

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 34 (1976)
Heft: 154

Artikel: L'observation des galaxies avec la machine Cosmos
Autor: Williams, P.R. / Pratt, N.M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-899519>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Für den rein astronomischen Teil der Kulturgeschichte dürfte das wesentlichste Resultat dieser Untersuchung sein, dass im -4. Jahrhundert so schwache Sterne wie 4.2 bewusst beobachtet und vermutlich auch verzeichnet wurden. In der ganzen heute erhaltenen Literatur dieses Jahrhunderts ist sonst nur ein einziger noch schwächerer Stern namentlich erwähnt, nämlich *Kappa Cephei* in den Eudoxischen Fragmenten^{8c}).

Es liegt nun sehr nahe anzunehmen, dass während der Sechzigerjahre des -4. Jahrhunderts in der Platonischen Akademie die Oppositionsschleifen der 3 äusseren Planeten sehr sorgfältig überwacht wurden, um EUDOXOS' berühmte Hippopede-Theorie¹⁰) zu vollenden oder zu überprüfen, wozu ein ziemlich dichtes Netz von Anhaltsternen längs der Ekliptik hatte verzeichnet werden müssen. Es wäre auf diese Weise wohl Wochen im voraus festgestellt worden, dass eine Bedeckung oder ein naher Vorübergang bevorstand. EUDOXOS selber kam etwa -368 nach längerer Studien- und Lehrtätigkeit in der Fremde nach Athen zurück und lehrte an der Akademie bis zu dem unbekanntem Datum, als er nach Knidos übersiedelte und dort etwa -355 starb. ARISTOTELES' Werk verrät recht deutlich den Einfluss des EUDOXOS aus dieser Zeit, und ich glaube, dass es der Beobachtungsanleitung durch EUDOXOS zuzuschreiben ist, dass ARISTOTELES in astronomischen Belangen ein viel besserer und kritischer Beobachter ist als etwa in physikalischen.

So dürfte die Beobachtung der Bedeckung *Flamsteed 1 Geminorum* durch Jupiter unter dem direkten oder indirekten Einfluss des EUDOXOS erfolgt sein,

wenn nicht sogar in dessen Beisein. ARISTOTELES berichtet ja von einer Mehrzahl von Beobachtern¹⁾. Jedenfalls wird es mich gar nicht wundern, wenn wie eingangs erwähnt eine künftige Datierung des Ereignisses das Jahr -359 bestätigt und die übrigen ausschliesst.

Nachtrag:

Eine mir nachträglich bekannt gewordene Alternative von F. LASSERRE (Eudoxos, de Gruyter Berlin 1966) setzt den unveränderten Lebenslauf des Eudoxos etwa 10 Jahre später, was hier im letzten Abschnitt geäusserte Mutmassung etwas einschränkt.

Literaturverzeichnis:

- 1) ARISTOTELES: Meteorologica, Kap. 1-6, Abschn. 343 b.
- 2) KEPLER: Astronomia Nova, Ausg. 1609, S. 323.
- 3) I. DÜRING: Aristoteles (Winter, Heidelberg 1966) S. 347, Fussnote 12.
- 4) W. K. C. GUTHRIE, Ausgabe Aristoteles: Peri Ouranou (Loeb, London 1939) Fussnote S. 205.
- 5) B. L. VAN DER WAERDEN: Erwachende Wissenschaft, Bd. 2, S. 128. (Birkhäuser, Basel 1968).
- 6) K. SCHUCH: Planetentafeln für Jedermann (Linsler, Berlin 1927), Kolonne XX.
- 7) O. PEDERSEN: A Survey of the Almagest (University Press, Odense 1974).
7a) S. 412.
7b) S. 252 und 358.
- 8) HIPPARCHOS: Aratou kai Eudoxou Phainomenon Exegesis.
8a) Buch 1, Kap. 2, Abschn. 10 und 18.
8b) Buch 1, Kap. 2, Abschn. 18 und Buch 2, Kap. 1, Abschn. 20.
8c) Buch 1, Kap. 2, Abschn. 11.
- 9) ARISTOTELES: Ethika Nikomacheia, Buch 10, Abschn. 172 b.
- 10) G. V. SCHIAPARELLI: Le sfere omocentriche di Eudosso (Istituto Lombardo, Milano 1877).

Adresse des Verfassers:

K. LOCHER, Rebrain 39, CH-8624 Grüt.

L'observation des galaxies avec la machine Cosmos

par P. R. WILLIAMS et N. M. PRATT, Edimbourg, Australie.

Les progrès réalisés dans les domaines de la technologie des télescopes et des produits photographiques, qui permettent de déceler des objets beaucoup moins perceptibles et beaucoup plus distants avec une meilleure résolution, ont conduit à la mise au point d'une machine qui porte le nom de COSMOS (pour les initiales des termes anglais signifiant respectivement Coordonnées, Dimensions, Magnitudes, Orientations et Formes). Cette machine détecte et mesure à grande vitesse les positions et les détails de structure de nombreuses images d'étoiles et de galaxies précédemment enregistrées sur plaques photographiques. Elle offre un lien entre les télescopes photographiques et l'astronomie qui permet d'aborder de nombreux problèmes passionnants.

Une étude de l'hémisphère céleste boréal effectuée il y a quelque vingt-cinq ans au moyen du télescope SCHMIDT grand-angulaire de 1,22 mètre d'ouverture du Mont Palomar, en Californie, s'est avérée d'une valeur inestimable pour toutes les branches de l'astronomie. Dans l'hémisphère austral, la construction de gros instruments comme le télescope anglo-australien de 3,9 mètres a conduit le Conseil britannique de la recherche scientifique à prendre, en 1970, la décision de construire un télescope SCHMIDT grand-angulaire de 1,22 mètre d'ouverture à Siding Spring, en Australie, pour étudier l'hémisphère céleste austral.

Les progrès réalisés dans les domaines de la technologie des télescopes et des produits photographiques depuis la construction de l'instrument du Mont Palomar permettent au nouveau télescope de détecter des objets beaucoup plus faibles et plus distants avec une meilleure résolution, au point que l'on peut utiliser directement les observations pour étudier la structure d'une importante partie de l'Univers, et détecter des objets célestes inhabituels, qui pourront être examinés plus en détail par de plus gros télescopes du type petit-angulaire.

Cependant, pour parvenir à ces résultats objectivement, il fallait disposer d'une machine qui détecterait

et mesurerait les positions et les propriétés de structure de nombreuses galaxies à peine perceptibles sur les plaques photographiques à grande vitesse et enregistrerait ces informations sous une forme qu'un ordinateur pourrait traiter.

Le Conseil de la recherche scientifique pria donc l'Observatoire Royal d'Edimbourg d'établir un cahier des charges détaillé pour une machine capable de jouer ce rôle. Il était prévu que la machine serait à même de fonctionner en même temps que le télescope.

Critères applicables à la machine

Une plaque photographique de 355 mm de côté sur laquelle est orienté un télescope SCHMIDT de 1,22 mètre couvre une région du ciel d'un diamètre égal à douze fois celui de la Lune et peut enregistrer plusieurs millions d'images. L'étude de la construction d'une machine destinée à mesurer ces images tint compte de deux critères de base. En premier lieu, la machine devait être capable d'explorer la plaque en une période ne dépassant pas une journée, détectant toutes les images sur la plaque à des régimes allant jusqu'à un million à l'heure et mesurant la position, la grandeur, la densité photographique et la forme de chaque image avec assez de précision pour permettre des études statistiques. L'information de sortie devait se présenter sous une forme qui permettrait une analyse ultérieure par ordinateur pour séparer les images des étoiles de celles des galaxies. En second lieu, la machine devait être à même d'effectuer des mesures comparables mais très précises des étoiles ou des galaxies sélectionnées, plus lentement, et de mesurer les positions et les intensités des lignes des spectres de la lumière de toutes les étoiles et galaxies sur des plaques photographiques obtenues en montant un miroir prismatique sur le télescope.

Il fut proposé finalement d'adopter trois modes d'opération, chacun pouvant être utilisé indépendamment, mais tous aménagés pour produire des sorties complémentaires convenant aux diverses utilisations requises. Les modes sont connus sous les termes de mesure grossière, cadrage, et mesure de précision.

Pour la mesure grossière, les plaques devaient être explorées d'une manière permettant l'analyse directe et la réduction des données sur la machine COSMOS pour un débit à un régime correspondant aux vitesses de traitement de la bande magnétique. La même méthode d'exploration devait être utilisée pour le cadrage, mais, dans ce cas, l'information enregistrée sur bande magnétique serait destinée à une analyse indépendante subséquente sur un autre ordinateur. En mesure de précision, un second système d'exploration devait examiner des images sélectionnées et donner des informations plus précises sur la position et la magnitude des étoiles et sur la position, la magnitude, le rapport axial et l'orientation des galaxies. On accepta le fait que la haute résolution nécessaire à cet effet ralentirait la mesure. La régulation géné-

rale du système complet par un mini-ordinateur devait assurer la souplesse nécessaire.

Etude technique et construction

La machine COSMOS a été étudiée en commun par le personnel de l'Observatoire Royal d'Edimbourg et des Services d'Application des Ordinateurs de l'Université Heriot-Watt. Elle en est maintenant aux stades finaux de la mise en service à l'observatoire.

Heureusement, nous avons pu utiliser le socle de la machine employée précédemment avec le système GALAXY de mesure des plaques. Ce socle pèse environ 5000 kg et est constitué par une base en fonte avec un chariot qui est entraîné hydrauliquement pour se déplacer le long du sens des axes des x et des y et sur lequel repose le porte-plaque. La position du chariot est mesurée par des réseaux de franges d'interférence qui utilisent la distribution des interférences entre des faisceaux lumineux traversant deux écrans et donnent un intervalle de mesure de 0,5 micron. La linéarité et l'orthogonalité du mouvement du chariot sont précises à 2 secondes d'arc près. Les sources de lumière pour les deux systèmes d'exploration sont des tubes cathodiques Ferranti à «*Microspot*» qui, avec le système optique pour concentrer une image du spot dans le plan de l'émulsion de la plaque, sont montés au-dessus du chariot sur une pièce coulée en pont non-magnétique. La brillance du spot de chaque tube cathodique est contrôlée continuellement et maintenue à un niveau constant.

La lumière du spot concentré transmise à travers la plaque est recueillie et mesurée par des photomultiplicateurs abrités dans une cuvette centrale, pour donner une valeur de la transmission photographique, ou de la mesure selon laquelle la lumière est transmise et, indirectement, une valeur de la densité photographique en tout point de la plaque. Le matériel est situé dans une atmosphère contrôlée où la température est maintenue à $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Mesure grossière

Lorsque le système travaille à grande vitesse pour détecter et mesurer toutes les images sur une zone choisie de la plaque, on utilise un tube cathodique avec une exploration linéaire parallèle à l'axe des x en même temps qu'un mouvement contrôlé continu du chariot dans l'axe des y pour former une exploration en analyse totale d'image du type que l'on utilise en télévision. La position du spot dans l'exploration est contrôlée et directement reliée au système de mesure du chariot principal. Les composantes optiques produisent une image de l'exploration dans le plan de l'émulsion de la plaque, avec un grossissement de 0,25. L'exploration est divisée en 128 tranches d'accroissement, comme illustré sur le schéma 1, dont on peut fixer la grandeur à 8, 16 ou 32 microns, ce qui donne des couloirs explorés de 1, 2 ou 4 mm de largeur. Les temps nécessaires pour explorer une plaque complète de 355 mm de côté pour les trois grandeurs

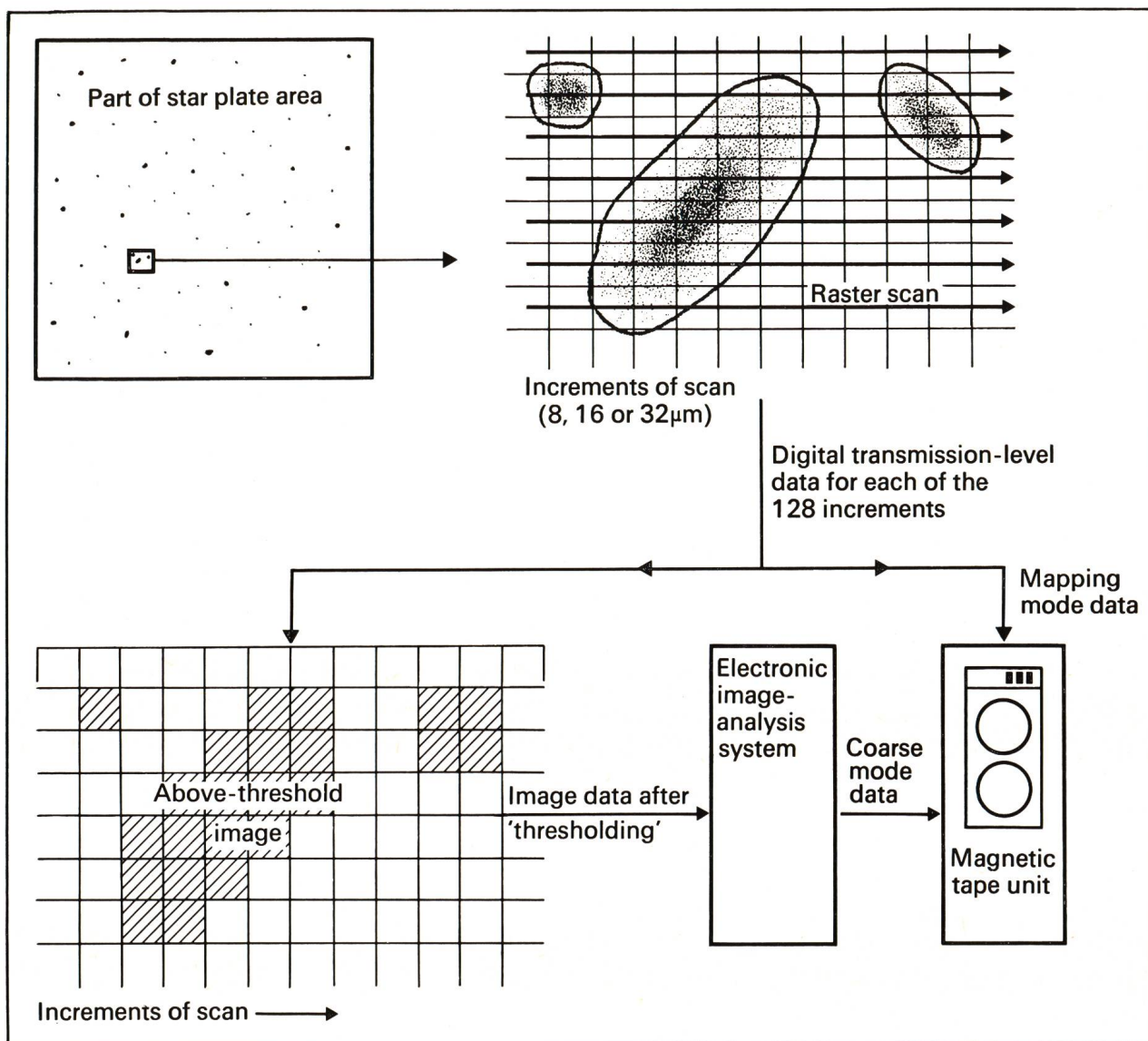


Fig. 1: Séquence de traitement de l'information en provenance de la plaque dans les modes de mesure grossière et de cadrage.

de tranches d'accroissement sont respectivement de 18, 5 et 1,5 heures.

Pour mesurer la transmission photographique pour chaque accroissement de l'exploration, on effectue la conversion en un niveau d'une série de 128 niveaux de transmission, ce qui est suivi d'une comparaison avec une valeur de «seuil» de transmission. Les accroissements au-dessus du seuil sont traités comme une image et analysés sur un analyseur d'images qui produit 8 éléments d'information par image auxquels on se réfère à nouveau plus tard. Avec l'information intéressant la position du chariot à la fin de l'exploration, à l'achèvement de l'analyse d'une image, ces données sont transférées sur bande magnétique, au rythme de 4000 images par seconde. La valeur de seuil est réglée automatiquement par l'ordinateur pour assurer la compensation des diverses densités du fond.

Des informations synthétiques destinées à simuler les images de forme inhabituelle, engendrées par l'ordinateur, peuvent être insérées dans le système en mode grossier pour vérifier l'atteinte du seuil et l'exécution de l'analyse.

Pour le cadrage, l'exploration est la même que pour la mesure grossière, mais le niveau de transmission pour chaque accroissement le long de l'exploration est enregistré sur bande magnétique. Ce mode est utilisé pour «cadrer» les régions intéressantes ou complexes comme les ponts entre les galaxies afin que les résultats puissent être examinés en plus grands détails au moyen d'autres ordinateurs.

Mesure de précision

Un second système d'exploration utilise un générateur d'exploration elliptique pour produire une famille de 1024 ellipses concentriques sur le tube ca-

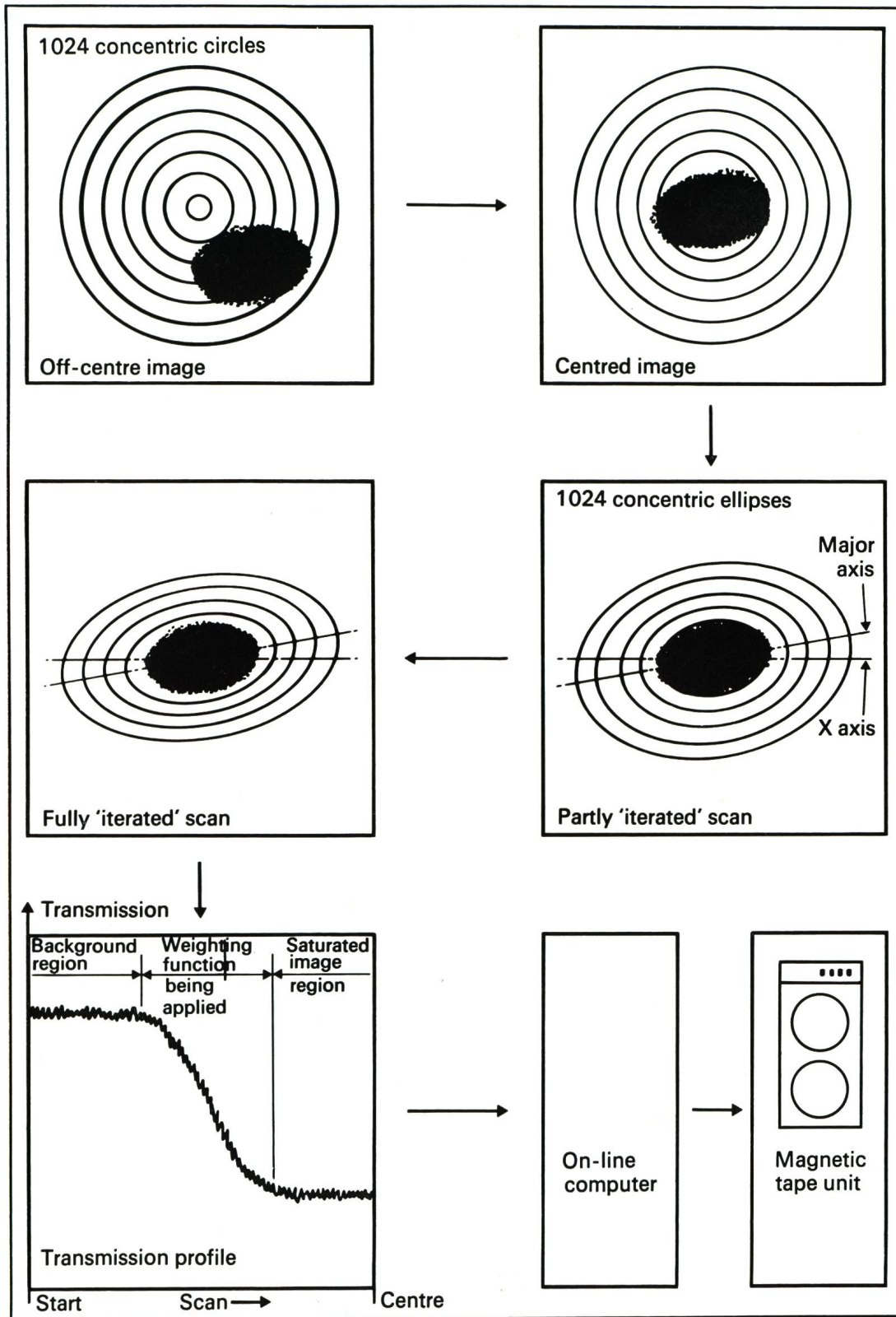


Fig. 2: Séquence de traitement dans le mode de mesure de précision. Lorsque l'image a été complètement «itérée», l'ordinateur transfère l'information sur cette image au dérouleur de bande magnétique. L'ordinateur assure la régulation du centrage de l'image et «l'itération» de l'exploration.

thodique. Le système optique offre un facteur de «dégrossissement» allant jusqu'à 240 pour lequel on utilise un miroir à champ plat de 4 mm. La profondeur de champ d'un tel miroir est très petite, si bien que le système optique peut se déplacer sur la surface de la plaque dont il est séparé par un collier annulaire; un système d'équilibrage pneumatique maintient la force exercée par le collier sur la plaque à un niveau d'une faiblesse appropriée.

Lorsqu'on a obtenu les positions et les autres détails des images sur la plaque, soit directement par la mesure grossière, soit indirectement d'après une analyse par ordinateur du cadrage, on prépare une liste des positions et, pour les images elliptiques, leur forme et orientation approximatives, et on les mémorise sur l'ordinateur de la machine COSMOS. La séquence des opérations pour la mesure de chaque image commence par la mise en place de l'image près de l'axe d'exploration (voir schéma 2), avec utilisation de l'information contenue dans cette liste. Le générateur d'exploration produisant une famille d'explorations circulaires, la sortie du photomultiplicateur qui recueille la lumière transmise à travers la plaque, révèle le décalage, quel qu'il soit, qu'il y a entre le centre de l'image et l'axe d'exploration et amorce le mouvement du chariot pour centrer l'image avec précision.

En utilisant l'information sur la forme et l'orientation des ellipses, l'ordinateur entraîne le générateur d'exploration à produire une famille d'explorations elliptiques correspondantes. Il les modifie alors progressivement par petites étapes jusqu'à ce que l'interprétation de la sortie du photomultiplicateur indique le meilleur accord entre l'exploration et l'image,

processus connu sous le terme d'itération. En même temps, l'information intéressant la lumière transmise à travers la plaque, en procédant du bord extérieur vers le centre de l'exploration, est accordée par rapport à une série de profils théoriques mémorisés sur l'ordinateur pour donner une mesure de la grandeur de l'image. Toutes ces itérations ont lieu sous le contrôle d'une «fonction de pondération» qui donne la priorité au bord de l'image où se trouvent la plupart des déformations.

À l'achèvement de ces opérations, les données sur l'image qui contiennent les positions avec une précision de $\pm 0,5$ micron, les magnitudes à 1% près et la forme et l'orientation des ellipses à 2% près sont enregistrées sur bande magnétique.

Les spectres émanant du miroir prismatique sont examinés et on recherche les raies d'émission ou d'absorption, donnant une mesure de leur position et de leur intensité.

Traitement de l'information

L'information enregistrée sur les bandes magnétiques par la machine COSMOS est traitée au Laboratoire d'Ordinateur Atlas du Conseil de la recherche scientifique à Didcot, dans le comté d'Oxford, pour produire des bandes destinées aux «utilisateurs» qui la présentent sous une forme plus commode pour analyse. Les résultats montrent la position du «centre» de chaque image avec une précision de ± 3 microns, la largeur et la longueur maximales de l'image et sa surface. Ils montrent également la lumière transmise à travers la partie la plus dense de l'image et le quadrant dans lequel l'image se situe. Il se constitue

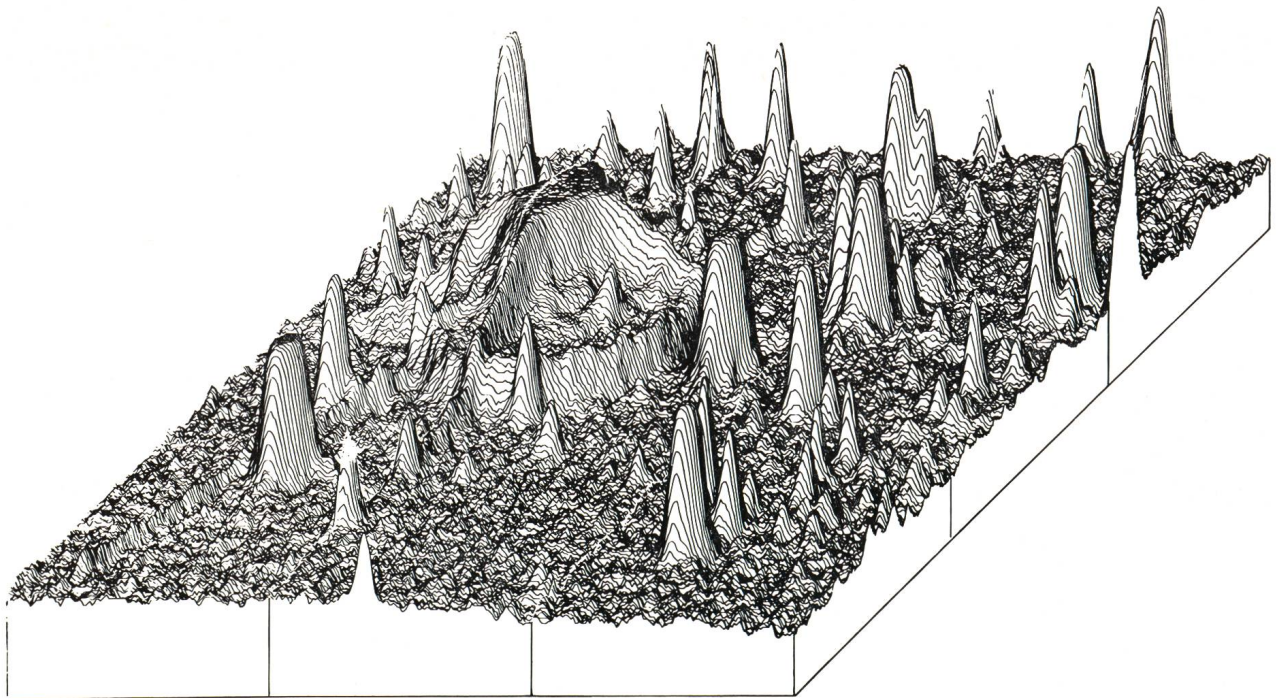


Fig. 3: Carte d'intensité d'une section de la plaque de 3 mm de côté correspondant à une région du ciel de 3,3 minutes d'arc de côté produite par ordinateur à partir de données en mode de cadrage.



Fig. 4: Prise par le télescope SCHMIDT de 1,22 mètre à Siding Spring, cette photographie montre un amas de galaxies dans la constellation de l'Hydre. De nombreuses galaxies elliptiques sont réparties dans cette région et l'on peut voir un grand nombre de galaxies en arrière-plan à des distances allant jusqu'à 10 000 millions d'années-lumière.

progressivement, à l'observatoire, une bibliothèque de programmes d'ordinateur destinés aux astronomes qui utilisent l'information provenant des bandes pour «utilisateurs».

Comportement effectif

La mesure des plaques et l'évaluation de l'information produite indiquent que le système respecte et, dans certains cas, dépasse le cahier des charges original. Des plaques obtenues à l'aide du télescope SCHMIDT de 1,22 mètre de Siding Spring sont mesurées et les résultats sont utilisés pour évaluer la capacité du système de mesure grossière à déterminer si les images sont des étoiles, des galaxies ou autre chose. La réussite de ces travaux dépend de la capacité du système à déterminer la région d'une image et la valeur de la transmission minimale qui passe à travers d'elle. Les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent que les étoiles et les galaxies peuvent être identifiées avec 95% de certitude.

On trouve la plupart des galaxies près de la limite actuelle de l'observation, à peu près à mi-chemin du

«bord» de l'Univers. Les résultats préliminaires de la machine COSMOS ont confirmé ceux qui ont été obtenus par des mesures «manuelles» du groupement des galaxies par cinq ou six ainsi que l'existence d'un «super» amas de galaxies proche de la nôtre.

En plus de ces études extra-galactiques, la machine COSMOS a été utilisée pour produire des cartes d'intensité des plus petits globules que l'on ait encore trouvés dans notre propre galaxie. Les globules sont de petits nuages interstellaires denses à l'intérieur desquels les étoiles se forment.

D'autres systèmes optiques permettent à COSMOS de mesurer des plaques provenant d'instruments autres que les télescopes SCHMIDT.

Cette machine a mesuré notamment des images de quasars prises avec le télescope à miroir de 40 pouces (100 cm) de l'observatoire de Sutherland, en Afrique du Sud.

Adresse des auteurs :

P. R. WILLIAMS et Dr. N. M. PRATT, Université Heriot-Watt, Edimbourg, Australie.