

# IDENTIFICATION OPTIQUE ET PHOTOMÉTRIE DE RADIO-SOURCES DU CATALOGUE 3CR

GÉRARD WLÉRICK, GÉRARD LELIÈVRE, et PHILIPPE VÉRON  
*Observatoire de Paris, Meudon, France*

**Abstract.** Using a Lallemand electronic camera, optical identifications for several 3CR radio sources have been made. Photometry has been obtained for objects as faint as  $B \simeq 21.25$ . It is suggested that some of the identifications may have redshifts in excess of  $z = 3$ .

## 1. But

Il serait souhaitable d'identifier toutes les sources du catalogue 3CR pour disposer d'un échantillon *complet* d'objets optiques correspondant aux radiosources les plus brillantes à 178 MHz.

## 2. Situation au 1er Janvier 1970

Le catalogue 3CR contient environ 250 sources hors de la Voie Lactée ( $|b^{\text{II}}| > 20^\circ$ ).

### A. IDENTIFICATION

Environ 150 de ces sources sont bien connues: 44 quasars (Schmidt, 1968) et une centaine de radiogalaxies (*cf.* Burbidge à paraître). Une centaine de sources environ ne sont pas encore identifiées. Dans 50 cas, on trouve un 'champ vide' (empty field) sur les cartes du Palomar Sky Survey. Dans les 50 autres cas, on sait seulement qu'il y a un astre très faible 'au voisinage' de la position radio.

### B. PHOTOMÉTRIE

La photométrie photoélectrique UBV est un moyen de discriminer entre quasars et radiogalaxies. Elle s'arrête à  $V \leq 19,0$  et  $B \leq 19,4$ , sauf pour deux sources, 3C 2 ( $V = 19,35$ ) et 3C 280,1 ( $V = 19,44$ ).

## 3. Méthode

Nous avons utilisé un télescope moyen (Tél. 193 cm, O.H.P.) et la caméra électronique Lallemand, qui permet:

- (i) d'augmenter la magnitude limite (voir figures 1 et 2 du champ de 3C 49);
- (ii) d'effectuer une photométrie photoélectrique quand on dispose d'au moins une étoile étalon (standard star) (Lallemand *et al.*, 1966; Walker et Kron, 1967);
- (iii) d'effectuer en particulier la photométrie d'un astre très faible près d'une étoile brillante.

L'association télescope-caméra électronique a déjà été décrite (Wlérick, 1969).

#### 4. Observations

Nous avons étudié une quinzaine de sources en choisissant de préférence des astres qui, en ondes radio, ont une faible étendue (Elsmore et Mackay, 1969) et des sources situées dans des champs où il y a déjà une étoile étalon (Sandage, 1970).

#### 5. Résultats

Nous proposons ou confirmons ici une identification pour huit sources: 3C 14, 3C 42, 3C 49, 3C 173, 3C 190, 3C 194, 3C 208,1 et 3C 460 (voir figures 2, 3 et 4).

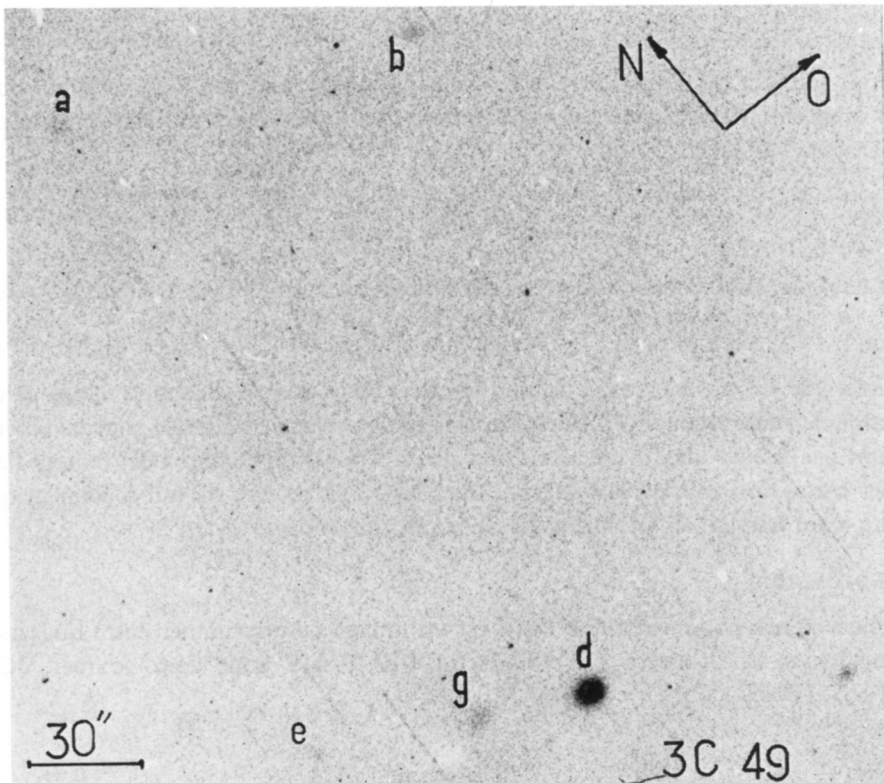


Fig. 1.

#### A. MESURES DE POSITION

La précision des mesures optiques est, pour chaque coordonnée, de 1" environ. Les positions sont en excellent accord avec les mesures radio les plus précises, dues à Adgie (1970), Fomalont (1970) ou Elsmore et Mackay (1969). Dans quatre cas (3C 14, 3C 190, 3C 194 et 3C 208,1 composante  $x$ ), l'écart entre les positions optiques et radio est inférieur à 1".

## B. PHOTOMÉTRIE

## 3C 190

Nous avons pris un cliché dans la couleur *B*. Pour les deux étoiles étalons, *a* et *c*, nous notons l'accord entre les mesures de Sandage ( $\Delta B = 1,65$ ) et nos mesures ( $\Delta B = 1,73 \pm 0,04$ ). Pour la radio source nous trouvons:  $B = 21,25 \pm 0,20$ , la forte erreur provenant du fait que le cliché est sous-exposé.

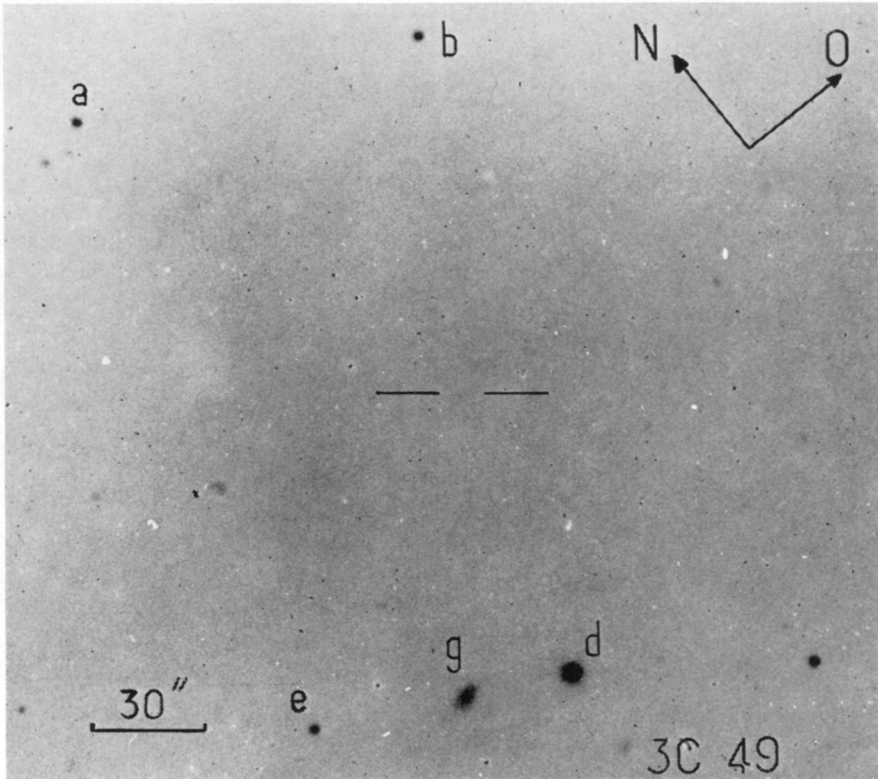


Fig. 2

Figs. 1, 2. Amélioration de magnitude limite par l'emploi de la caméra électronique (3C 49).

## 3C 173

Nous avons obtenu un cliché bleu en Octobre 1969, un cliché bleu et un cliché jaune en Mars 1970 et la photométrie a conduit aux résultats suivants :

$$\begin{array}{l} \text{Oct. 69} \quad B = 20,00 \pm 0,15 \\ \text{Mars 70} \quad \left\{ \begin{array}{l} B = 21,02 \\ B - V < 0 \end{array} \right. \end{array}$$

3C 173 est donc un astre variable et bleu. L'erreur  $\pm 0,15$  est dûe au fait que la radio-

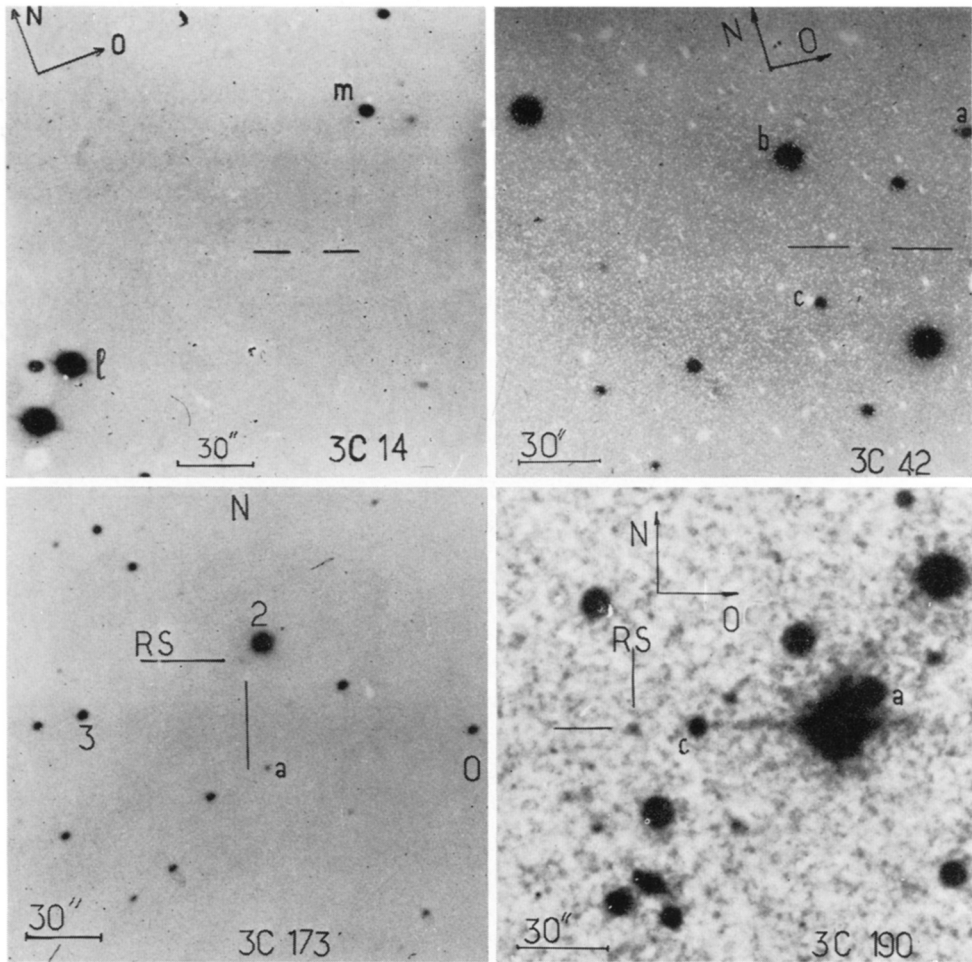


Fig. 3. Identification des sources optiques pour 3C 14, 3C 42, 3C 173 et 3C 190.

source est très voisine (environ  $10''$ ) d'une étoile 'brillante' de magnitude visuelle  $m_v \approx 12,6$  selon Wyndham (1966) (voir la coupe photométrique de la figure 5). Pour quatre astres très faible du champ, nous trouvons que l'erreur quadratique moyenne est seulement  $B = \pm 0,08$ .

#### *Autres sources*

Nous ne disposons pas encore d'étoiles étalons dans les champs correspondants. Ces sources sont faibles. Si elles ne sont pas variables, leur magnitude  $B$  est probablement comprise entre 20,0 et 22,0, sauf peut-être pour 3C 460.

#### C. CLASSIFICATION

3C 14 et 3C 42 sont probablement des radiogalaxies. 3C 49, 3C 173 et 3C 190 sont

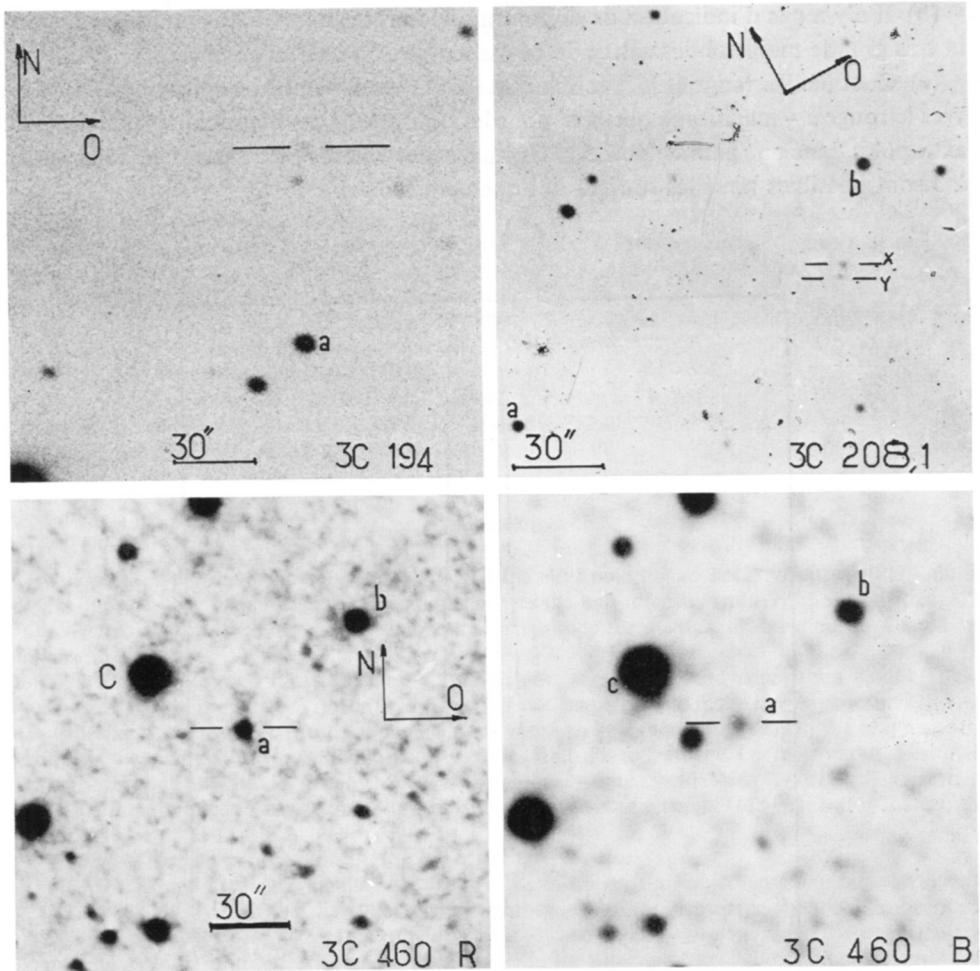


Fig. 4. Identification des sources optiques pour 3C 194, 3C 208,1 et 3C 460.

probablement des quasars: la première et la dernière scintillent fortement et nous avons déjà indiqué que la deuxième est variable et bleue.

On manque de renseignements pour classer 3C 194 et 3C 208,1. 3C 460 semble un cas particulier. L'astre est *très* rouge, comme le montrent les reproductions des clichés bleu et rouge du Palomar Sky Survey (figure 4) et la radiosource scintille fortement.

## 6. Conclusions

(a) La caméra électronique permet de mesurer les sources du catalogue 3CR, avec un télescope moyen, jusqu'à des magnitudes élevées. On a déjà étendu de 2 unités les magnitudes des sources photométrées et il est possible de mesurer des sources encore plus faibles d'environ 1 à 2 mag.

(b) Il n'y a pas d'indication de discontinuité dans les magnitudes optiques et, pour la très grande majorité des astres de ce Catalogue, on doit avoir  $B \leq 22,5$ .

(c) G. et M. Burbidge (1967) et Schmidt (1968) ont établi des diagrammes 'décalage vers le rouge  $z$  - magnitude optique' pour les quasars. Si ces diagrammes peuvent être extrapolés dans une gamme de 2,5 magnitudes, des valeurs de  $z$  nettement supérieures à 3 sont possibles pour les sources optiquement faibles.

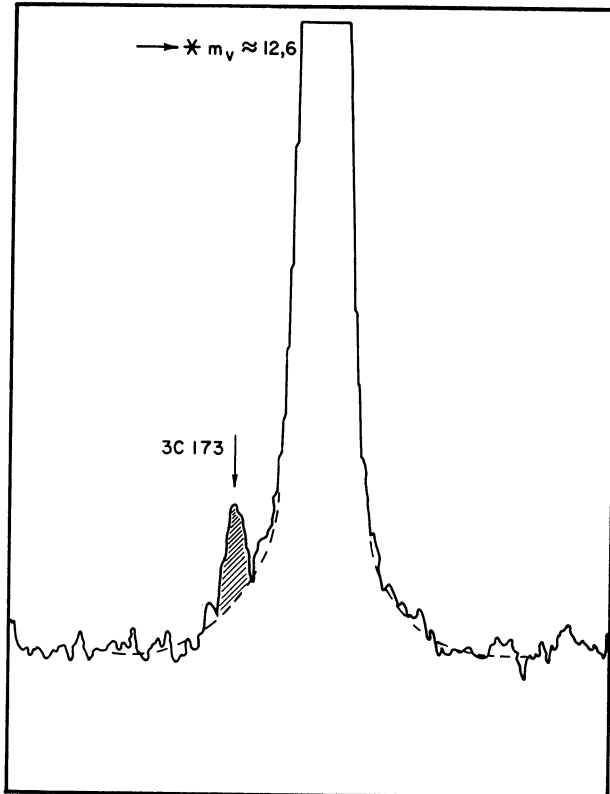


Fig. 5. Coupe photométrique montrant une étoile brillante au voisinage du source 3C 173.

### Remerciements

Nous avons bénéficié de concours précieux à Paris, à Meudon, et à l'O.H.P. Nous tenons à remercier J. Delhaye, A. Lallemand, Ch. Fehrenbach, et les techniciens qui nous ont aidés. Nous soulignons avec plaisir la collaboration directe de A. Sellier, F. Gex, J. P. Lemonnier, D. Michet et L. Stoesel. Merci aussi à A. Sandage, R. Adgie et E. Fomalont qui nous ont communiqué leurs résultats.

### Note

Ce texte résume l'essentiel d'un article soumis au journal *Astronomy and Astrophysics* **11**, 142 (1971).

### Bibliographie

- Adgie, R. L.: 1970, communication personnelle.  
 Burbidge, G. et Burbidge, M.: 1967, en *Quasi-stellar objects*, Freeman and Co, San Francisco.  
 Elsmore, B. et Mackay, C. D.: 1969, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.* **146**, 360.  
 Fomalont, E. B.: 1970, communication personnelle.  
 Lallemand, A., Canavaglia, R., et Amiot, F.: 1966, *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris* **262**, 838.  
 Sandage, A.: 1970, communication personnelle.  
 Schmidt, M.: 1968, *Astrophys. J.* **151**, 393.  
 Walker, M. F. et Kron, G. E.: 1967, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **79**, 551.  
 Wlérick, G.: 1969, *Adv. Electronics Electron Phys.* **28B**, 787.  
 Wyndham, J. D.: 1966, *Astrophys. J.* **144**, 459.

### Discussion

*Walker:* (1) What emulsion was used to record the electronic images?; (2) What was the limiting magnitude of your one hour exposures and what was the half-intensity width of the stellar images?; (3) What is the probable error as a function of magnitude for a single observation on a one-hour exposure?

*Wlérick:* (1) We used Ilford G5 and K5 emulsions; these are already finer than Kodak II a-0, as may be seen in the pictures of the fields of 3C 49 but, as we plan to make longer exposures, we are considering using the finer Ilford L4 emulsion, as yours and Kron's group; (2) On the best night the width of the recorded images, at half intensity, varies from 1.4 to 2 arc sec. On these nights, I estimate that the limiting magnitude, in the blue, is  $\geq 23$ ; (3) I may only say that, for  $B \approx 21.0$ , the error may be  $\leq 0.10$  mag, in cases easier than 3C 173 (where we have an error of 0.15 mag). For  $B \approx 19$ , the error may be  $\leq 0.04$  mag.

*Hoyle:* What can you say concerning the other seven sources?

*Wlérick:* The reduction is under way. In three cases, there is an object in coincidence. They are 3C 325, 3C 343 (for which I have heard that another group has also made the identification) and 3C 434. The fourth case, 3C 54, is an extended radio source. We see no object between the two components of the radio source but two objects lie in the vicinity of the NE component.

In the last three cases, no object appears: 3C 65 and 3C 107, with one hour exposures and 3C 238 with two hours exposure. This last object could be optically variable.