentrée de sa trajectoire. Les éclipses.

2- Les distances et les dimensions.

- Hiérarchie des distances par l'observation de la rapidité du mouvement apparent.

- Mesure du rayon de la Terre selon la méthode d'Eratosthène (l'expérience pourra être faite); distance de la Lune par la méthode d'Aristarque; distances relatives des planètes par la troisième loi de Kepler; la méthode des parallaxes.

On s'attachera à faire appréhender les échelles de dimensions et de distances par des réductions à l'échelle.

3- Connaissance des astres.

- Spectre continu du filament chauffé d'une ampoule: on pourra mettre en évidence la variation du spectre observé à travers un réseau ou un prisme en faisant varier la température au moyen d'un variateur, application à la température des étoiles; spectre de raies d'un tube à décharge, spectre de raies du Soleil; application à la composition chimique. On pourra construire un petit spectroscopie simple avec un réseau bon marché et une fente réalisée avec une lame de rasoir, et observer divers spectres facilement accessibles (tubes fluorescents, lampes à sodium ou à mercure, Soleil).

- Description de la vision que nous avons des astres, et en particulier de ceux du système solaire (planètes, satellites, comètes) par l'observation depuis le sol et par l'observation spatiale. On fera largement appel aux documents audiovisuels.

- Les instruments d'observation: lunette, télescope, appareil photo, monture équatoriale, cadran solaire, héliographe pour enregistrer la trajectoire diurne du Soleil. On pourra en construire, en manipuler ou en utiliser, pour faire comprendre leur utilité et le principe général de leur fonctionnement. On se souviendra qu'une bonne paire de jumelles permet d'observer la Lune, Jupiter et ses satellites, la nébuleuse d'Orion ou la galaxie d'Andromède.

Les programmes

Ils devraient faire apparaître des objectifs à atteindre et suggérer des thèmes et des activités possibles, en laissant à l'enseignant le choix de ceux qu'il veut aborder. Une certaine flexibilité est souhaitable. Dans les propositions qui suivent, il convient de préciser que l'ordre dans lequel est présenté le programme ne correspond pas obligatoirement à l'ordre dans lequel les différents points doivent être abordés; chaque point peut être abordé de diverses manières. Soulignons que la démarche expérimentale devra être favorisée; on devra apprendre aux élèves à observer, les laisser s'exprimer, poser des questions, maintenir leur esprit curieux et inventif. On évitera de faire apprendre des "catalogues" (liste des planètes dans l'ordre, diamètres, distances ...).

Proposition de programme pour la classe de 6ème:

1°) *Le repérage dans l'espace: coordonnées locales (points cardinaux), terrestres (pôles terrestres, latitude, longitude, méridiens, parallèles, équateur), constellations (étoile polaire, zénith, constellations circumpolaires), coordonnées célestes (ascension droite et déclinaison)*

2°) *Les mouvements de la Terre: rotation (jour et nuit, mouvement des constellations, du Soleil, de la Lune), révolution (mouvement apparent du Soleil parmi les constellations, le zodiaque), inclinaison de l'axe de rotation (les saisons).*

3°) *Le temps: jour solaire (rotation et révolution de la Terre), jour stellaire, variation du jour et de la nuit en fonction des saisons et de la latitude), l'année, le calendrier et les calendriers, le temps universel et les fuseaux horaires.*

- 4°) *Globe terrestre; couches atmosphériques (sans nommer les couches)*
- 5°) *Le système solaire: les planètes (distances au Soleil, dimensions, maquettes) et leur mouvement (approximation des orbites circulaires; planétaire héliocentrique).*
- 6°) *La Lune: ses mouvements (mouvement apparent dû à la rotation de la Terre, mouvement de révolution autour de la Terre, mouvement de rotation synchrone), ses phases, ses éclipses; l'occultation du Soleil par la Lune.*
- 7°) *En parallèle avec le programme d'Histoire, on pourra traiter les thèmes suivants: l'astronomie dans l'antiquité, les origines du calendrier et des calendriers, la mesure du temps à travers l'histoire, les dieux et les planètes.*
- 8°) *La construction et/ou la manipulation des instruments ou maquettes suivants pourra enrichir l'enseignement et aider à fixer certaines notions: carte céleste, planétaire héliocentrique, cadrans solaires, héliographe, toise à Soleil, sphère armillaire, grande sphère céleste, astrolabe, planétarium, jumelles, lunette, télescope...liste non limitative).*

Proposition de programme pour la classe de quatrième.

- 1°) *Revoir au moment opportun (et non en début d'année) les notions de coordonnées, mouvements de la Terre et phases de la Lune.*
- 2°) *L'atmosphère terrestre. Epaisseur, structure, composition, importance.*
- 3°) *La Lune: absence d'atmosphère et structure de sa surface (origine des cratères, conquête spatiale), gravité plus faible, variation de son diamètre apparent (forme excentrée de sa trajectoire).*
- 4°) *Le système solaire: le Soleil, les planètes, leurs satellites, les comètes, objets liés par la gravitation; mouvements de rétrogradation et vision géocentrique; phases des planètes et conditions de leur visibilité; lois de Kepler (1ère loi: mouvement de la Lune, distance Terre Soleil; 2ème loi: comète de Halley, durée des saisons; 3ème loi: application à la détermination de la distance des planètes au Soleil).*
- 5°) *Distance et dimensions: distances des planètes, rayon de la Terre (méthode d'Eratosthène), distance Terre Lune (Aristarque), distance des planètes et des étoiles par la méthode parallaxique.*
- 6°) *Connaissance des astres: spectre continu (influence de la température du filament), spectre de raies en émission et en absorption (le spectre est la signature de l'atome ou de l'ion ou de la molécule), spectre du Soleil; application à la détermination de la température des étoiles et de leur composition.*
- Le Soleil (dimensions, températures, énergie). Notions sur la Voie lactée, les galaxies et l'Univers.*
- 7°) *Construction et manipulation possibles d'une carte céleste mobile, d'un planétaire, d'un spectroscopie élémentaire...*

Le contrôle pourrait s'effectuer sur un dossier (de type monographie) constitué par l'élève.

Formation des Maîtres.

Ici encore, une bonne formation, aussi bien initiale que continue, des professeurs chargés de cet enseignement est **indispensable**. Pour que l'expérience ait les meilleures chances de succès, il sera essentiel de commencer par faire appel aux **volontaires**, en leur proposant des stages de formation préalables. Cette formation doit porter autant sur les méthodes que sur les connaissances.

Matériel pédagogique.

Un gros effort devra être fait pour diffuser auprès des enseignants l'information sur le matériel qui existe et leur donner accès aux documents (par exemple, réalisation d'un vidéodisque et du couplage en permettant l'accès via le minitel). Il faudrait encourager la circulation de matériel pédagogique et en particulier celle de planétariums et d'expositions itinérants.

IV- LYCEE

Dans la perspective d'un baccalauréat modulaire où l'enseignement à partir de la seconde comporterait un tronc commun et des options, on peut envisager que l'astronomie soit traitée sous forme d'options. Ces options devraient pouvoir être choisies aussi bien par les élèves de la filière

scientifique que par ceux de la filière littéraire. Il y aurait là l'occasion unique de lutter contre un "découpage en tranches" excessif du savoir, de traiter avec des approches différentes et complémentaires une discipline qui se trouve au carrefour de nombreuses autres et qui est fondamentale à la fois pour la formation scientifique et philosophique et de faire envisager par des élèves scientifiques une approche des problèmes qui ne commence pas par le formalisme.

On s'inspirerait de ce que les PAE ont d'efficace, parce que leur programme n'est pas contraignant et qu'ils permettent de réaliser des projets pluridisciplinaires, en faisant réaliser aux élèves un dossier, éventuellement par le travail au sein d'un groupe, dont les **objectifs** seraient:

- (1) d'apprendre à effectuer une recherche bibliographique
- (2) de dégager la situation et les méthodes propres de l'astronomie qui utilise, dans un contexte unificateur, les grandes lois de la physique dont on peut apprécier la puissance, l'universalité, mais aussi les limites:
 - l'émission de lumière (au sens large de ce mot) est le "mode d'expression" des astres et l'outil d'investigation essentiel pour comprendre l'Univers est fondé sur l'analyse de cette lumière
 - les forces de gravitation gouvernent l'Univers
 - tous les astres et l'univers lui-même évoluent, mais généralement cette évolution se fait sur des échelles de temps très longues, ce qui pose le problème de la perception que nous en avons
- (3) de dégager comment se sont développées au cours de l'histoire les conceptions du monde et le rôle de l'astronomie dans le développement des autres sciences.

Propositions de programmes:

En seconde:

- Les **mouvements** réels et apparents dans le système solaire:
 - les trajectoires, notions sur les ellipses, 1^{ère} loi de Kepler,
 - les vitesses,
 - la relativité du mouvement et les observations quotidiennes qui permettent de s'en rendre compte.
- Le **repérage** sur la sphère céleste;
 - les constellations,
 - les coordonnées équatoriales et locales.
- L'**écliptique**, son inclinaison et les saisons:
 - les variations de la durée du jour suivant la date et le lieu.
- Les **masses** dans l'Univers et la **loi de la gravitation**
 - détermination de la masse d'un objet céleste,
 - masse volumique
 - variation de $\vec{g}$
 - les marées.

En première:

- L'**énergie rayonnée** par les étoiles:
 - énergie solaire,
 - luminosité et éclat (magnitudes),
 - température.
- Les conditions de **température et de pression** dans l'univers
- L'**atmosphère des planètes**
 - existence ou absence d'atmosphère. Vitesse d'évasion.
 - phénomènes optiques liés à l'atmosphère terrestre: étoiles filantes, aurores polaires, réfraction, arc-en-ciel, absorption sélective, scintillement des étoiles
- Les **distances** dans l'Univers et la vitesse de la lumière:
 - distances dans le système solaire
 - effet Doppler-Fizeau et la loi de Hubble.

En terminale.

- **La notion de temps** et les mouvements de la Terre.
 - deuxième et troisième lois de Kepler
 - variation de vitesse sur une trajectoire elliptique
 - équation du temps
 - cadrans solaires
 - influence des marées sur la vitesse de rotation.
- **Les appareils et méthodes d'observation:**
 - télescopes et lunettes. Radiotélescopes
 - discussion de la qualité de l'image
 - spectrométrie
- **L'étude du Soleil:**
 - composition et structure,
 - sources d'énergie,
 - vent solaire.
- **L'évolution stellaire:**
 - inventaire des nébuleuses galactiques et extragalactiques,
 - les différentes étapes de l'évolution d'une étoile,
 - influence de la masse initiale,
 - alchimie cosmique.
- **L'évolution et l'âge de l'Univers:**
 - théorie de l'expansion.

Liberté devra être laissée à l'enseignant de choisir, en concertation avec ses élèves, la façon dont il traitera les thèmes choisis. Il ne s'agira en aucune façon de traiter le sujet de façon exhaustive, mais au contraire de délimiter des objectifs pédagogiques.

V- PREMIERS CYCLES UNIVERSITAIRES

Des options d'Astronomie-Astrophysique d'une durée de l'ordre de 40-50 heures existent actuellement dans un certain nombre d'Universités, en première et/ou seconde année de DEUG SSM. Ces options devraient être généralisées au DEUG SNV et introduites dans toutes les Universités.

Les **objectifs** de cet enseignement sont de type méthodologique (méthodes propres de l'astrophysique qui utilise l'observation et les grandes lois de la physique, en particulier, lois de la gravitation, du rayonnement, de la relativité) et de type incitatif (donner le goût des sciences expérimentales en général et de la physique en particulier). La variété des thèmes actuellement traités (phénomènes gravitationnels dans l'Univers, physique des planètes, des étoiles, des galaxies, cosmologie, utilisation de bases de données ...) devrait être conservée.

En s'inspirant du modèle américain, on devrait concevoir un enseignement au sein des **DEUG littéraires**. Les **objectifs** seraient centrés sur l'évolution des idées sur les conceptions du monde et la méthodologie scientifique.

N.B. Les parties en italique correspondent à des **propositions** concernant les programmes précis qui doivent être considérées comme préliminaires et nécessitant un affinement, en particulier en tenant compte d'impératifs horaires.

Document de synthèse provisoire rédigé par Suzanne AVELIN, (professeur de Sciences Naturelles), André BRAHIC (astronome), Lucienne GOUGUENHEIM (astronome) et Serge STEPHAN (professeur de Sciences Naturelles), à l'issue des débats de la Commission.

17 mai 1989