

Origine de la grande luminosité des quasars les plus énergétiques,
par Jean Surdej, Pierre Magain, Marc Remy et Jean-Pierre Swings
Léo Houziaux, Paul Smeyers, Marcel Migeotte

Citer ce document / Cite this document :

Houziaux Léo, Smeyers Paul, Migeotte Marcel. Origine de la grande luminosité des quasars les plus énergétiques, par Jean Surdej, Pierre Magain, Marc Remy et Jean-Pierre Swings. In: Bulletin de la Classe des sciences, tome 1, 1990. pp. 372-375;
https://www.persee.fr/doc/barb_0001-4141_1990_num_1_1_41245

Fichier pdf généré le 05/06/2020

Origine de la grande luminosité des quasars les plus énergétiques (*)

par Jean Surdej, Pierre Magain,
Marc Remy et Jean-Pierre Swings

Rapports des Commissaires

Deux réponses sont parvenues à l'Académie. Messieurs Jean Surdej ⁽¹⁾, Pierre Magain ⁽²⁾, Marc Remy ⁽³⁾ et Jean-Pierre Swings ⁽⁴⁾ de l'Université de Liège ont envoyé un mémoire intitulé : « Origine de la grande luminosité des quasars les plus énergétiques ».

Ce mémoire comprend 4 chapitres :

1. Introduction.
2. Recherche de mirages gravitationnels au sein d'un échantillon de quasars très lumineux.
3. Excès de galaxies au voisinage des quasars très lumineux.
4. Effets de micro-lentille... et quasars de type BAL.

Une page de références est suivie de dix annexes, qui sont en fait des tirés-à-part d'articles publiés, entre octobre 1987 et août 1989, dans des revues à grand coefficient d'impact. Ceux-ci concernent des observations et des interprétations, travaux auxquels J. Surdej, P. Magain, M. Remy et J.-P. Swings ont très activement collaboré.

Ces quatre auteurs répondent à la question posée en concluant que *la grande luminosité des quasars très énergétiques trouve son origine dans des effets d'amplification de type gravitationnel*. Certains quasars (magnitude visuelle absolue $M_v < -29$) paraissent donc très lumineux à cause d'une amplification de leur luminosité par des effets de lentille gravitationnelle et non pas à cause d'une origine purement intrinsèque. Cette amplification pourrait être de 10 à 100.

Notons que l'existence de lentilles gravitationnelles résulte de prédictions de la relativité générale. Cependant, en 1936, Einstein pensait, avec juste raison, qu'il serait tout à fait improbable de pouvoir observer un tel phénomène à partir de l'étude des étoiles de notre galaxie. A la suite de la découverte des nébuleuses extragalactiques, Zwicky suggéra, dès 1937, de

(*) Groupe II, Astronomie - Physique, question a.

¹ Chercheur Qualifié au F.N.R.S.

² Chercheur Qualifié au F.N.R.S.

³ Aspirant au F.N.R.S.

⁴ Agrégé de Faculté U.Lg.

rechercher des exemples de mirage gravitationnel en observant des objets situés dans les profondeurs du cosmos.

Ce ne fut pas avant 1979 que Walsh, Carswell et Weymann découvrirent, de façon tout à fait fortuite, le premier exemple de mirage gravitationnel lors de l'observation du quasar très distant 0957 + 561 (*Nature*, 279, 381). Depuis lors, huit autres cas ont été incontestablement identifiés et d'autres sont considérés comme probables.

Les 4 astrophysiciens qui ont répondu à la question posée ont effectivement apporté une importante contribution à la réponse par la découverte de lentilles gravitationnelles, particulièrement intéressantes.

En 1987, J. Surdej, P. Magain, J.-P. Swings et al. ont publié un article dans *Nature* (Vol. 239, n° 6141, 22 octobre 1987) dans lequel ils décrivent la découverte de leur première lentille gravitationnelle résultant de l'observation du quasar UM 673. Celui-ci a été résolu en deux images séparées par 2,2 secondes d'arc, avec un « redshift » $z_q = 2,719$ ⁽⁵⁾. L'étude spectroscopique des deux images a prouvé qu'il s'agissait bien du même quasar. Le récepteur électronique utilisé donne la possibilité de soustraire des deux images la trace de la lumière émise par le quasar : on découvre alors une galaxie faisant effet de lentille gravitationnelle, située à peu près à mi-distance entre le quasar et l'observateur et ayant une masse $M_0 \approx 2,4 \cdot 10^{11} M_\odot$. Les observations ont été effectuées à l'aide des télescopes de 3,6 mètres et 2,2 mètres installés à l'Observatoire Européen Austral à La Silla, Chili (ESO, European Southern Observatory). Plus de détails ont été publiés par les mêmes auteurs dans *Astronomy and Astrophysics*, 198, 49-60, 1988.

En 1988, P. Magain, J. Surdej, J.-P. Swings et al. ont publié dans *Nature* (Vol. 334, n° 6180, 28 July, 1988) une découverte vraiment extraordinaire : l'observation d'une image quadruple pour le quasar H 1413 + 117 (redshift 2,55), chacune des 4 images étant séparées par moins d'une seconde d'arc, ce qui a nécessité des conditions exceptionnelles de stabilité de l'atmosphère au-dessus du télescope de 2,2 mètres du Max Planck Institut, installé à l'ESO. Notons que le quasar en question fait partie de la classe BAL (Broad Absorption Lines). Les 4 images ayant été spectrographiées à l'aide d'un instrument couplé au télescope de 3,60 mètres de l'ESO, les observations ont prouvé que ces images provenaient du même quasar. Comme dans le cas précédent, la lentille gravitationnelle située entre le quasar et l'observateur possède une masse de l'ordre de 10^{11} masses solaires.

Les 4 auteurs du mémoire ont montré aussi que l'existence d'un excès de galaxies d'avant plan situées au voisinage des quasars très lumineux permet de rendre compte d'un effet statistique d'amplification gravitationnelle de la luminosité des quasars, sans conduire nécessairement à la formation d'images multiples. C'est ainsi que le quasar très lumineux PG1522 + 101

⁵ Un tel décalage vers le rouge ($Z = 2,7$) indique que le quasar UM 673 est situé à environ 12 milliards d'années-lumière de nous (en prenant une constante d'expansion de l'Univers $H_0 = 75 \text{ km/sec/Mpc}$).

donne une seule image, mais qu'en retirant de celle-ci la lumière due au quasar, on découvre une galaxie située entre le quasar et l'observateur.

Enfin, J. Surdej, P. Magain et M. Remy ont contribué, en 1989, à un article accepté pour publication dans l'*Astrophysical Journal*, dans lequel ils signalent que de nouvelles observations de l'image quadruple, observée pour le quasar H1413 + 117, ont conduit à l'idée que des effets de « micro-lentille » sont aussi à l'origine de la grande luminosité des quasars très énergétiques.

Les études astronomiques récentes, auxquelles le groupe de Liège participe activement, semblent indiquer que le phénomène de mirage gravitationnel n'est pas aussi rarissime qu'on ne le pensait, mais pour l'observer, il importe d'obtenir des images à grande résolution angulaire, ce qui nécessite l'emploi de grands télescopes et une atmosphère exceptionnellement stable. Notons que le télescope spatial a été conçu afin d'atteindre un pouvoir de résolution de 0,02 sec. d'arc.

En fait, les 4 auteurs du mémoire sont à l'origine d'une collaboration internationale qui a entrepris une recherche systématique des lentilles gravitationnelles au sein d'un échantillon d'objets quasi-stellaires intrinsèquement très lumineux. Comme le mentionne le texte du mémoire, les effets de lentille gravitationnelle métamorphosent littéralement notre vue de l'Univers lointain et de tous ses principaux constituants (quasars, radio-sources de type 3C, objets de type BL Lac, etc.). Vu l'importance des recherches qui s'effectuent à ce sujet, le projet de l'équipe de Liège a été adopté dans le cadre d'un « programme-clé » de l'ESO. Cent et onze nuits d'observations avec les télescopes de 3,6 m, 3,5 m (NTT) et 2,2 m ont été octroyées pour ce programme pour la période 1989-1992. De plus, une collaboration est établie avec des observateurs qui utilisent le télescope de 3,6 m installé à Hawaii. Neuf heures trente de temps d'observation ont été allouées au projet avec le télescope spatial HUBBLE. Dans le domaine des longueurs d'onde radio, le groupe de Liège collabore aussi avec des chercheurs qui utilisent le réseau géant d'antennes (VLA) du « National Radio Astronomy Observatory » installé à Socorro (New Mexico, U.S.A.).

En conclusion, nous estimons que Messieurs J. Surdej, P. Magain, M. Remy et J.-P. Swings ont répondu brillamment à la question posée et que leur influence internationale est incontestable. Nous proposons donc à la Classe des Sciences de leur accorder un des prix réservés aux Concours Annuels de 1990.

Marcel Migeotte, *premier commissaire*

MM. Surdej et collaborateurs proposent d'attribuer à des effets d'amplification lumineuse dûs à des causes gravitationnelles la grande luminosité des quasars très énergétiques. D'autre part, la réponse de M. Steyaert présente au moins le mérite de s'attaquer à des faits observationnels restés

inexpliqués dans le modèle « classique » des quasars. Cependant, l'efficacité, dans les situations physiques considérées, des réactions « quasi-nucléaires » qui servent de base à l'explication de M. Steyaert n'est pas démontrée. Du point de vue cosmologique, l'auteur n'hésite pas à prendre, sans invoquer des arguments décisifs, des attitudes particulièrement tranchées, telle la remise en cause de la nucléosynthèse primordiale de l'hélium à laquelle serait substituée, totalement ou presque, l'hypothétique réaction « quasi-nucléaire » de couples de nuages d'hydrogène en interaction.

En conclusion, je me rallie aux propositions de mon honoré confrère.

Léo Houziaux, *deuxième commissaire*

Le premier mémoire émet l'hypothèse selon laquelle l'origine de la grande luminosité des quasars serait due à des réactions quasi-nucléaires qui devraient être prises en considération dans le cadre d'une physique qualifiée de nouvelle.

Messieurs J. Surdej, P. Magain, M. Remy et J.-P. Swings développent l'hypothèse plus répandue et basée sur la théorie de la relativité générale, suivant laquelle la grande luminosité des quasars les plus énergétiques est due à un phénomène d'amplification par des effets de « lentille gravitationnelle ». Ils fondent cette hypothèse sur des observations qu'ils ont effectuées en partie eux-mêmes au moyen de télescopes très performants à l'Observatoire Européen Austral (E.S.O.). Leur réponse contient en annexe des copies d'articles qu'ils ont publiés à ce sujet.

Vu la part active des derniers auteurs dans le fondement observationnel de l'hypothèse à laquelle ils adhèrent, je me range à la proposition de mes honorés confrères M. Migeotte et L. Houziaux d'accorder un des prix réservés aux Concours Annuels de 1990 à Messieurs J. Surdej, P. Magain, M. Remy et J.-P. Swings.

Paul Smeyers, *troisième commissaire*