

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 35 (1977)  
**Heft:** 163

**Artikel:** Le problème cosmologique et ses hypothèses V [Fortsetzung]  
**Autor:** Dubois, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899427>

### **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:** 23.02.2026

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

Da, vor uns, eine grosse Wolkenlücke. Noch 10 Minuten bis zur Finsternis. Wir eilen zu den Fahrzeugen. Der eine Jeep hat Zündschwierigkeiten. Wir lassen ihn stehen und versuchen, mit dem andern in die Nähe des vor uns liegenden Strahlenkegels zu fahren. Wir bleiben stecken. Zu Fuss hüpfen wir nun von Grasbüschel zu Grasbüschel. Es reicht nicht mehr. Noch trennen uns einige hundert Meter. Wir bleiben stehen, allein in der unendlichen Weite der Llanos. Das Licht wird immer fahler. Die Vögel hören auf zu singen. Eine Rinderherde bewegt sich langsam Richtung Dorf. Eine unheimliche Stille legt sich über die Landschaft. Wir kauern im Gras. Der orangerot verfärbte Horizont links und rechts lässt uns erkennen, dass dort die Sonne im gewohnten Glanz strahlt. Es ist still.

Die Finsternis ist vorbei. Wir kehren zu den andern zurück. Sie sind etwas enttäuscht. Dennoch war die Finsternis ein einmaliges Erlebnis. Wir hatten die Gelegenheit, die wunderbare Stimmung in der Landschaft in uns aufzunehmen. Wir «mussten» nicht die Korona betrachten und möglichst viele Bilder schiessen.

Wir verpacken unsere Instrumente und kehren noch in dieser Nacht nach Sogamoso zurück.

*Bogota, 13. Oktober 1977*

Nach einigen Umwegen und Abstechern trafen wir um 18 Uhr flohverbissen, schmutzig und müde im Hotel Bacatà ein.

Beim Cocktail in der Schweizer Botschaft, der zu Ehren von Professor Waldmeier und ein wenig auch

für uns gegeben wurde, beruhigten sich die Gemüter recht bald.

Morgen fliegen wir nach Cartagena und bald geht es heim. Im Karibischen Meer wollen wir noch einige Schwimmzüge machen.

*London, 17. Oktober 1977*

Eigentlich sollten wir zuhause sein. Wir sitzen aber in der Hotelhalle des Heathrow-Hotels.

In Caracas hatte die KLM-Maschine bereits 15 Stunden Verspätung. Deshalb buchten wir unsere Tickets um auf eine Maschine der venezuelischen Fluggesellschaft VIASA. Der Flug sollte uns über Lissabon, London, Amsterdam nach Zürich bringen. Ein Defekt an der Maschine hielt uns aber hier zurück.

*Burgdorf, 18. Oktober 1977, 00.30 Uhr*

Vor einer halben Stunde sind wir nach Hause gekommen. Dank der Flexibilität der SWISSAIR konnten wir direkt nach Zürich fliegen. Die Rückreise dauerte nun 57 Stunden und wir hatten 28 Stunden Verspätung. Das alles konnte uns aber nicht betrüben. Die Reise war ein unerhörtes Erlebnis, und wir möchten allen danken, die uns bei den Vorbereitungen und auch während der Reise unterstützten. Ganz besonders Peter Boller, der mit viel persönlichem Einsatz den Abstecher in die Llanos organisierte, und Edi Moser, der uns als Arzt bei Durchfall, Kopfschmerzen und sonstigen Beschwerden immer betreute.

*Adressen der Verfasser:*

SUSI und WALTER STAUB, Meieriedstrasse 28B, CH-3400 Burgdorf; CHRISTINE und WERNER LÜTHI, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

## Le problème cosmologique et ses hypothèses V

J. DUBOIS

*Confrontation avec l'observation  
(deuxième partie)*

### *Masse des galaxies et naines blanches*

On peut évaluer la masse de notre galaxie, laquelle est une galaxie spirale moyenne, en considérant le mouvement, selon la loi de Newton, du soleil autour du centre galactique. On peut aussi faire une étude dynamique d'amas de galaxies en faisant l'hypothèse, par ailleurs incertaine, que l'amas est en équilibre sous l'action des forces de gravitation agissant entre les diverses galaxies qui le constituent. On trouve alors pour chaque galaxie une masse dix à cent fois plus élevée que celle de la nôtre. Cela pourrait éventuellement s'expliquer par la présence de matière intergalactique, d'étoiles non détectées par l'observation, par exemple des naines blanches de très faible luminosité absolue lesquelles constituent le stade final de la vie de certaines catégories d'étoiles.

Or il semble que dans un modèle cosmologique où  $G$  varie comme  $t^{-1}$  et où l'ordre de grandeur de  $G'/G$  est de  $-8.10^{-11}$  par année, on peut réduire considé-

ablement l'écart qui sépare les deux estimations de la masse d'une galaxie.<sup>1)</sup> De plus la formation des galaxies qui demeure difficile à décrire dans le cadre des modèles relativistes usuels, se décrit plus aisément dans un modèle où l'intensité du champ de gravitation décroît au cours du temps, par fragmentation successive en groupes puis en galaxies isolées d'un amas initial de matière. Cela conduirait aussi à une distribution homogène des galaxies dans l'espace. Nous avons donc là un fait qui s'inscrirait assez bien dans le cadre de la théorie de Hoyle et Narlikar (voir ORION no. 161) comme dans tout modèle où seule  $G$  varie comme  $t^{-1}$ , mais pas dans celle de Dirac avec l'hypothèse de la création multiplicative puisque la masse d'une étoile ou d'une galaxie  $y$  varie proportionnellement à  $t^2$  (voir ORION nos. 160 ou 161).

### *Flux de neutrinos solaires*

La théorie de l'évolution stellaire prédit l'émission

de neutrinos en provenance de la région centrale des étoiles où se produisent les réactions nucléaires. Dans le cas du soleil un flux de neutrinos est effectivement observé mais son intensité est nettement inférieure à celle prévue par la théorie. Or, bien que la description de l'évolution du soleil dans le cadre de la théorie de la création multiplicative donne des résultats identiques à ceux de la théorie classique en ce qui concerne l'âge du soleil et sa luminosité actuelle, il se trouve que la même théorie prédit un flux de neutrinos plus faible de moitié environ par rapport à la prédiction de la théorie classique, donc un résultat plus proche de l'observation.<sup>2)</sup> (Voir appendice no. 1).

#### *Le rayonnement thermique à 3°K*

Ce rayonnement est souvent cité comme un fait d'observation très favorable aux modèles de Friedmann, encore que, nous l'avons déjà remarqué un modèle de Friedmann ne contient, par hypothèse, que de la matière (voir ORION nos. 155 et 156). Il est alors très intéressant de voir dans quelle mesure ce rayonnement est susceptible d'être incorporé de façon satisfaisante dans les autres théories.

##### a) Théorie de Hoyle et Narlikar

Dans ce modèle ce sont les surfaces de l'espace-temps caractérisées par  $t = 0$  (voir ORION no. 157) qui permettent d'expliquer l'existence du rayonnement thermique<sup>3)</sup>. En effet au voisinage de ces surfaces la masse des particules devient très petite. Dans ces conditions elles absorbent efficacement toutes les radiations émises par les galaxies situées de l'autre côté de la dite «surface». Mais toujours de par les propriétés des particules, ces radiations sont aussitôt réémises et observées par nous sous la forme du rayonnement thermique. Cela signifie par ailleurs que nous ne pourrions jamais observer une galaxie située de l'autre côté d'une «surface»  $t = 0$ .

##### b) Théorie de Dirac (création multiplicative et additive)

On peut former un grand nombre en effectuant le rapport sans dimension<sup>4)</sup>:

$$\frac{m_e c^2}{kT} = 10^{10} \quad (118)$$

si l'on pose  $T = 3^\circ K$ .

$k$ : constante de Boltzmann (c'est une constante atomique). Donc, selon l'hypothèse des grands nombres (voir ORION no. 160) ce rapport augmente comme  $t^{1/4}$  et alors la température  $T$  du rayonnement diminue comme  $t^{-1/4}$ . Or cette décroissance est plus lente que celle qui est généralement admise pour rendre compte de l'observation de ce rayonnement dans l'hypothèse, généralement admise, où il résulte d'un état condensé de la matière. Aussi il semble bien que l'existence de ce rayonnement s'accorde mal avec la théorie de Dirac. Ce résultat est indépendant du mode de création puisqu'il dépend uniquement de l'hypothèse des grands nombres.<sup>4)5)</sup>

#### *La relation $\log N - \log S$ .*

On désigne sous ce nom la relation qui lie le nombre  $N$  de radiogalaxies au flux minimum  $S$  qu'elles émettent selon une longueur d'onde donnée (voir appendice ORION no. 158).

Si l'on reporte  $N$  et  $S$  sur un graphique logarithmique on obtient une droite de pente  $-1,5$ . Mais les résultats de l'observation donnent une courbe dont la pente moyenne est un peu différente.

Pour autant que je sois bien informé cette relation n'a pas été examinée en détail dans le cadre de la théorie de Hoyle et Narlikar. Par contre, dans la théorie de Dirac, cette relation est multipliée par un facteur qui modifie la pente moyenne de la courbe de sorte que l'accord avec l'observation devienne meilleur. Ce facteur supplémentaire est dû au fait que l'hypothèse des grands nombres entraîne non seulement la création de particules mais aussi celle de photons (voir appendice no. 2)<sup>4)</sup>.

#### *Le diagramme de Hubble*

On désigne ainsi le diagramme obtenu en reportant sur un axe horizontal la magnitude bolométrique apparente d'une galaxie et sur un axe vertical le logarithme décimal de  $cz$  où  $z$  est comme toujours le décalage spectral de la galaxie. En réalité ce travail n'est pas simple. Le passage de la magnitude photographique à la magnitude bolométrique nécessite des corrections délicates. De plus ce diagramme repose sur l'hypothèse que toutes les galaxies ont même magnitude absolue, de sorte que les variations de magnitudes apparentes traduisent uniquement l'effet de la distance. Cela suppose aussi que la luminosité des galaxies n'a pas varié depuis deux ou trois milliards d'années. Donc en définitive, que les galaxies les plus lointaines que l'on puisse observer sont en moyenne identiques aux galaxies voisines de la nôtre\*. L'astronome ne considère pas des galaxies isolées qui pourraient être beaucoup plus ou beaucoup moins lumineuses que la moyenne. Mais il considère des amas de galaxies et dans ceux-ci il classe

\* En fait cela n'est vrai que pour une catégorie bien définie de galaxies, à savoir les galaxies elliptiques.

### **Generalversammlung der SAG 1978**

*19.-21. Mai 1978 in Basel*

Der Astronomische Verein Basel hat sich freundlicherweise bereiterklärt, die GV der SAG unter seiner Obhut durchzuführen. Ein ausführliches Programm wird zusammen mit der Anmeldekarte in der April-Nummer (ORION 165) erscheinen. Damit aber kein SAG-Mitglied wegen Terminkollisionen auf die Teilnahme der GV 78 verzichten muss, wird das Datum des GV-Wochenendes bereits jetzt bekanntgegeben: *Freitag, 19. Mai, bis Sonntag, 21. Mai 1978.*

les galaxies dans l'ordre de luminosité décroissante et ne retient pour le diagramme que les galaxies les plus brillantes de chaque amas (Hubble considérait la cinquième galaxie) car l'observation semble montrer une limite supérieure à la luminosité des galaxies. Alors sur la diagramme de Hubble on obtient des points qui se répartissent approximativement le long d'une droite de pente 0,2 environ, et cela pour des valeurs de  $z$  pouvant atteindre 0,5 (voir fig. 1). On peut par le cal-

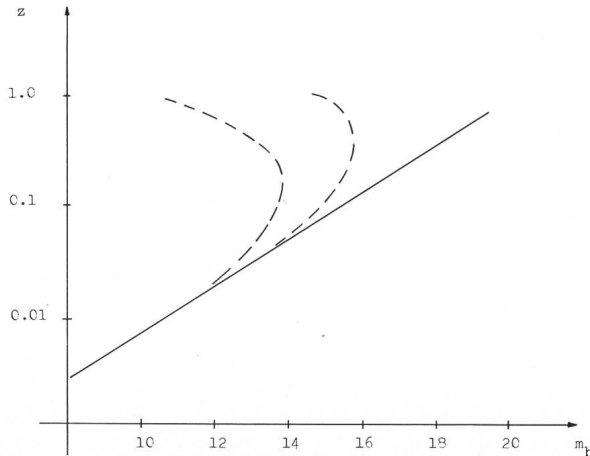


Fig. 1: Diagramme de Hubble. La relation théorique (119) est représentée par la droite. La courbe correspondant au modèle de Hoyle et Narlikar se situe quelque part entre les deux courbes —. La courbe correspondant au modèle de Dirac (création multiplicative) ne se distingue que très peu de la droite.  $m_b$ : magnitudes bolométriques apparentes.  $z$ : décalage spectral. Les points représentant les résultats de l'observation se situent tous au voisinage de la droite. (Figure adaptée de Barnothy et Tinsley <sup>6)</sup>). Un diagramme très détaillé se trouve dans A. Maeder<sup>7)</sup>.

cul, en tenant compte des hypothèses faites, et en supposant de plus l'espace euclidien, établir une relation entre la magnitude bolométrique  $m_b$  et  $\log_{10} cz$  (voir appendice no. 3).

$$m_b = 5 \log_{10} cz + \text{constante} \quad (119)$$

et elle correspond effectivement à une droite de pente 0,2. Il faut bien remarquer que cette relation ne repose sur aucun modèle cosmologique particulier mais fait appel uniquement aux lois de la physique classique dans un espace euclidien et à la loi de Hubble (voir ORION no. 156, appendice). Ce résultat est intéressant car il tend à montrer d'une part que l'espace est effectivement euclidien sur une très grande distance de l'ordre du milliard d'années-lumières, peut-être davantage, (on néglige ici les phénomènes locaux dont l'aspect géométrique n'est pas euclidien tels que la déviation d'un rayon lumineux au voisinage du soleil) et que la luminosité des galaxies elliptiques est demeurée presque constante pendant cette durée. Par ailleurs la relation de Hubble peut s'écrire dans le cadre d'une théorie cosmologique ou d'une autre. On trouve alors une relation différente de (119).

#### a) *Théorie de Hoyle et Narlikar*

Dans ce cas la relation diffère par la présence d'un paramètre qui n'est rien d'autre que l'exposant de  $G$  dans la relation masse-luminosité (94) (voir ORION no. 161, p. 120). Ce paramètre a la valeur 7 pour des étoiles analogues au soleil et 4 pour des étoiles plus chaudes. Une galaxie contenant des étoiles de diverses catégories on peut considérer que le paramètre varie entre 4 et 7 et alors pour des valeurs de  $z > 0,1$  la courbe théorique obtenue s'écarte considérablement de la droite construite avec les données de l'observation.<sup>6)</sup> Il semble donc qu'il y ait un désaccord important entre le modèle de Hoyle-Narlikar dans lequel nous le rappelons  $G$  varie proportionnellement à  $t^{-1}$  et la masse  $M$  des étoiles est constante (voir ORION no. 161, p. 117).

#### b) *Théorie de Dirac avec l'hypothèse de la création multiplicative*

La relation de Hubble – Sandage pour ce modèle a été établie en considérant des corrections pour tenir compte de la modification de la luminosité des galaxies elliptiques provoquée par l'évolution des étoiles.<sup>7)</sup> Dans ce cas on trouve un accord remarquable entre la théorie et l'observation.

#### c) *Théorie de Dirac avec l'hypothèse de la création additive*

Comme dans ce modèle  $G$  varie proportionnellement à  $t^{-1}$  et la masse des étoiles est constante, la situation est analogue à celle rencontrée dans le modèle de Hoyle et Narlikar.

#### d) *Modèles relativistes*

Le diagramme de Hubble joue aussi un rôle important dans les modèles cosmologiques basés sur la théorie de la relativité générale (voir ORION no. 155) car la relation entre la magnitude bolométrique  $m_b$  et le décalage spectral  $z$  fait intervenir la paramètre de décélération  $q$  (voir ORION no. 156, p. 131). Cette relation est:

$$m_b = 5 \log_{10} \frac{cz}{H} \left[ 1 - \frac{1}{2}(q-1)z \right] \quad (120)**$$

La connaissance de la valeur actuelle  $q_0$  de ce paramètre permettrait, en théorie tout au moins, de déterminer la nature géométrique (sphérique, euclidienne ou hyperbolique) de l'espace dans lequel nous nous trouvons.

Connaissant la valeur actuelle  $H_0$  de la constante de Hubble, on peut représenter graphiquement la courbe théorique  $m_b - \log_{10} cz$  pour diverses valeurs de  $q_0$  et rechercher celle qui s'accorde le mieux avec l'observation. Malheureusement les diverses courbes ne se distinguent nettement les unes des autres que pour des valeurs de  $z$  relativement élevées, supérieures à 0,2. Or pour ces valeurs, correspon-

\*\* La formule (120) est approximative. Tous les termes en  $z$  de puissance supérieure au deuxième degré sont négligés.

dants à des galaxies lointaines de luminosité apparente très faible, la détermination de la magnitude bolométrique est très difficile et donc entachée d'une erreur assez grande laquelle ne permet pas de faire la distinction espérée.

Il est intéressant de noter qu'après la découverte des quasars dont certains sont caractérisés par un décalage spectral très élevé pouvant atteindre 3,5, les astrophysiciens ont espéré pouvoir prolonger le diagramme de Hubble. Cela n'est possible que si on est certain que leur décalage spectral est uniquement d'origine cosmologique, c'est-à-dire dû uniquement à l'expansion de l'univers, et à ma connaissance cela *n'est nullement prouvé actuellement*, et si de plus on est en mesure de définir et caractériser une catégorie de quasars et lui attribuer une magnitude absolue comme on peut le faire pour les galaxies elliptiques. Mais ce dernier point est lui aussi très controversé<sup>8)9)</sup>. En fait si l'on reporte sur un diagramme la magnitude apparente et leur décalage spectral, on obtient un nuage de points duquel il est difficile de tirer un renseignement.<sup>10)</sup>

Au sujet des quasars il vaut la peine de mentionner une étude qui, dans la mesure où je suis bien informé, est peu connue. C'est celle du Prof. Y. P. Varshni de l'Université d'Ottawa. Dans son travail il montre que la décalage vers le rouge habituellement attribué au spectre d'absorption d'un quasar peut parfaitement provenir d'une coïncidence accidentelle et n'a, par conséquent, aucune signification physique<sup>11)</sup>, que la situation est semblable pour le spectre d'émission<sup>12)</sup>, puis que, dans certains cas, il est difficile d'attribuer un décalage spectral unique au spectre d'un quasar car l'on a en fait le choix entre plusieurs valeurs possibles. Finalement il montre que si le décalage est d'origine cosmologique alors la terre se trouve au centre de l'univers<sup>13)</sup>. Aussi pour éviter cette conclusion plutôt pénible à certains points de vue, il présente un modèle de quasar tout à fait original. Un quasar serait une étoile vieille semblable à l'étoile centrale d'une nébuleuse planétaire, munie d'une atmosphère en expansion dans laquelle se produirait le phénomène d'inversion de population provoquant une émission de rayonnement de type laser<sup>14) 15)</sup>. Alors les raies spectrales correspondantes à ce rayonnement ne seraient nullement décalées vers le rouge mais produites par les atomes que l'on rencontre habituellement dans l'atmosphère d'une étoile. Ce modèle a l'avantage de résoudre le problème posé par le décalage spectral en le supprimant tout simplement et aussi celui de l'énergie rayonnée par le quasar puisqu'il n'est alors rien d'autre qu'une étoile à un stade particulier de son évolution et appartenant à notre galaxie (il peut être intéressant de se souvenir qu'Einstein a résolu les difficultés posées par l'éther en le supprimant). Rappelons que si l'on fait l'hypothèse que les quasars sont des objets à distance cosmologique ils seraient cent fois plus lumineux que les galaxies les plus lumineuses tout en ayant des dimensions beaucoup plus petites,

et dans ces conditions il est difficile d'expliquer l'origine d'un rayonnement aussi intense.

Je tiens à remercier le Prof. Y. P. VARSHNI lequel m'a aimablement communiqué des informations complémentaires sur son modèle de quasar ainsi que des précieuses indications pour la rédaction de ce texte.

## Appendices

### 1) Neutrinos

Le neutrino est une particule introduite théoriquement par Pauli pour préserver lors de la désintégration- $\beta$  d'un neutron en un proton et un électron, les principes de la conservation de l'énergie et de la conservation du moment cinétique. Des considérations ultérieures ont conduit à parler dans ce cas d'anti-neutrino de préférence à neutrino. Le neutrino (anti-neutrino) est une particule électriquement neutre, de masse nulle et se déplaçant à la vitesse de la lumière. Réagissant extrêmement peu avec la matière, le neutrino peut franchir de très grandes distances sans être dévié ou absorbé. En contre partie il est très difficile à détecter. Aussi ce n'est qu'en 1960 que son existence a été mise en évidence expérimentalement.

### 2) Création de photons dans la théorie de Dirac

Considérons un rayon lumineux de fréquence  $\nu$  donnée provenant d'un galaxie. L'énergie  $E$  contenue dans ce rayonnement est:

$$E = h\nu N_{ph} \quad (121)$$

$h$ : constante de Planck.

$N_{ph}$ : nombre de photons contenus dans la radiation.

Nous nous plaçons dans l'espace-temps «E» dans lequel les grandeurs macroscopiques demeurent constantes par hypothèse (voir ORION no. 160 p. 98 et 99). Il en est de même de la fréquence de la radiation puisque le modèle d'univers correspondant est statique. Par contre les constantes atomiques varient au cours du temps et nous avons vu en particulier que la «constante»  $h$  varie comme  $t^{-3}$ . Alors la relation (121) montre que  $N_{ph}$  varie comme  $t^3$ . Mais  $N_{ph}$  est un nombre pur aussi le résultat est encore valable dans l'espace-temps «A», c'est-à-dire qu'il est aussi général que l'augmentation du nombre de particules qui est une conséquence immédiate de l'hypothèse des grands nombres.

### 3) Relation de Hubble

Considérons les magnitudes apparente  $m$  et absolue  $M$  d'un astre, puis les luminosités apparente  $\varrho$  et absolue  $L$  du même astre. Entre ces grandeurs nous avons la relation:

$$M - m = 2,5 \log_{10} \frac{\varrho}{L} \quad (122)$$

Par ailleurs, en supposant que les radiations ne sont pas absorbées ou diffusées par de la matière interstellaire, nous avons:

$$\frac{\varrho}{L} = \frac{D^2}{d^2} \quad (123)$$

$d$ : distance réelle de l'astre.

$D$ : distance standard de 10 parsec.

En éliminant  $\varrho/L$  entre (122) et (123) on obtient:

$$M - m = 5 - 5 \log_{10} d \quad (124)$$

Considérons maintenant la loi de Hubble pour des galaxies pas trop lointaines ( $d < 500$  millions d'années-lumières), c'est-à-dire:

$$V_r = cz = Hd \quad (125)$$

$V_r$ : vitesse de récession.

$z$ : décalage spectral.

$H$ : constante de Hubble.

et (124) se réécrit:

$$M - m = 5 - 5 \log_{10} cz + 5 \log_{10} H \quad (126)$$



En se restreignant à une classe de galaxies ayant toutes même magnitude absolue  $M$ , et en groupant les termes constants en une seule constante, on obtient la relation classique de Hubble:

$$m = 5 \log_{10} cz + \text{constante} \quad (127)$$

C'est la relation (119) du texte principal.

#### Références

- 1) LEWIS B. M., *Nature* (1976), vol. 261, p. 302.
- 2) MAEDER A., *Astron. Astrophys.* (1977), vol. 56, p. 359.
- 3) HOYLE F., *Ap. J.* (1975), vol. 196, p. 661.
- 4) CANUTO V. et LODENQUAI J., *Ap. J.* (1977), vol. 211, p. 342.
- 5) MANSFIELD V. N., *Ap. J.* (1976), vol. 210, p. L 137.
- 6) BARNOOTHY J. M. et TINSLEY B. M., *Ap. J.* (1973), vol. 182, p. 343.
- 7) MAEDER A., *Astron. Astrophys.* (1977), vol. 57, p. 125.
- 8) STANNARD D., *Nature* (1973), vol. 246, p. 295.

- 9) O'DELL S. L. et ROBERTS D. H., *Ap. J.* (1976), vol. 210, p. 294.
- 10) HOYLE F., *From Stonehenge to Modern Cosmology*, Freeman, San Francisco, 1972.
- 11) VARSHNI Y. P., *Ap. J.* (1975), vol. 201, p. 547.
- 12) VARSHNI Y. P., *Bulletin of the American Astronomical Society* (1974), vol. 6, p. 308.
- 13) VARSHNI Y. P., *Astrophysics and Space Science* (1976), vol. 43, p. 3.
- 14) VARSHNI Y. P., *Astrophysics and Space Science* (1975), vol. 37, p. L1.
- 15) VARSHNI Y. P., *Astrophysics and Space Science* (1977), vol. 46, p. 443.

#### Adresse de l'auteur:

JEAN DUBOIS, professeur à l'Ecole Technique Supérieure de l'Etat de Vaud (Ecole d'ingénieurs) à Yverdon, Pierrefleur 42, 1004 Lausanne.

## Katalog über 230 sichere, wahrscheinliche, mögliche und zweifelhafte Impaktstrukturen

von J. CLASSEN

### Einführung

Bis 1928 war nur ein einziger Meteoritenkrater bekannt, der Barringer Krater in Arizona, USA. Im genannten Jahr wurden in Texas (USA) zwei von den drei Odessa-Kratern aufgefunden. Der erste Kraterhaufen, Henbury in Australien, wurde 1930 entdeckt, dadurch stieg die Zahl der bekannten Krater von 7 auf 20 Objekte an. 1938 gelang der erste Nachweis eines Meteoritenkraters durch Luftaufnahmen, nämlich des Kraters Aouelloul in Mauretanien. Trotzdem waren bis 1955 kaum 55 Lokalitäten im Gespräch. Ab 1955 wurde die Suche nach irdischen Impaktstrukturen in allen Erdteilen stark intensiviert.

Zehn Jahre später konnten einige Kataloge herausgegeben werden (1–4). Diese Kataloge enthielten eine grosse Zahl von Strukturen, die nicht meteoritischen Ursprungs waren. Auch wurden sowohl diese Kataloge als auch ihre später veröffentlichten Ergänzungen (5–9) in der Zwischenzeit lückenhaft. Zahlreiche neue Krater wurden seitdem entdeckt. In mehreren Ländern, die den bisherigen Katalogen zufolge gänzlich frei von Impaktstrukturen waren, wurden inzwischen verdächtige Objekte gefunden, so beispielsweise in der Schweiz, in Polen, in der Türkei, in Japan und in Brasilien. Aus der UdSSR enthielten die bisherigen Kataloge bestenfalls 14 Lokalitäten, während gegenwärtig in der UdSSR mindestens 92 mehr oder weniger sichere Lokalitäten bekannt sind, unter ihnen etwa 20 Kraterhaufen. Ferner fehlen in allen bisherigen Katalogen Hinweise auf die Kraterketten, die neuerdings an mehreren Stellen der Erde entdeckt wurden.

Der vorliegende Katalog sucht die Fehler und Lücken der bisherigen Kataloge zu vermeiden. Er enthält 230 Lokalitäten von Einzelkratern und Kraterhaufen. Neue Kraterhaufen werden jetzt überall auf der Erde in zunehmendem Masse entdeckt. Dadurch steigt der Anteil der Meteoritenkrater, die aus Kraterhaufen stammen. Man kann sagen, dass von 100

Meteoritenkratern im Durchschnitt 80 einem Kraterhaufen angehören. Insgesamt erfasst der vorliegende Katalog etwa 900 einzelne Ringstrukturen. Ein Sonderfall ist das grosse China, aus dem bisher keine einzige Impaktstruktur bekannt wurde. In diesem Land fehlt der Sternwarte Pulsnitz noch dringend ein Mitarbeiter.

Um den vorliegenden Katalog recht übersichtlich zu gestalten, sind die Lokalitäten nicht wie bei den bisherigen Katalogen alphabetisch angeordnet, sondern nach Erdteilen sowie innerhalb der Erdteile nach geographischer, von West nach Ost fortschreitender Länge. Von den 230 Lokalitäten entfallen 205 auf die nördliche Erdhälfte und 25 auf die südliche. Dieses Resultat ist eine Folge des geringen Landanteils der Südhalbkugel sowie der in Nord und Süd sehr verschieden intensiven Suchtätigkeit.

Bei den Kraterhaufen wird für die geographische Lage, für den Durchmesser und für die Tiefe immer der grösste vorhandene Krater zugrundegelegt. Weichen die Zahlenangaben in der Literatur voneinander ab, so werden die zeitlich zuletzt veröffentlichten Angaben verwendet. Benachbarte Krater oder Kraterhaufen werden nur dann als zwei verschiedene Lokalitäten betrachtet, wenn sich zwischen ihnen ein von Impaktstrukturen freies Gebiet von mindestens 10 km Ausdehnung befindet. Nur bei den Kratern von Zentral-Kasachstan (UdSSR), deren Grössenverhältnisse noch sehr zweifelhaft sind, kommen möglicherweise Abweichungen von dieser Festlegung vor.

Die fünfte Spalte bringt eine kritische Bewertung der Lokalitäten. Entsprechend den Vorschlägen von M. R. DENCE (7) bedeuten:

- A: Lokalitäten mit Meteoritenfunden (sichere Impaktstrukturen)
- B: Lokalitäten mit Stosswellenmetamorphose (wahrscheinliche Impaktstrukturen)