

UN MINIPLANETARIUM FABRIQUE PAR DES ELEVES POUR ETUDIER L'ASTRONOMIE AU COLLEGE

Je vais vous présenter une activité didactique centrée sur le développement de nombreuses matières: mathématiques, sciences (optique, électricité, astronomie), histoire (mythes et légendes des anciens peuples de la Méditerranée), géographie, dessin et technologie.

L'expérience, qui a duré près de 8 mois, a permis de réaliser 3 cylindres "projecteurs d'étoiles", grâce auxquels les élèves ont pu reproduire à l'intérieur d'une petite coupole de plastique (d'environ 350 cm de diamètre) le ciel et le mouvement apparent du Soleil et des étoiles. Mon objectif n'était pas de réaliser l'appareil "du pauvre" au lieu d'un véritable instrument, plus précis, ou un instrument de substitution à l'observation du ciel, mais d'expérimenter à l'école élémentaire du premier degré (en Italie, cela correspond à des élèves de 11 à 13 ans), le développement d'une activité didactique stimulante pour les élèves. Cette activité porte sur l'étude de thèmes astronomiques, au moyen de leur visualisation grâce à la réalisation d'un modèle dont la réalisation fait appel à des contenus de géométrie et de physique. Le schéma de la page suivante (figure 1) montre les principaux contenus et l'itinéraire didactique de "PLANETARIO".

Outre le fait qu'il permet de développer les contenus théoriques proposés pour l'enseignement scientifique de l'école secondaire, "PLANETARIO" comporte 15 activités expérimentales avec des fiches théoriques et des fiches de contrôle pour les élèves.

Les enseignants peuvent atteindre plusieurs objectifs, grâce au développement des contenus: à partir des transformations géométriques pour arriver à l'analyse de deux enceintes bidimensionnelles (surfaces de la sphère et du cylindre); des études de circuits électriques utilisant les lois de Joule et d'Ohm; de la découverte du phénomène de diffraction à l'acquisition de la relation entre la sensation optique produite par le stimulus lumineux et la distance et la luminosité de la source de lumière.

La réalisation et l'emploi en classe des "cylindres de projection des étoiles" peuvent répondre aux objectifs de caractère astronomique suivants:

- stimuler les enfants à l'observation du ciel et à la "découverte" du mouvement apparent de la sphère céleste.
- Faire comprendre ce qu'est la latitude.
- Mettre en évidence les différences qu'on observe dans le mouvement apparent des étoiles à différentes latitudes.
- Introduire les éléments pour la compréhension des principaux systèmes de coordonnées célestes.
- Permettre aux enfants de pouvoir observer le mouvement du Soleil à des latitudes différentes et sur le fond des constellations.
- Introduire les éléments de photométrie stellaire: différence entre luminosité et magnitude stellaire.
- Introduire les enfants au problème de la mesure des distances en astronomie: définition de l'année de lumière et l'unité astronomique.
- Intéresser les enfants à l'étude et à la recherche des éléments d'histoire de l'astronomie.

Ces objectifs peuvent être acquis grâce au développement des contenus indiqués sur la figure n°2.

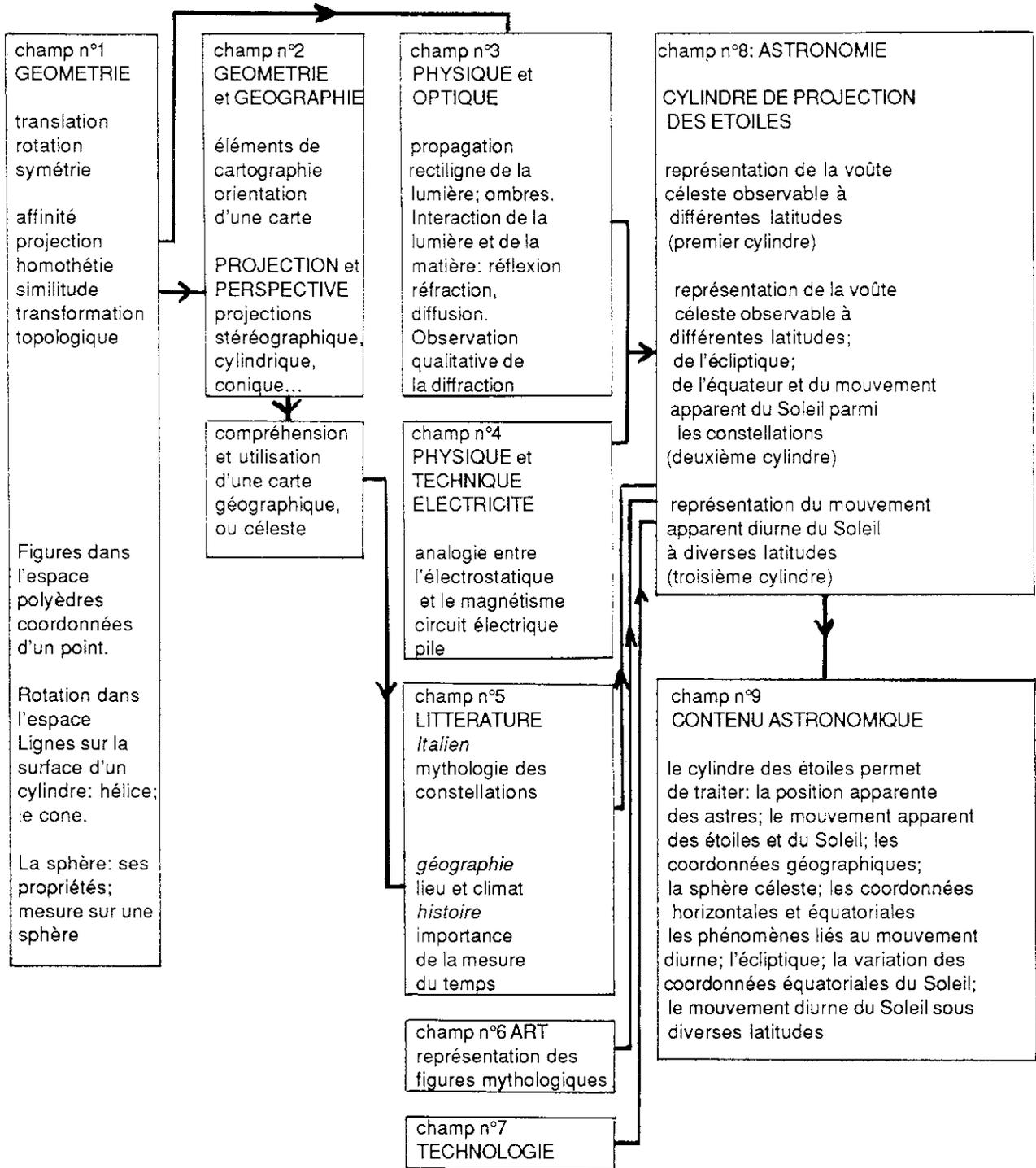


Figure 1: SCHEMA DES PRINCIPAUX CONTENUS DE LA SEQUENCE DIDACTIQUE "PLANETARIO" SUBDIVISEE PAR DISCIPLINES

Figure 2 : Contenus d'astronomie

- 1: Positions apparentes des étoiles. Constellations. Cartes du Ciel
- 2: Mouvements apparents des étoiles
- 3: La sphère du ciel: coordonnées horizontales et équatoriales (si le niveau de connaissance des élèves le permet)
- 4: Rapport entre la hauteur du pôle nord céleste et la latitude géographique du lieu d'observation
- 5: Phénomènes liés à la rotation de la sphère céleste
- 6: Variations des coordonnées équatoriales du Soleil: les saisons.
- 7: L'écliptique
- 8: Variation des coordonnées équatoriales des étoiles pendant leur mouvement apparent
- 9: Mouvement apparent du Soleil à différentes latitudes
- 10: Luminosité des étoiles
- 11: Le sextant; lunettes et télescopes
- 12: L'oeil aussi est un récepteur de rayonnement
- 13: La mesure des distances en astronomie
- 14: Histoire de l'astronomie
- 15: Observation du ciel ce soir
- 16: Visite à un planetarium et /ou à un observatoire

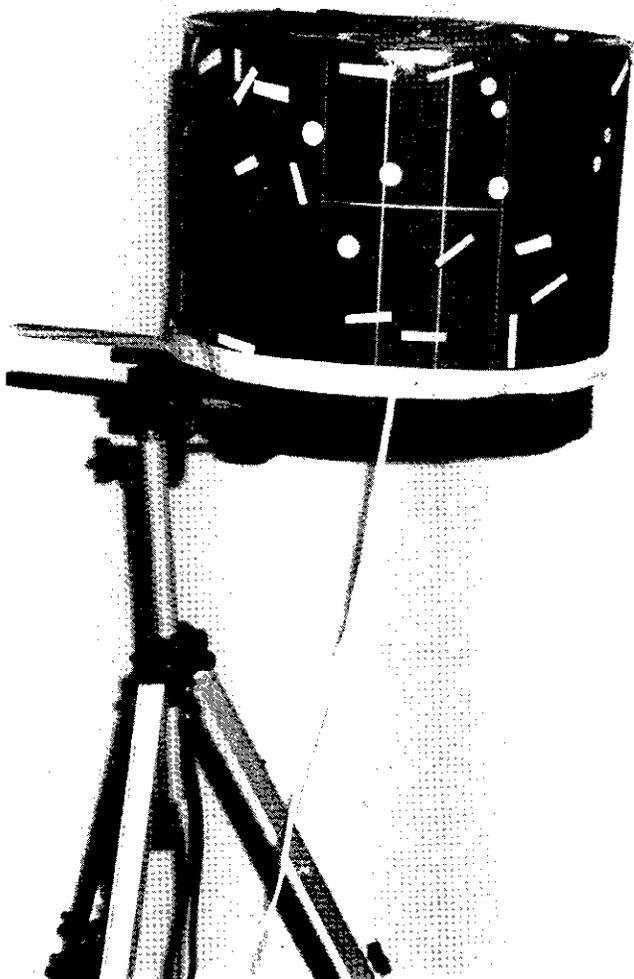


Figure 3

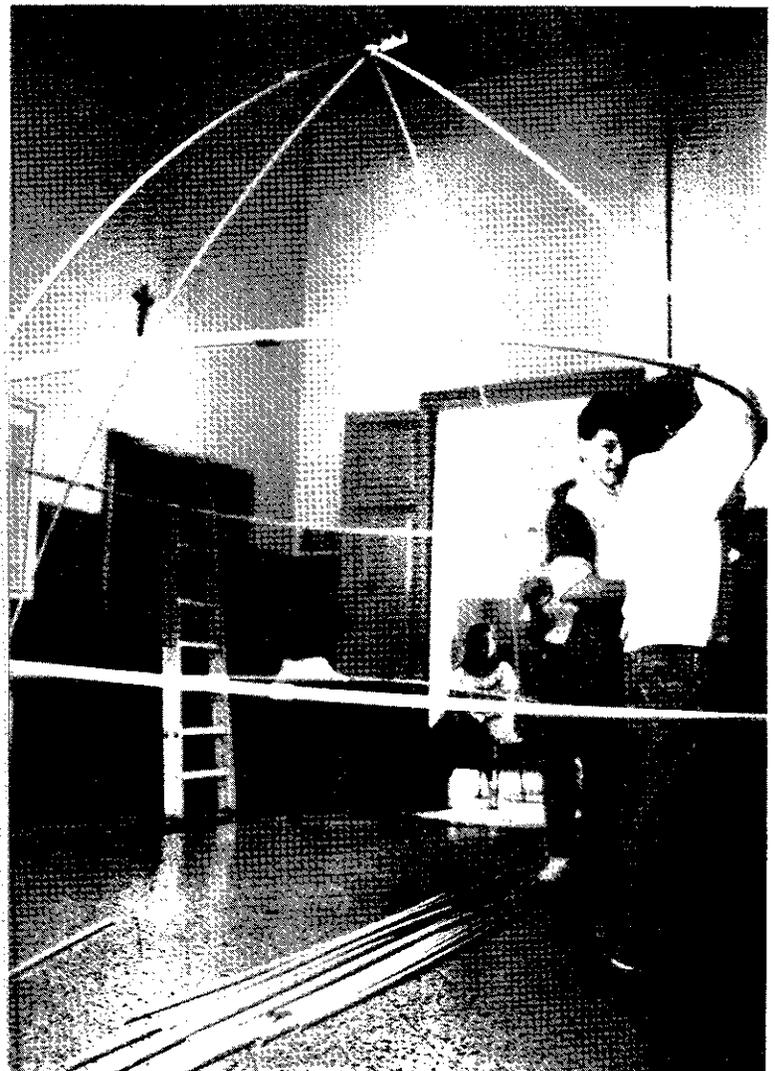


Figure 10

STRUCTURE DES TROIS INSTRUMENTS CYLINDRIQUES ET DE LA COUPOLE.

Premier cylindre: (figure 3) : il permet de projeter environ 1 000 étoiles qu'on peut observer à l'oeil nu, de déclinaison comprise entre -40° et $+90^\circ$. Une petite carte du ciel de la zone de l'équateur céleste comprise entre $\pm 40^\circ$, opportunément agrandie par une photocopie, est fixée par ruban adhésif sur une surface rectangulaire de carton noir.

Après avoir tracé et marqué sur la surface du carton qui ne contient pas la carte, les lignes d'ascension droite et de déclinaison, on perce à l'aide d'une petite épingle, les petits trous qui correspondent aux positions apparentes des étoiles sur la sphère céleste (figures 4 et 5).

On prépare enfin deux cercles de carton de 30 cm de diamètre: sur l'un on reproduit, grâce à la même technique, les positions apparentes des étoiles de déclinaison comprise entre $+40^\circ$ et $+90^\circ$. Les deux cercles complètent la surface du cylindre. Dans le cercle de la base inférieure, il y a une petite ampoule électrique de 3,8 V avec un filament curviligne (à arc) et sa douille à vis. L'ampoule est connectée à une pile électrique de 4,5 V ou à un petit transformateur (figure 6).

Si l'on veut, on peut coller sur la circonférence de la base inférieure du cylindre, une bande de papier millimétré indiquant les mois et les jours où les constellations passent au méridien d'un lieu déterminé à une heure donnée (celle pour laquelle la carte céleste a été construite). On peut montrer les différentes constellations visibles soit à différents moments de l'année, soit à différentes heures de la nuit.

Ce premier cylindre, tout comme les deux autres, peut tourner de 360° sur un support convenable, fixé sur une rotule de pied d'appareil photo. On peut simuler la rotation apparente de la sphère céleste. En inclinant la rotule, on peut montrer les constellations visibles en différents lieux: au pôle nord, à nos latitudes, à l'équateur.

Le deuxième cylindre est semblable au premier: par la même technique du trou d'épingle, on reproduit les constellations, les lignes d'Equateur et d'Ecliptique. Sur ce cylindre, on peut aussi reproduire les positions apparentes du Soleil sur le fond des constellations au cours de l'année, grâce aux pinceaux lumineux produits par 12 trous pratiqués sur la ligne d'écliptique espacés de 2 heures d'ascension droite les uns des autres. Chaque trou est bordé par un anneau de métal et peut être ouvert ou fermé grâce à des aimants sur la surface externe du cylindre.

Le troisième cylindre permet seulement de montrer le mouvement apparent du Soleil au cours de la journée à différentes latitudes. Sur une bande de carton rectangulaire (94,2 x 22 cm) on trace à mi-hauteur, et parallèlement à la base, une horizontale; on trace deux parallèles à 5,9 cm au-dessus et au-dessous de celle-ci (figure 7). Ces dernières sont partagées en 3 segments égaux par trois lignes droites perpendiculaires (figure 8). On perce 9 trous, cerclés par des anneaux métalliques, aux 9 points d'intersection. Ces trous représentent les positions apparentes du Soleil aux solstices et aux équinoxes à trois moments différents du jour (lever, midi, coucher). Ils sont ouverts ou fermés au moyen d'aimants (figure 9).

Les trois cylindres peuvent être réalisés par les élèves d'une classe, répartis en groupes et suivant convenablement des fiches de travail. Il suffit de trois heures et d'une petite coupole de plastique. Les cylindres sont mis en position chaque fois, selon ce qu'on veut projeter, au centre d'une structure tubulaire hémisphérique de plastique revêtue par une bâche blanche. Le diamètre de la coupole doit permettre de contenir 10 élèves assis: il peut varier entre 300 et 350 cm. Le dome est accroché au plafond de la salle de classe et appuyé sur 4 bancs (figure n° 10)



Figure 4



Figure 5



Figure 6

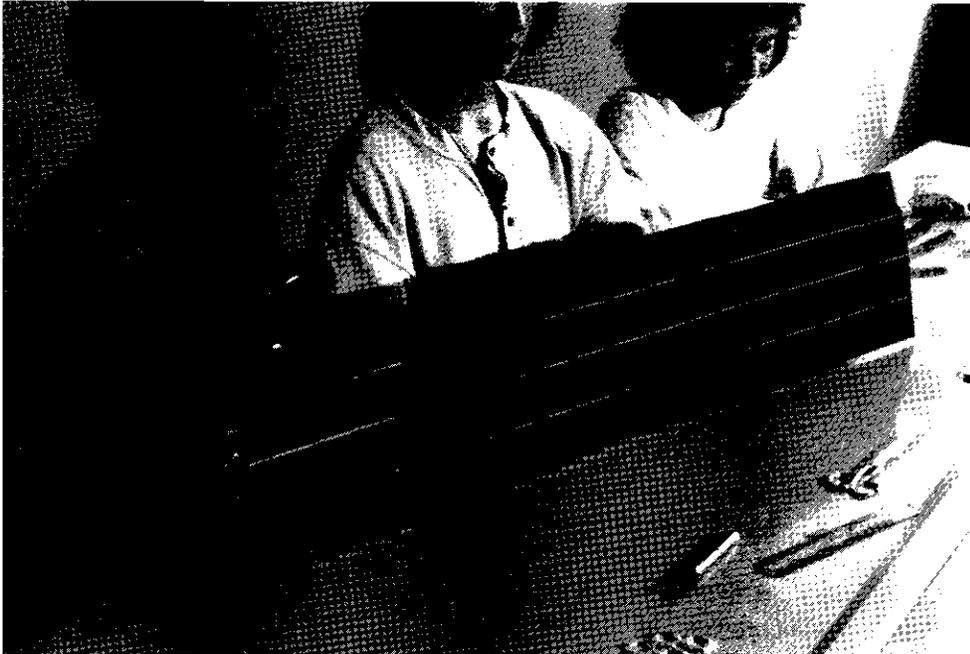


Figure 7

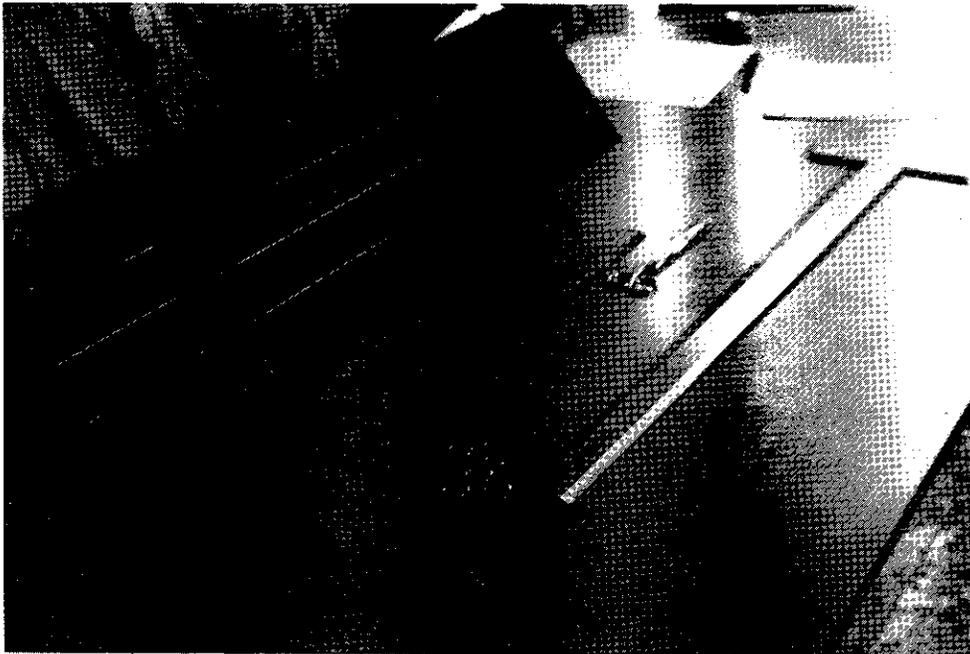


Figure 8



Figure 9

Il est évident que les instruments décrits peuvent être réalisés avec de meilleurs matériaux (par exemple plaques de plastique ou de contreplaqué) et par des techniques de construction plus "progressives"; mais alors ils ne répondront plus aux motivations didactiques qui nous ont conduits à cette réalisation, ni à la nécessité d'effectuer à l'école secondaire des expériences et des activités avec des matériaux "pauvres", faciles à trouver, peu coûteux, et faciles à manipuler par les élèves.

Par contre, les instruments souffrent de limites et d'imprécisions provoquées par:

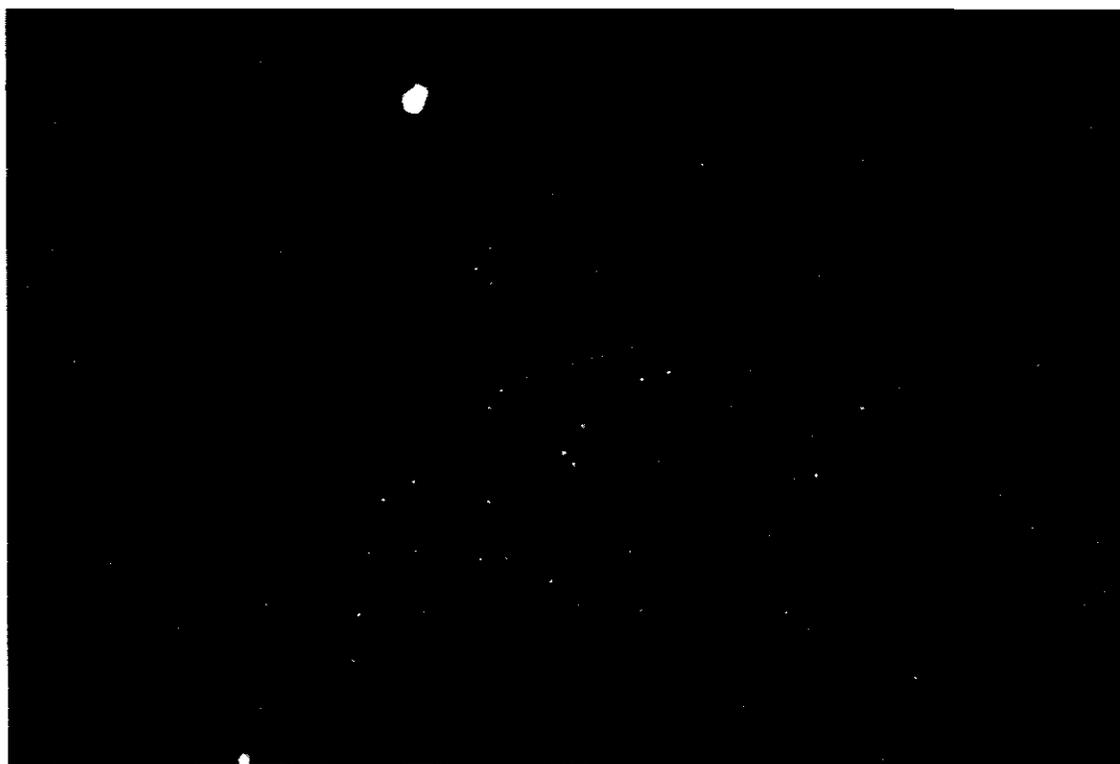
- l'usage de la petite ampoule de 3,8 V suralimentée par un voltage de 4,5 V. Ce problème peut être surmonté si on se munit d'une réserve de lampes: on peut aussi parler des lois de Joule et d'Ohm !

- les distorsions des images et des formes dues aux projections cylindrique équidistante et polaire avec lesquelles on a tracé les cartes célestes: ces distorsions se sont révélées négligeables pour les objectifs proposés.

D'autre part, j'ai choisi la forme cylindrique au lieu de la forme sphérique, parce qu'elle est plus facilement réalisable par les élèves.

Et, enfin, pourquoi ne pas répéter l'activité que je viens de vous proposer dans un laboratoire extra-scolaire ? Dans ce cas, naturellement, le registre interprétatif est modifié: ce qui dans une école, est inséré dans un projet d'étude, avec des itinéraires didactiques bien définis, peut, dans un cadre extra-scolaire, devenir l'occasion de manifestation de la personnalité, de production d'étincelles de curiosité, d'observation de la nature.

V. Mascellani
Association des Enseignants de Physique (A.I.F.)
Scuola Media "L. Da Vinci" - Sassuolo (Modena)



Ce qu'on peut admirer au-dessous de la coupole: le Soleil (disque blanc) dans les étoiles. La ligne pointillée est l'équateur céleste.