

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 18 (1965)
Heft: 3

Artikel: Note sur la variation de sensibilité spectrale d'un photomultiplicateur
Lallemand avec la direction et l'intensité d'un champ magnétique
Autor: Rufener, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-739234>

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: 30.06.2025

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

F. RUFENER — . — Note sur la variation de sensibilité spectrale d'un photomultiplicateur Lallemand avec la direction et l'intensité d'un champ magnétique.

RÉSUMÉ

On étudie l'action d'un champ magnétique sur la sensibilité spectrale d'un photomultiplicateur Lallemand. Pour des champs perturbateurs ≤ 8 champs terrestres, on montre que les variations de sensibilité observées ont leur origine au voisinage de la photocathode. L'effet protecteur d'un blindage est décrit.

1. INTRODUCTION

Au cours des observations de photométrie en 7 couleurs faites au Jungfraujoch, j'avais détecté, lorsque nous mesurons une étoile polaire, un effet chromatique lié au retournement de notre télescope. Cet effet était le plus sensible sur les indices B-V, B_2-V_1 et B_2-G ; il pouvait atteindre 0,02 à 0,03 magnitude. Un examen approfondi a permis de mettre en cause l'action du champ magnétique terrestre. Le photomultiplicateur à 20 étages et photocathode Sb-Cs était alors monté dans le photomètre [1] tel que le laboratoire de M. A. Lallemand nous l'avait livré (le photomultiplicateur emboîté dans une enveloppe d'acier doux relativement mince, soit environ 1 mm d'épaisseur). Le photomètre était accroché au télescope [2] de telle manière qu'un retournement lors d'une visée en direction du pôle correspondait à une inversion de la direction longitudinale du PM par rapport au champ magnétique terrestre. Ces observations m'ont incité à étudier en laboratoire les effets d'un champ magnétique variable, en direction et en intensité, sur le photomètre original. Nous avons réalisé un blindage supplémentaire et ensuite contrôlé le comportement du photomètre modifié dans les mêmes conditions. Je vais résumer dans cette note les quelques faits particuliers qui ont été bien établis, et donner l'ordre de grandeur des améliorations apportées par le nouveau montage.

2. CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Le photomètre et l'équipement de mesure étaient les mêmes que ceux utilisés pour les observations [2].

La Source

Il m'a paru important que les conditions d'éclairement de la cathode ne soient pas trop éloignées des conditions astronomiques. La lampe à incandescence utilisée était suivie d'un système optique reconstituant approximativement un faisceau de même ouverture que celui issu du télescope et formant une image sur la même plage de la photocathode que celle utilisée pendant les mesures. Le courant passant dans la lampe (Lampe Philips pour cinéma sonore) était stabilisé par un tube fer-hydrogène et l'ensemble bien protégé des courants d'air.

Le champ magnétique

Il était obtenu à l'aide d'une bobine de Helmholtz qui permettait de créer un champ relativement homogène dans la zone du photomultiplicateur. (Uniforme au 3^e ordre au centre de symétrie de la bobine). Ce champ pouvait être facilement variable en intensité et en direction. Afin de ne pas multiplier trop les conditions expérimentales j'ai choisi de diriger le champ selon 3 directions orthogonales. L'une d'entre elles était confondue avec l'axe optique (verticale), une autre était confondue avec l'axe de l'optique électronique (longitudinale); la troisième étant la direction transversale.

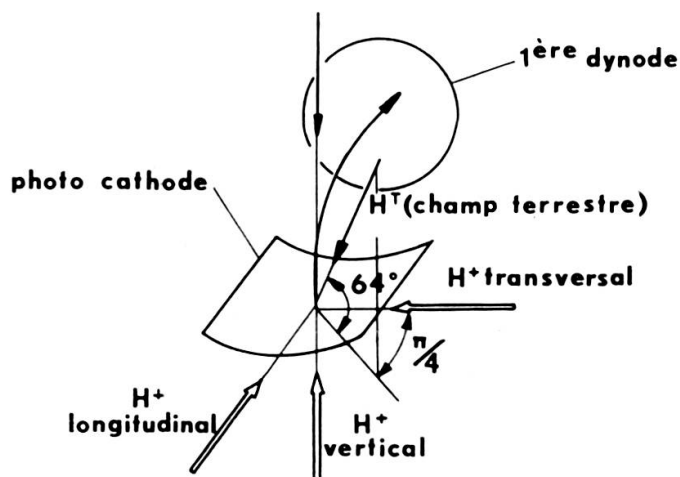


Fig. 1.

Les intensités du champ utilisées étaient échelonnées entre des valeurs de ± 1 à ± 8 champs terrestres (le signe $\pm$ signifiant l'inversion du champ dans chaque direction).

La construction du photomètre ne faisant appel qu'à très peu de matériaux magnétiques, je ne crois pas que le champ créé par la bobine ait été notablement modifié par son application sur le photomètre. Dans tous les cas, le champ magnétique terrestre était superposé au champ de la bobine. Pour des raisons pratiques, je n'ai pas recherché à confondre le champ terrestre avec une des directions principales; la figure 1 montre les directions et sens des champs en présence.

3. ACTION D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE VARIABLE EN INTENSITÉ ET EN DIRECTION SUR LE COURANT D'OBSCURITÉ

Aucune influence sur le courant d'obscurité n'a été décelée pour des intensités de ± 8 champs terrestres selon les trois directions ci-dessus. L'expérience ayant été faite avec une tension d'alimentation du *PM* de 400, 1000 et 1500 volts. La température de la cellule étant voisine de 25° C.

Ce premier fait expérimental permet de tirer les conclusions suivantes:

- a) L'amplification par les dynodes n'est pas affectée par des champs de cet ordre de grandeur.
- b) La statistique des électrons d'origine thermique qui atteignent la première dynode n'est pas sensiblement modifiée par les champs utilisés.
- c) Corrélativement, on peut en déduire que les champs de cette gamme d'intensité perturbent essentiellement la progression des photo-électrons vers la première dynode.

4. LOCALISATION DE LA ZONE SENSIBLE AUX EFFETS DU CHAMP MAGNÉTIQUE

Le phénomène observé se manifestait surtout à partir de $5000 \text{ \AA}$; j'ai donc choisi pour cette expérience, d'étudier la source au travers du filtre V de notre système. La tension d'alimentation du PM a été fixée à 1300 V . L'intensité du champ était égale à 2 champs terrestres dont le sens pouvait être inversé, soit H^+ et H^- , quant à la direction, elle était perpendiculaire au plan formé par l'axe optique et l'axe de l'optique électronique (direction transversale).

J'ai mesuré la variation du rapport $\frac{d_{H^+} - d_{H^-}}{d_{H^+}}$ en fonction du déplacement de l'axe de symétrie du champ, parallèlement à lui-même, celui-ci restant concourant à l'axe de l'optique électronique. d_{H^+} et d_{H^-} sont les déviations observées respectivement avec les champs H^+ et H^- ; la figure 2 montre d'une part, le schéma instru-

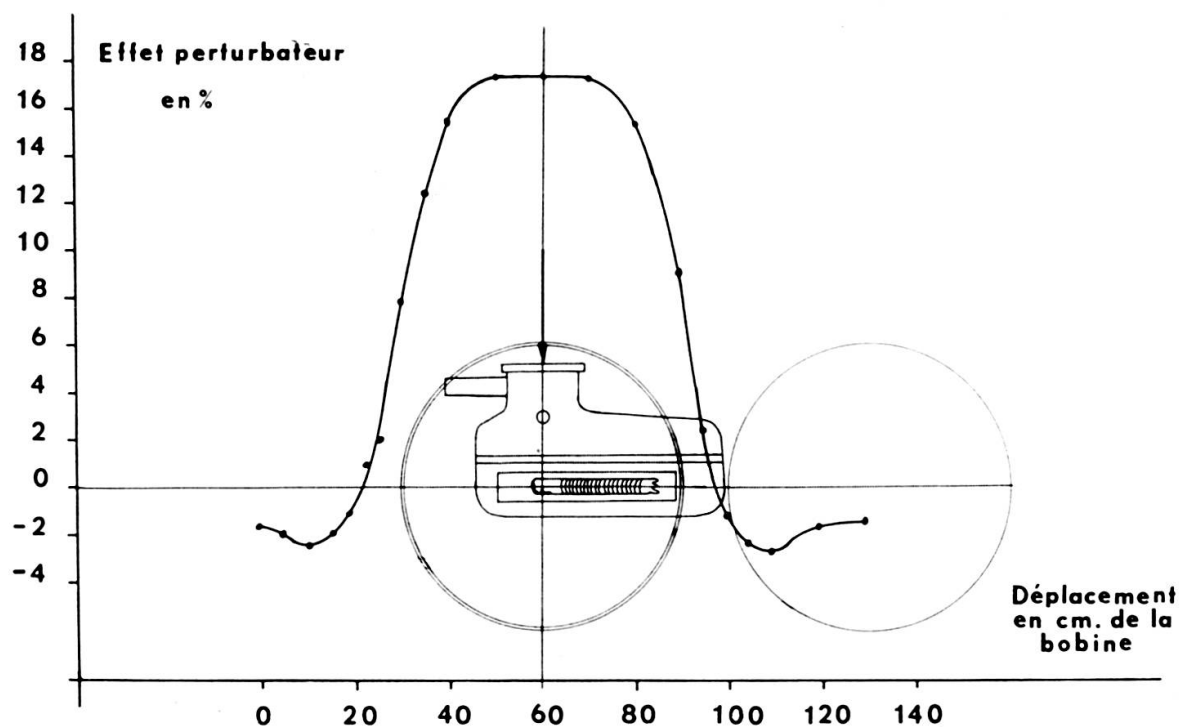


Fig. 2.

mental lorsque la bobine de Helmholtz est centrée sur la zone de la photocathode et, d'autre part, la variation du rapport $\frac{d_{H^+} - d_{H^-}}{d_{H^-}}$ en fonction du déplacement de la bobine (cette dernière représentation utilise pour l'axe des abscisses la même échelle que celle du schéma). On remarque sur cette figure que l'axe de symétrie de la représentation de l'effet perturbateur passe par la zone de la photocathode. Cette expérience confirme que l'effet du champ magnétique est localisé au voisinage de la photocathode et, que les dynodes sont certainement très peu influencées par des champs de cette importance. Elle montre accessoirement que la zone de champ relativement uniforme est suffisamment grande par rapport à la photocathode.

5. MESURE DE L'EFFET D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE VARIABLE EN INTENSITÉ ET EN DIRECTION SUR LA MESURE DES COULEURS DE LA SOURCE

Pour les trois directions centrées sur la photocathode (transversale, verticale et longitudinale) et pour 8 valeurs du champ utilisées chaque fois dans les deux sens (H^+ et H^-), j'ai mesuré les changements de déviation par rapport à l'absence de

**Schéma d'observation d'une couleur
pour une intensité du champ**

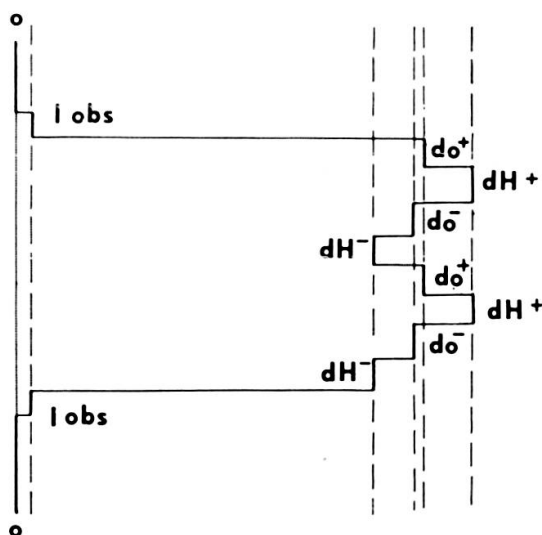


Fig. 3.

champ supplémentaire, cela pour nos sept bandes passantes. Ces mesures systématiques ont été faites avec une tension d'alimentation du photomultiplicateur de 1100 V.

Il est inutile de présenter ici tous ces résultats, même sous forme graphique.

La figure 3 décrit le schéma des mesures et la figure 4 donne un exemple des faits observés. Définissons par d_{H^+} et d_{H^-} les déviations correspondant à des champs H^+ et H^- , par d_0^+ et d_0^- les déviations mesurées en l'absence de champ supplémen-

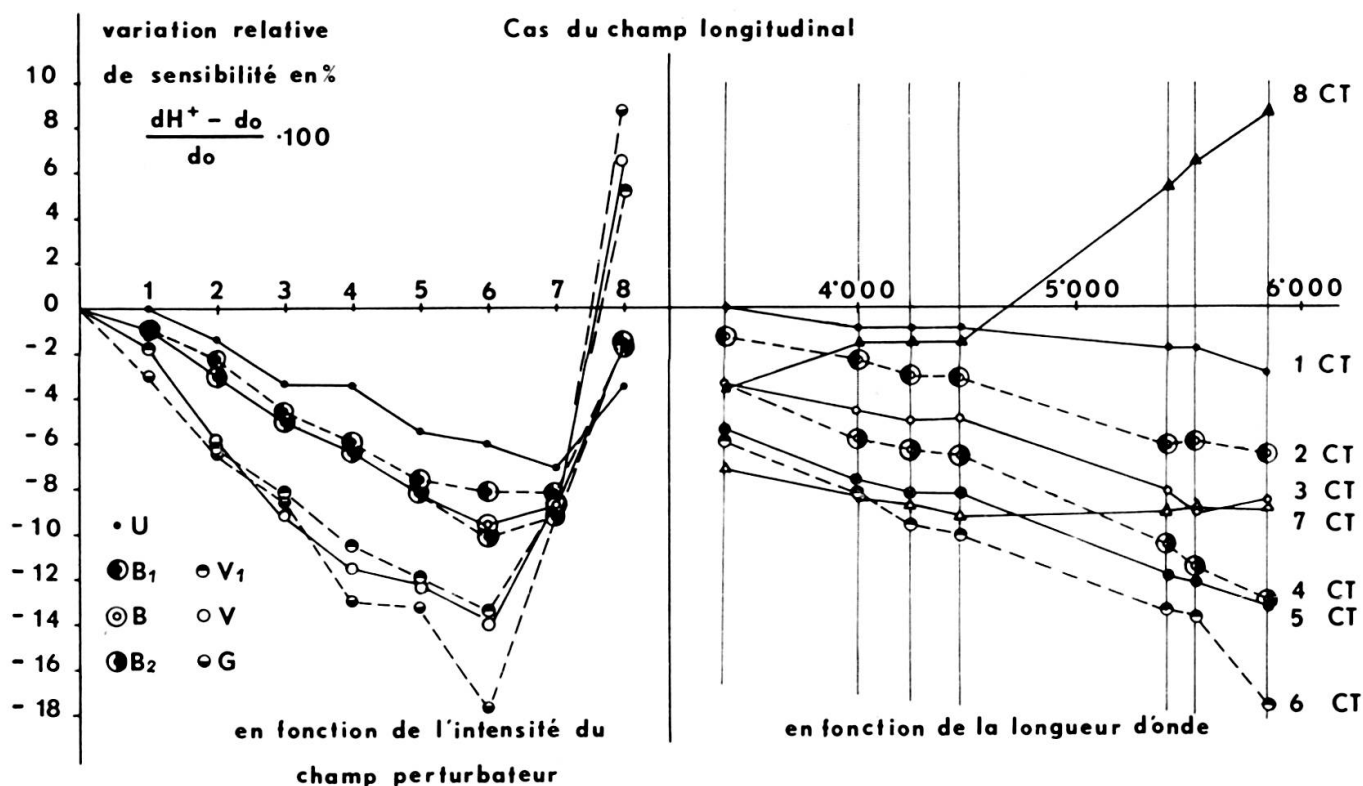


Fig. 4.

taire au champ terrestre, mais après l'application d'un champ H^+ respectivement H^- ; et par d_0 une déviation moyenne

$$d_0 = \frac{d_0^+ + d_0^-}{2}$$

L'ensemble des renseignements acquis peut se résumer par les remarques suivantes:

- Variation du signal relativement faible pour tous les champs dans la direction verticale (variations extrêmes $\frac{d_{H^+} - d_{H^-}}{d_0} < 3\%$ pour ± 8 champs terrestres); aucun effet chromatique net.
- Pour les champs de directions transversale et longitudinale des effets très importants se manifestent; ils ne répondent pas à des lois simples. La distribution des photo-électrons émergeant de la photocathode et surtout leur mode de propagation dans le champ électrique de la 1^{re} dynode sont profon-

dément modifiés. Si l'on considère les variations relatives du signal, soit

$$\frac{d_{H^+} - d_0}{d_0} \text{ ou } \frac{d_{H^-} - d_0}{d_0}$$

en fonction de l'intensité du champ, on constate qu'elles ne sont pas proportionnelles à l'intensité du champ; de plus, leur signe n'est pas lié au signe du champ; par contre, ces mêmes variations sont systématiquement deux à trois fois plus importantes pour les grandes longueurs d'onde que pour les faibles.

On peut même considérer que dans le domaine de longueurs d'ondes utilisé ($3400 < \lambda_0 < 5900$), ces variations croissent linéairement avec λ , quels que soient l'intensité ou le signe du champ transversal ou longitudinal, (le facteur de proportionnalité et le terme constant d'une telle relation quasi linéaire variant beaucoup avec l'intensité ou le signe du champ).

- c) Un phénomène supplémentaire apparaît dans le cas des champs transversaux. C'est un effet d'hystérésis dont l'amplitude peut être caractérisée par $\frac{d_0^+ - d_0^-}{d_0}$. Cet effet est aussi nettement chromatique. Quasiment nul pour le filtre U, il croît linéairement avec la longueur d'onde ainsi qu'avec l'intensité du champ, pour atteindre dans le cas du filtre G, une valeur de 6% lorsque l'intensité est de 8 champs terrestres.

6. INTERPRÉTATION QUALITATIVE

En considérant les seuils de sensibilité du *PM* on peut estimer que l'énergie cinétique des photoélectrons sortant de la cathode est en moyenne, telle que :

$$0 \leq \frac{m_e V^2}{2} \leq 2,2 [eV]$$

Dans le cas de cette expérience, l'énergie communiquée aux photoélectrons entre la cathode et la première dynode est de 55 eV. Cela sur un trajet de l'ordre de 3 cm. On peut donc admettre que les photoélectrons « orange » auront atteint la vitesse des photoélectrons « UV » à leur sortie de la cathode après un trajet de 1 à 1,5 mm. Nos mesures ont montré que l'action du champ magnétique était beaucoup plus faible sur les photoélectrons « UV » que sur les photoélectrons « orange ». On peut donc penser que c'est pour les deux premiers millimètres de leur trajectoire qu'un champ magnétique peut être gravement perturbateur, avant que l'énergie cinétique des photoélectrons atteigne 3 à 4 eV. A cette distance de la cathode, la vitesse des photoélectrons est en moyenne normale à la couche photosensible. En effet, d'une part les

photoélectrons expulsés de la cathode ont une vitesse initiale dont la résultante statistique est normale à la surface, d'autre part les lignes de champ électrique sont encore peu inclinées sur la normale lorsqu'on est aussi près de la cathode. Les deux remarques précédentes sont confirmées par le fait qu'un champ magnétique orienté dans la direction de la vitesse des photoélectrons au voisinage de la photocathode (direction verticale) ne perturbe presque pas la sensibilité du *PM*, c'est-à-dire, les débuts de trajectoires des photoélectrons ($\vec{V} \times \vec{H} = 0$). Par contre, lorsque le champ magnétique est perpendiculaire à la direction de la vitesse, les effets sont maximums. Dans ces cas, le rayon de courbure de la trajectoire d'un électron est proportionnel au module de la vitesse; il est alors normal que les trajectoires des photoélectrons « orange » soient les plus déformées et par suite, que la sensibilité spectrale dans le rouge présente les plus grandes variations. On comprend aussi que ces modifications de trajectoire ne conduisent pas à des changements corrélatifs monotones en fonction de l'intensité du champ.

7. INFLUENCE DE LA TENSION D'ALIMENTATION DU PHOTOMULTIPLICATEUR

Il est évident qu'un changement du champ électrique entre cathode et première dynode va modifier quantitativement les observations décrites au § 5. (C'est d'ailleurs

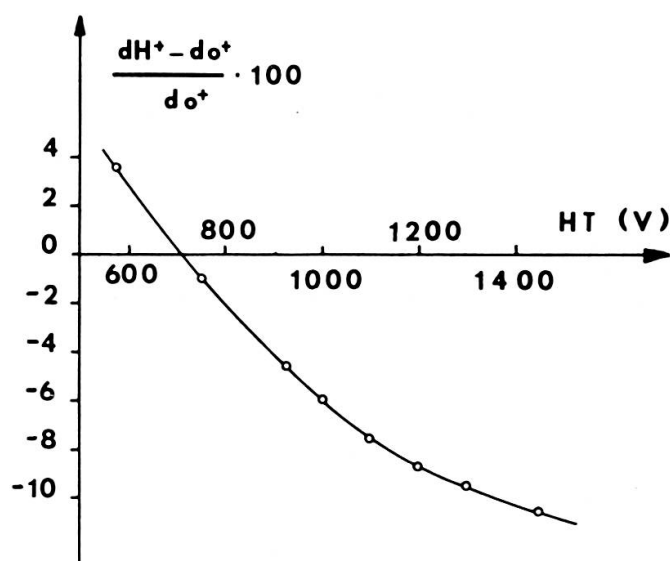


Fig. 5.

la raison principale pour ne pas en détailler trop la description). L'action d'un champ électrique variable n'a pas été étudiée systématiquement en fonction des autres paramètres; seuls quelques cas particuliers ont été examinés. La figure 5 montre par exemple les observations faites sur la couleur V avec ou sans un champ transversal H^+ , d'intensité égale à 3 champs terrestres pour différentes tensions d'alimentation.

8. BLINDAGE

Le blindage qui a été ajouté au boîtier original du *PM* a été combiné avec un manchon de refroidissement. Il s'agit d'un cylindre à deux parois de 2 mm en acier doux auquel a été superposé un manteau de μ -métal de 0,9 mm d'épaisseur. Le photomètre muni de son blindage a été soumis aux mêmes expériences que celles décrites dans le § 5. Les effets d'un champ perturbateur ont été très nettement amoindris. On peut en juger par les renseignements fournis ci-dessous.

Champ transversal: Variation de gain $< \pm 0,8\%$ pour ± 5 champs terrestres; effet chromatique insensible en-dessous de 5 champs terrestres.

Champ longitudinal: Effets encore sensibles, mais réduits par un facteur 5 environ. Variation de gain $< \pm 1\%$ pour ± 2 champs terrestres; effets chromatique insensible jusqu'à ± 2 champs terrestres.

Champ vertical: Variation de gain $< \pm 0,8\%$ pour ± 8 champs terrestres.

Le blindage se révèle suffisant pour éliminer l'influence du champ terrestre. On remarque toutefois que pour un champ longitudinal, son efficacité est moins grande. Cela est probablement dû à la position asymétrique occupée par la photocathode à l'intérieur du blindage.

*Observatoire de Genève
mai 1965*

[1] GOLAY, M., (1959) *Orion*, N° 64, pp. 573-581.

[2] RUFFENER, F. (1964), Publ. Obs. Genève, série A, N° 66.

Manuscrit reçu le 23 juin 1965.

Louis MARTINET. — Abondance initiale d'étoiles légères dans les amas ouverts.

1. En conséquence de l'évolution intrastellaire et de l'évasion des étoiles les plus légères, la masse totale d'un amas décroît au cours du temps. La fonction des luminosités $\psi(M_v)$ observée, que l'on relie facilement à la fonction des masses $\psi(m)$, peut fournir certaines indications sur l'état évolutif de l'amas. Au cours du temps, l'évaporation stellaire n'affecte pratiquement que la partie faible de la fonction des luminosités $\psi(M_v; t)$. Une estimation théorique globale de la variation évolutive de cette fonction peut être envisagée en définissant le paramètre

$$D(t) = \frac{\log \psi(M_{v_1}; t) - \log \psi(M_{v_2}; t)}{M_{v_1} - M_{v_2}} \quad (1)$$