

# Les capteurs CCD et l'imagerie numérique au lycée

Depuis dix ans, les jeunes du Club astro M11 du lycée Diderot, au sein de l'Observatoire Astronomique Amateur de Narbonne, travaillent sur les capteurs CCD. Sous l'impulsion de Ch.Buil (1985), les premiers essais ont permis l'utilisation d'une barrette TH7801 pour l'obtention d'images lunaires. L'acquisition des lignes se faisant de façon séquentielle, l'entraînement en ascension droite du télescope était supprimé - Les diverses équipes qui se sont succédées depuis ont apporté divers prolongements au programme qui devait déboucher sur la construction de plusieurs caméras à barrette puis à matrice (offerte par le C.E.A. de Saclay à la suite de la visite de 1994 - merci encore à Mr Berge) et à l'achat d'une caméra LYNXX destinée à poursuivre les travaux astronomiques indépendamment des recherches sur le pilotage électronique et informatique des matrices.

Les **Exposciences** et les **Olympiades de Physique** devaient constituer l'élément motivant pour ces équipes de jeunes soucieuses de pousser chaque année le "bouchon" un peu plus loin.

C'est de cette expérience dont je souhaiterais vous entretenir.

## LES CAPTEURS CCD ET LES PROGRAMMES DE PHYSIQUE

Les capteurs CCD font actuellement partie intégrante des nouveaux programmes en TS. Outre cet aspect officiel, il devient possible au travers d'un CLUB ou d'un ATELIER SCIENCE de développer des notions intéressantes telles que :

- l'interaction rayonnement-matière, le bruit de fond thermique ;
- puits de potentiel et transfert de charges - horloges de transfert) ;
- signal analogique et sa numérisation ;
- carte entrée-sortie permettant le dialogue avec un ordinateur ;
- traitement d'images et application à l'imagerie numérique.

La réalisation concrète des divers éléments du montage exige des compétences sérieuses en électronique et en informatique. mais, comme le souligne mon collègue Francis Berthomieu, sur ce point, les jeunes ont parfois à nous apprendre...

- sur la réalisation des circuits ;
- sur l'écriture du logiciel ETOILE (Etude et Traitement par Ordinateur d'Informations Lumineuses pour l'Enseignement) !

*\*Je tiens à préciser que ces deux derniers points sont l'oeuvre d'anciens élèves de TE qui continuent à participer aux animations du Club Astro M11 et de l'Atelier Science.*

Je vous renvoie à l'article paru dans le BUP en mars 1994. Un dossier **MAFPEN** (collection "itinéraires") est édité par le Rectorat de l'académie de Montpellier présentant un dossier complet avec des fiches de TP : l'essentiel des travaux portant sur l'imagerie en astronomie, Lune, planètes, Soleil en  $H_{\alpha}$ , fond du ciel. Notre participation aux deuxièmes Olympiades de Physique en 93/94 devait provoquer une nouvelle orientation de nos recherches : la perspective de voir intervenir les CCD dans les programmes de TS m'incita à choisir pour thème : les capteurs CCD, de la théorie à la pratique.

## LES OLYMPIADES DE PHYSIQUE

A l'exemple des olympiades de chimie, elles offrent la possibilité de faire valoir le travail en équipe autour d'un thème choisi par la participants. Une aide financière est apportée à la suite du dépôt d'un dossier présentant le projet ; depuis cette année, des heures de décharge sont accordées (HSA). Les pré-inscriptions sont faites au niveau d'une équipe de Première S (avril), une inscription définitive l'année suivante. Le projet, depuis cette année, est donc réalisé en deux ans afin de permettre aux divers projets d'être conduits correctement à terme.

Organisées par la SFP et l'UDP, les olympiades permettent surtout de motiver des jeunes à la recherche scientifique. Elles exigent beaucoup de sérieux, de compétences et favorisent le travail en groupe, le partenariat. Elles offrent aussi la possibilité de se mesurer à d'autres groupes de jeunes et d'établir ainsi des contacts fructueux.

En ce qui concerne notre groupe, déjà soudé autour du CLUB ASTRO, il favorisa la création d'un ATELIER SCIENCE (1991) et provoqua l'embauche par le proviseur du lycée Diderot d'un ancien élève chômeur sous la forme d'un C.E.S. (Contrat Emploi Solidarité). Nous avons "raté", par manque d'information, les premières olympiades, mais nous étions présents à la sélection régionale des secondes, à Grenoble.

Le thème choisi portait naturellement sur les capteurs CCD et leurs applications. L'exposé fait par les sept jeunes de l'équipe du lycée Diderot de Narbonne était illustré par un film vidéo réalisé par notre ATELIER VIDEO SCIENCE en collaboration avec un professionnel (durée 9 mn) et par des travaux pratiques destinés à mettre en évidence de façon qualitative et quantitative l'aspect *ondulatoire* de la lumière (diffraction-interférences-spectrométrie) ce qui paraît assez amusant quand on sait que la théorie des CCD s'appuie sur son aspect *corpusculaire* (dualité onde-corpuscule au coeur des travaux !). Les contraintes de qualité, de sérieux et de compétences exigées par ces olympiades de physique ont imposé à toute l'équipe beaucoup de "professionnalisme" source de souvenirs exceptionnels. Le jury n'a pas su trouver matière à sélection cette année-là, pourtant ...

L'année suivante, une nouvelle équipe de Première S, travaillant sur la construction d'un intensificateur d'images à partir d'une galette à micro-canaux XX1390 devait offrir au CLUB ASTRO un dispositif complémentaire intermédiaire entre :

- les caméras CCD certes performantes et efficaces mais associées à une électronique parfois lourde et à une informatique pouvant incommoder certains,
- et les films photographiques spéciaux et hypersensibilisés offrant de superbes négatifs mais exigeant des temps de pose souvent très longs.

La présentation du travail, au lycée Henri IV à Paris, devait cette fois être reconnue et récompensée d'un Premier Prix (24 000 F) qui devait permettre la poursuite des travaux sur ... les CCD (en particulier par l'achat d'une caméra plus performante).

Les quatrièmes olympiades seront, en principe, destinées à présenter des travaux sur le Soleil (taches solaires, protubérances, spectrométrie) avec la réalisation, peut-être, de séquences animées, constituées d'une succession d'images fixes dans la bande H $\alpha$ . L'équipe de jeunes est donc la même que celle de cette année.

## CONCLUSIONS

L'illustration qu'il existe bien une **culture scientifique et technique** est possible. Nous sommes quelques uns à y consacrer pas mal de nos forces et de notre temps. Nous y prenons certes du plaisir et sommes bien convaincus qu'il s'agit là plus d'une façon de vivre que d'un moyen de justifier quelques idées. Le fait de pouvoir exploiter certaines techniques et d'y associer quelques uns de nos jeunes les plus motivés (pas nécessairement les plus capables scolairement parlant) permet d'élargir son horizon, d'intervenir dans d'autres secteurs et d'y faire d'intéressantes rencontres. Ainsi, venons-nous d'être invités à intervenir lors d'un colloque organisé par l'INRP et le CNAM sur les CCD et leurs applications dans l'enseignement des sciences physiques (15-16 juin 1995). - Merci J-L. Touze !

### Difficultés rencontrées :

Elles existent et ne doivent pas être masquées à tous ceux qui souhaitent donner de leur personne dans le cadre de cette animation CULTURE SCIENCE TECHNIQUE en milieu scolaire. Elles découlent essentiellement d'une méconnaissance des actions conduites et des lourdeurs des procédures administratives pour ce genre d'opérations où des initiatives doivent être prises rapidement (achat de matériel d'occasion-avance de financement). Il est parfois difficile de faire la promotion de ce type de travail (articles de presse, publications, expositions, conférences) indispensable à la réussite de l'action conduite (subventions, sponsors, ...) et d'éviter quelques mesquineries.

L'enthousiasme se partage difficilement ! La diversité des expériences menées par certains collègues "passionnés" est critère de réussite de notre système éducatif. Ce type d'action mérite évidemment d'être correctement et efficacement soutenu pour éviter tout

découragement des animateurs et des équipes de jeunes solidaires dans le cadre de cette ANIMATION CULTURE SCIENCE ET TECHNIQUE.

Permettez-moi de joindre à ce dossier les bilans des deux dernières années relatif aux animations que nous organisons avec les jeunes Narbonnais auprès des scolaires et du grand public (soirées d'observation, conférences, exposition, Fête de la science, etc).

Jacques Cazenove (juin 1995)

### Post-Scriptum

Pour compléter son exposé, notre Collègue Cazenove nous donne un schéma général des activités qu'il anime autour de Narbonne ; la liste des divers PAE effectués depuis la création de son CLUB ASTRO M11 est assez impressionnante ainsi que les succès de son ATELIER SCIENCE.

## L'AVENTURE SCIENTIFIQUE AVEC LES JEUNES

C'est le très fort besoin de faire partager notre expérience qui nous amène à présenter ce bilan de quatorze années d'activités auprès des jeunes du lycée Diderot de Narbonne.

L'OBSERVATOIRE de Narbonne, créé en 1981, fonctionne essentiellement grâce à l'enthousiasme des lycéens du CLUB ASTRO M11 créée en parallèle à la même date. C'est dans son cadre que nous avons organisé une animation culture science et technique. Le double financement (Mairie, Conseil Général, Conseil Régional, DDJS pour l'ANAP/Rectorat-DRRT-ANVAR-FSE pour le CLUB ASTRO) ainsi que diverses subventions (Banques-Entreprises) ou dons en matériel (grandes surfaces-entreprises) ont permis, par le biais de dépôt de PAE, de disposer à ce jour d'un matériel permettant de nombreux travaux de qualité dans le domaine de l'astrophysique et de la radioactivité, de la vidéo-science ainsi que de l'animation scientifique et technique. La création de l'ATELIER SCIENCE en 1991 a permis une plus grande ouverture et offert d'autres possibilités.

LES EXPOSCIENCES (régionales et internationales), les rencontres, festivals ou semaines d'animation, les olympiades de physique, la FETE DE LA SCIENCE, sont autant d'occasions destinées à motiver les équipes et présenter les travaux réalisés (documents, expositions, films vidéo, articles de presse).

DES DEPLACEMENTS OU VOYAGES A THEME ont permis aussi de nouer des liens privilégiés avec certains centres de recherche (CEA de Saclay, CERN, ENS, Observatoire du Pic du Midi, Comurhex) et plusieurs personnalités (P.Lena, P.Berge, P.Baton, E.Davoust, H.Andrillat, H.Cohen-Tannoudji).

Le fait que les animations soient préparées et présentées par des équipes de jeunes à l'intention d'autres plus jeunes me semble aussi un gage de réussite et d'efficacité.

L'OBSERVATOIRE DE NARBONNE dispose à ce jour de deux coupoles d'observation parfaitement équipées (lunettes, télescopes, coronographe, spectromètre, chambre de Schmidt, caméra CCD, intensificateur d'images) et d'un planétarium (25 places). Il est à la disposition des groupes qui souhaitent offrir une soirée d'observation ou encadrer la réalisation d'un PAE, d'une exposition, d'un voyage. L'expérience acquise également dans certains domaines (construction de matériel, expérimentation, technologie CCD) peut être partagée avec tous ceux qui souhaitent entreprendre des projets avec leurs élèves (intervention en milieu scolaire, prêt de matériel, exposition, conférences).

Les difficultés administratives, les retards de financement, l'inertie, les mesquineries ou le désintéressement de certains, sont autant de motifs de découragement. Dire que malgré tout, autour de notre pédagogie SOURCE DE LOISIR SCIENTIFIQUE, il est possible de montrer des réalisations concrètes et suivies auprès de ses élèves et cela prouve qu'il faut oser essayer.

J.Cazenove

On trouvera plus loin :

- la liste des divers PAE effectués depuis la création du CLUB ASTRO M11
- le palmarès des diverses équipes qui se sont succédées.

**ATELIER SCIENCE 95**  
 CLUB ASTRO M11-Lycée Diderot  
 OBSERVATOIRE de NARBONNE  
 \*\*\*\*\*  
**PALMARES 95**

**RENCONTRES P.A.E 84**  
 Palais de la Découverte-Paris  
 Ministère de la Recherche et de l'Industrie

**1° RENCONTRES INTERNATIONALES**  
 SCIENCE TECHNIQUE JEUNESSE  
 Toulouse-86

**SCIENCE FETE 87**  
 Toulouse-Observatoire de Jolimont  
 \*PRIX C.N.R.S. - Demarche Scientifique  
 Grand Prix du Public

**EXPOSCIENCE INTERNATIONALE**  
 E.S.I 87-QUEBEC  
 Université Laval Québec  
 Travaux sur la Spectrométrie

**EXPOSCIENCE REGIONALE**  
 EINSTEIN 88-Carcassonne  
 \*Grand Prix du Public  
 \*Prix de la Délégation Marocaine

**2° RENCONTRES INTERNATIONALES**  
 MEDITERRANEENNES de  
 L'ANIMATION SCIENTIFIQUE  
 TECHNIQUE JEUNESSE 88  
 RIMASTJ-Rabat (Maroc)  
 \*Sélection de la Délégation Marocaine

**2° EXPOSCIENCE INTERNATIONALE**  
 E.S.I 89-Brest  
 Travaux sur l'imagerie CCD  
 Délégué A.N.S.I.J.

**2° EXPOSCIENCE REGIONALE**  
 EINSTEIN 90-Carcassonne

**3° EXPOSCIENCE INTERNATIONALE**  
 E.S.I 91-PRAGUE  
 (Tchécoslovaquie)  
 Travaux sur l'imagerie Satellite

**1° RENCONTRES EUROPEENNES**  
 d'ASTRONOMIE AMATEUR  
 \*Prix Spéciale du Jury (Nîmes 91)

**3° EXPOSCIENCE REGIONALE**  
 EINSTEIN-92-Carcassonne  
 \*1° Prix Qualité de l'Animation  
 \*1° Prix de la Valeur Scientifique

**1° FESTIVAL DES EXPOSCIENCES 93**  
 Cité des Sciences et de l'Industrie

**4° EXPOSCIENCE INTERNATIONALE**  
 E.S.I 93 TEXAS U.S.A  
 Travaux sur l'imagerie et astronomie

**2° OLYMPIADE de PHYSIQUE**  
 Grenoble-94-Technologie CCD

**2° RENCONTRES EUROPEENNES**  
 d'ASTRONOMIE AMATEUR  
 Nantes 94

**FESTIVAL VIDEO CLIP 11**  
 \*1° Prix du Film scientifique  
 \*2° Prix : Documentation

**4° EXPOSCIENCE REGIONALE**

**3° OLYMPIADES de PHYSIQUE**  
 \*1° PRIX - Intensificateur d'Images

**OBSERVATOIRE de NARBONNE**  
 Club Astro M11 - Atelier Science

**PAE 81/82:**  
 Création du Club Astro  
 Achat d'une Lunette de 90mm et d'un  
 Télescope de 115/900.  
 Voyage à l'Observatoire de Nice,  
 Semaine Astro à la MJC de Narbonne.

**PAE 82/83**  
 Construction du Télescope de 318mm et de sa  
 monture (FSE-MAC-ANVAR-J Meunier)  
 Construction de la coupole ANAP (Mairie de  
 Narbonne-Narbonne-Pis)  
 Voyage en Algérie-Bélarus

**PAE 83/84:**  
 Construction de la coupole Polyester et de sa  
 tour d'observation (FSE-MAC-ANVAR-Mairie  
 de Narbonne-Narbonne-Pis)  
 \*\*\* Rassemblement d'Astronomes Amateurs  
 en Langedoc-Roussillon.  
 Mission SONATE (Pic du Midi)  
 Laurier Rencontres PAE (Paris)

**PAE 84/85:**  
 Construction du Radio-Télescope  
 14MMx132MHz (FSE-ANVAR-MAC-J.C.  
 François)  
 \*\* Rencontres Internationales Science  
 Technique Jeunesse (Toulouse)  
 Laurier Pessac pour la Découverte.

**PAE 85/86:**  
 Mise au point d'une caméra CCD linéaire  
 (THT801) (FSE-MAC-ANVAR-CH Buit)  
 Exposition Mission Vigneronne (CNES-CNRS-  
 Mairie de Narbonne)  
 Animation Fondation Méditerranée.  
 Soirée Astro Arago (Estapel)  
 Voyage Tunisie-Carthage

**PAE 86/87:**  
 Construction d'un Spectromètre à réseau  
 (FSE-MAC-ANVAR)  
 Science Fête (Toulouse)  
 2 for Laurier (CNRS-France)  
 \*Exposition Internationale ESI 87  
 (Québec-Université de Laval)  
 Semaine Astro à l'Observatoire.

**PAE 87/88:**  
 Construction du Photomètre à photodiode  
 (FSE-ANVAR-MAC).  
 Exposition Régionale EINSTEIN  
 2 for Laurier

\*Rencontres Internationales Méditerranéennes  
 (RIMASTJ-Rabat)

**PAE 88/89:**  
 Expérimentation Pédagogique  
 Images Satellitaires Médéous (D.C.15)  
 \*Exposition Internationale ESI 89  
 (Brux-Delegation France-AMSTJ)

**PAE 89/90:**  
 Images satellitaires-Carte de Numérisation  
 (ANVAR-MAC-CP-FSE)  
 C'est le Créateur de la Culture Scientifique et  
 Technique (CEA-Sadlay-M. Balon)  
 Exposition Régionale EINSTEIN.  
 Colloque International Antares  
 (Université IUSTL-Occidentale)

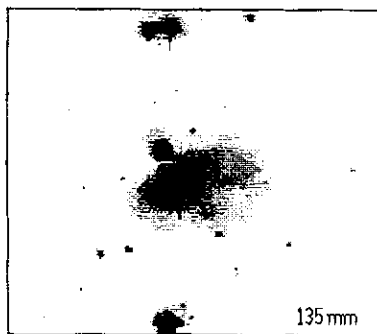
**PAE 90/91:**  
 Construction de l'intensificateur d'images  
 (Tube XX1360) (ANVAR-MAC-FSE)  
 \*Rencontres Européennes d'Astronomie  
 (Nantes-Prix spécial J.72)  
 \*Exposition Internationale ESI 91 (Prague)

**PAE 91/92:**  
 Construction du Plateau de 3.30m  
 (Société INACO-Consell Régional LR-Mairie)  
 Exposition Régionale EINSTEIN  
 Fête de la Science avec G Cohen Tannoudj

**PAE 92/93:**  
 Radioactivité Atmosphérique  
 \*Exposition Internationale ESI 93 (Texas)  
 Le livre en avant (Mairie de Narbonne-CEA de  
 Sadlay-P. BERGÉ de Chalon)  
 Festival des Expositions (CIM des Sciences)  
 Fête de la Science (N Andriah-IUSTL)

**PAE 93/94:**  
 IMAGEFIRE CCD-Sarlat-Matignon  
 \*Olympiades de Physique (Grenoble)  
 Semaine Astro (Mairie de Narbonne-P. LENA)  
 Expo - la physique en France des Prix Nobel  
 Festival Vidéo Science (Deux 1° Prix)  
 Fête de la Science  
 Ville-CEA-CERN-Observatoire de Paris.

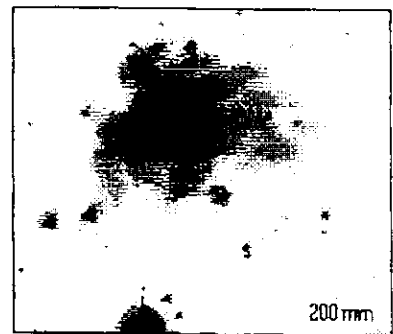
**PAE 94/95:**  
 Radioactivité-Détecteurs de particules.  
 (Commissariat-Maison des Lycéens)  
 \*Olympiades de Physique (1° Prix)  
 Expo: Les micelles Fleck  
 Ecole Normale Supérieure (Y Cassin)  
 Dossier MAPHEN sur les CCD  
 Journées HEBICHAM sur les CCD dans  
 l'enseignement des Sciences



135 mm

T: 30s + 40s

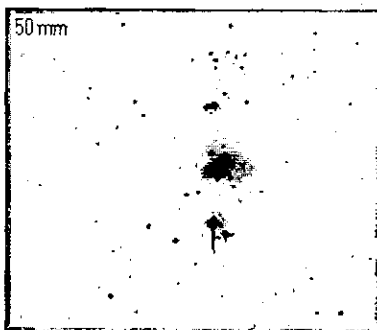
M42



T: 30s

200 mm

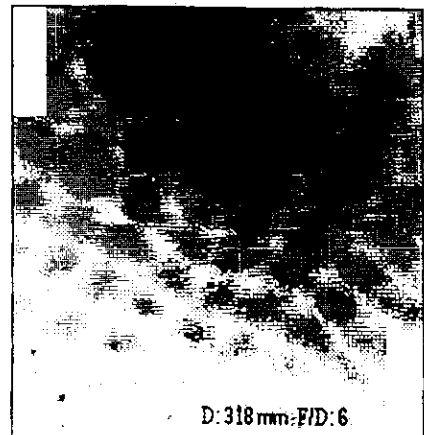
**CAMERA CCD LYNXX 192\*165**



50 mm

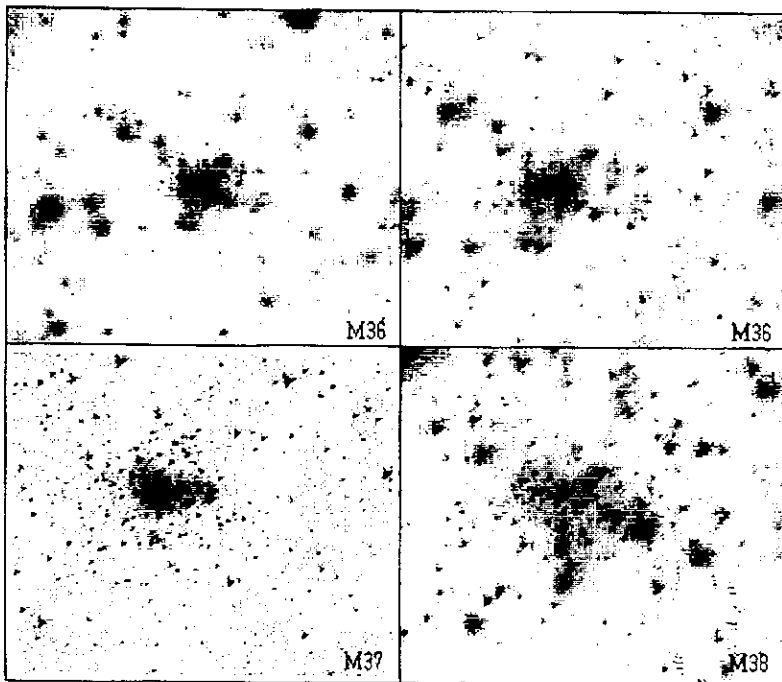
T: 30s

OBSERVATOIRE DE NARBONNE



T: 20s

D: 318 mm - F/D: 6

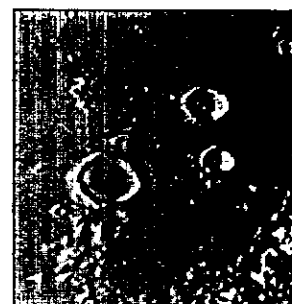
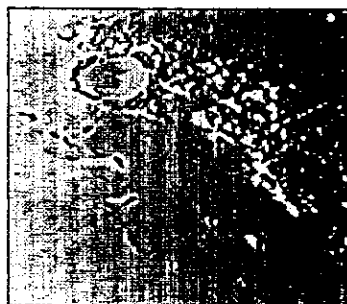
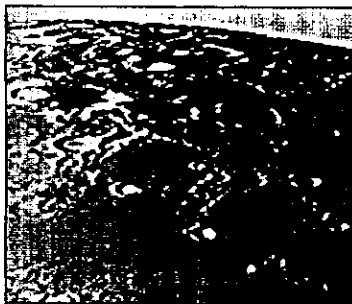


OBJECTIFS :

135 mm , 200 mm

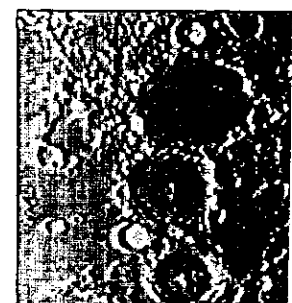
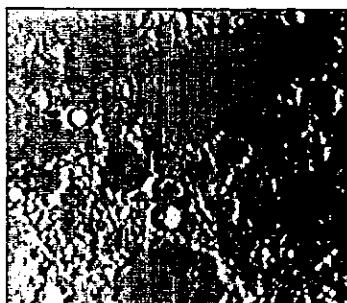
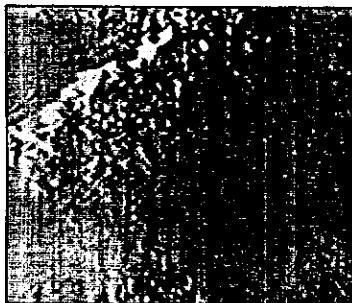
200 mm , 200 mm

LES AMAS DU COCHER  
CAMERA CCD LYNXX 192\*165



20/03/94-FOYER C8-LYNXX CCD-OBSERVATOIRE de NARBONNE (J.C)

1/Pole Nord 2/Platon-Alpes 3/Archimède 4/Appenins 5/Herchel 6/Ptolémée



Ø:HP-1:EPSON-2:HP4(64N)-3:HP4(256N)-4:PS-5:FICHER PS (Ø) : Ø  
Ø:NEGATIF - 1:POSITIF (1) : Ø