

Les Quasars des Astres toujours aussi Énigmatiques

Albert Bijaoui
OCA – Cassiopée UMR 6202

Association SPICA – 13 Juin 2008

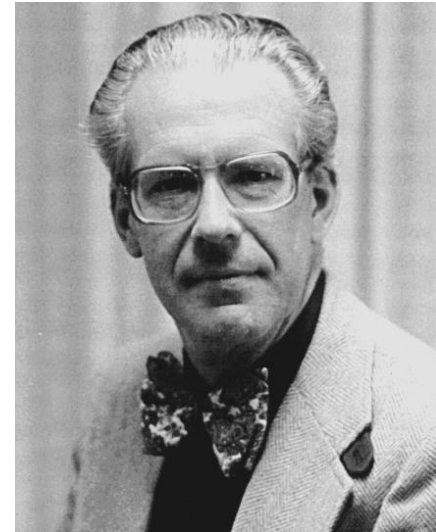
Plan de l'exposé

- La découverte des Quasars
- Propriétés des Quasars
- Les différentes classes
- Les trous noirs supermassifs
- Le disque d'accrétion
- La théorie de Blanford-Znajek
- Le modèle unifié
- La formation et l'évolution des quasars
- Questions

Les radiosources

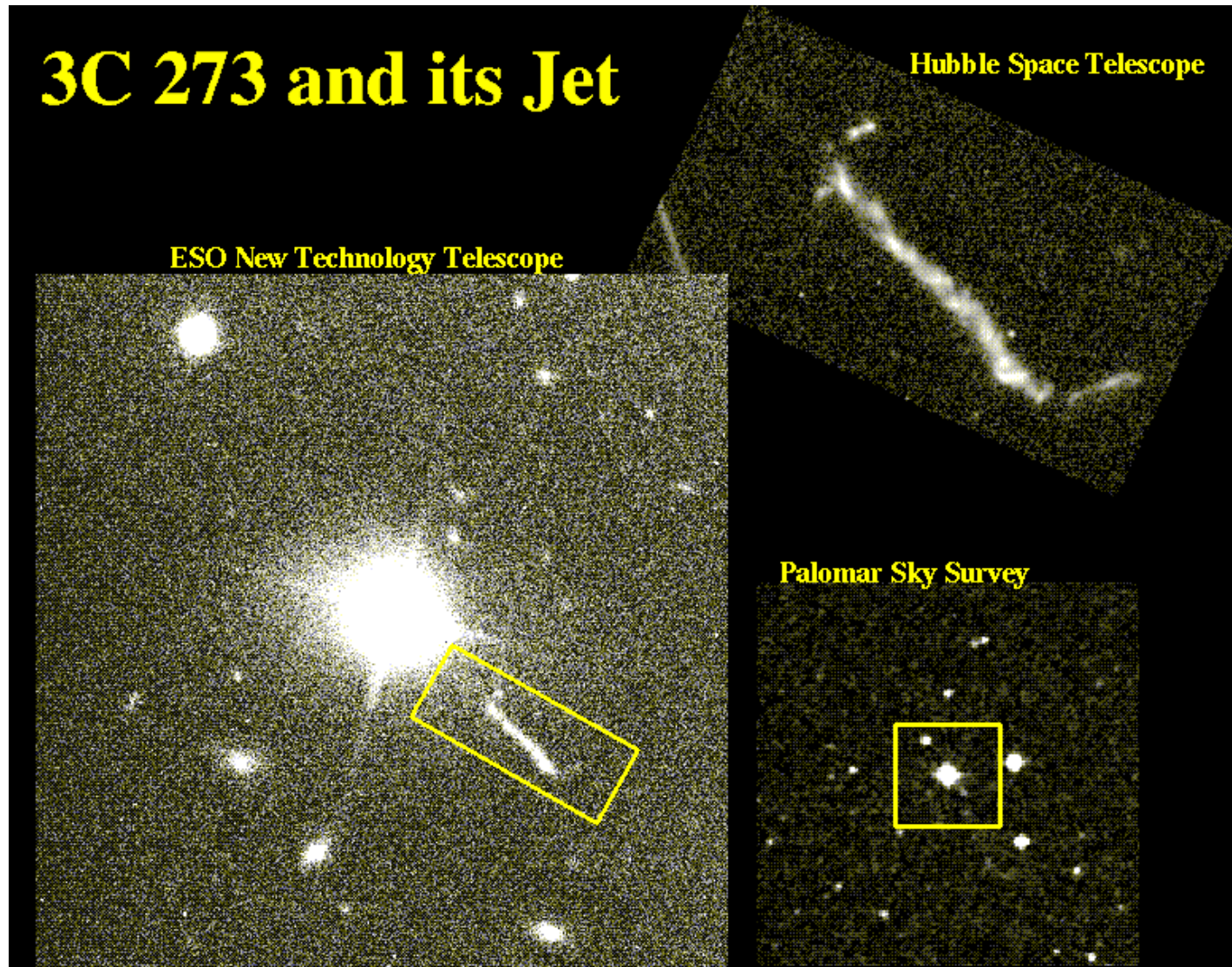
- Les débuts de la Radioastronomie
 - Expériences de Jansky
 - Observations avec les Radars pendant la bataille d'Angleterre
 - Constitution des premiers catalogues de Cambridge
- Nature des Radiosources
 - Le Soleil et Jupiter
 - Mesure des positions et des diamètres
 - Interférométrie
 - Occultation par la Lune

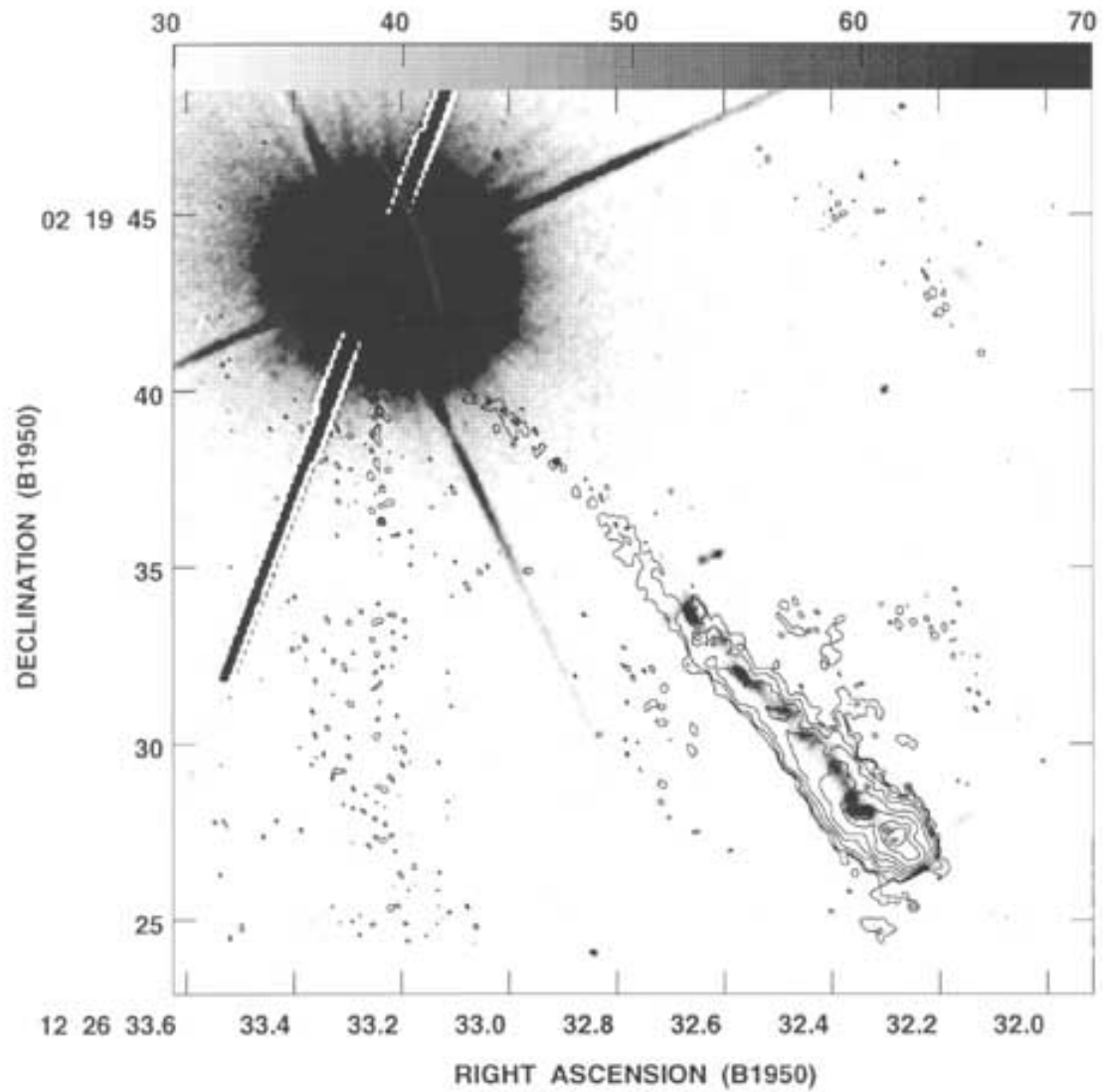
Découverte des Quasars (1963)



- Occultation lunaire de 3C273 (Cyril Hazard)
- Décalage vers le rouge important : 0.158 (Maarten Schmidt)
- Brille comme 1000 galaxies !

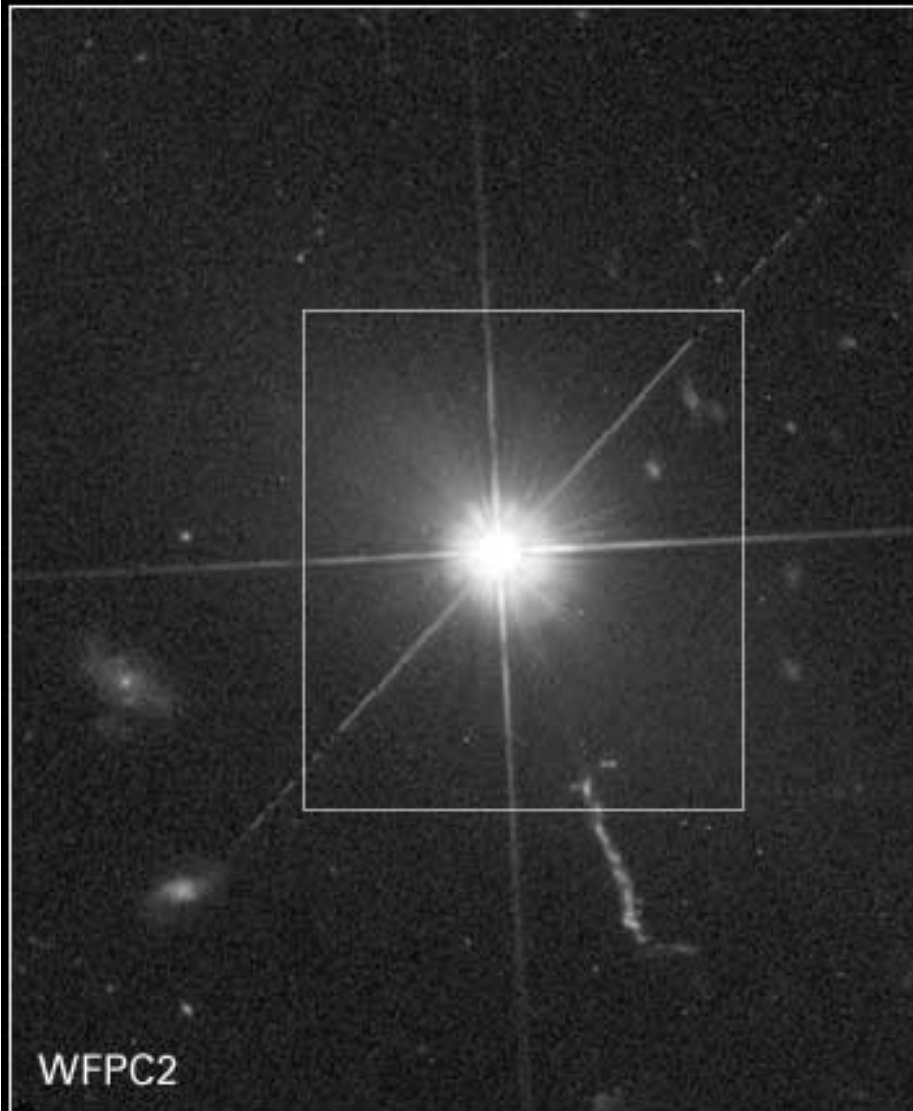
L'étrange 3C273





Quasar 3C 273

HST ■ WFPC2, ACS



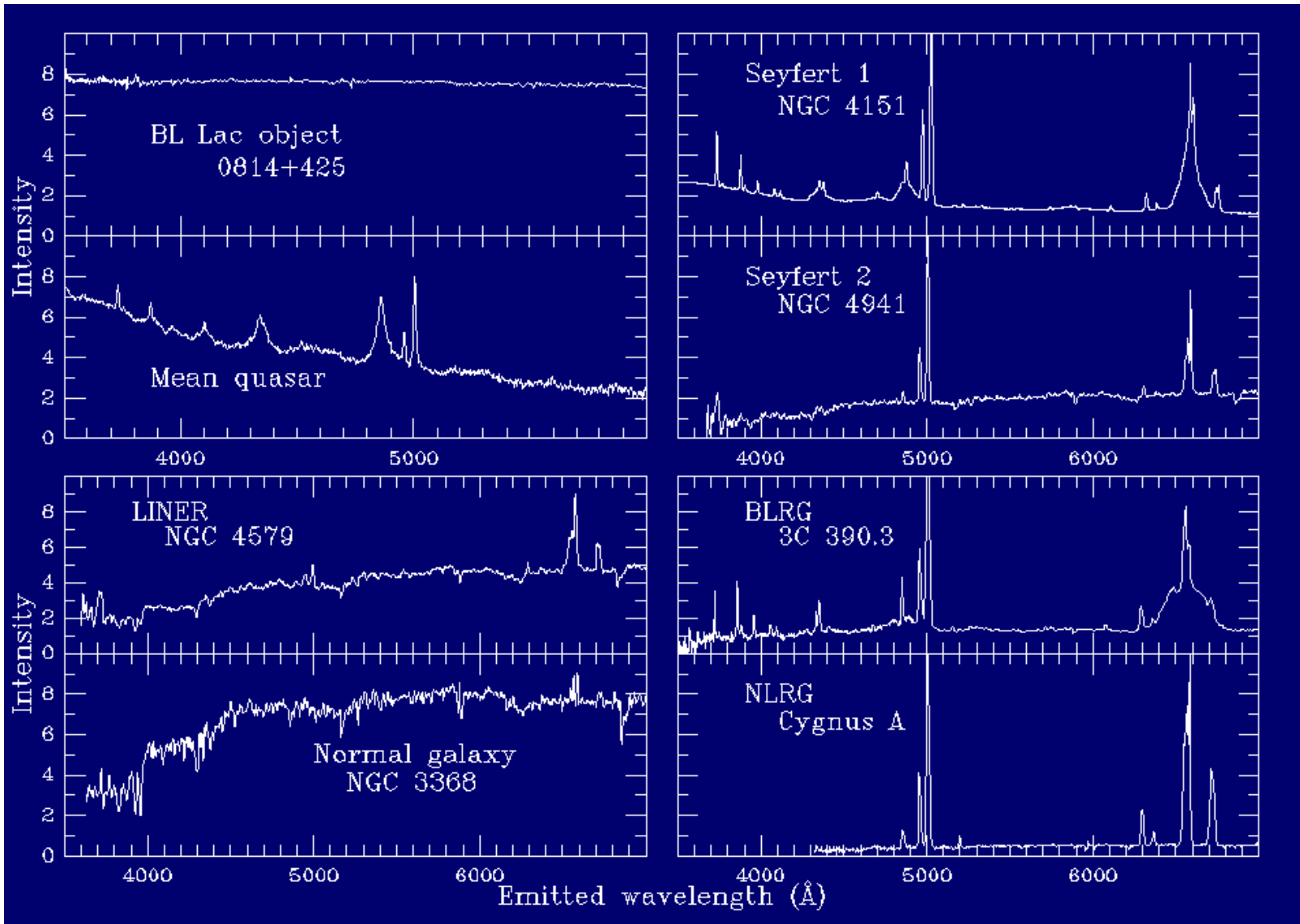
NASA, A. Martel (JHU), the ACS Science Team, J. Bahcall (IAS) and ESA

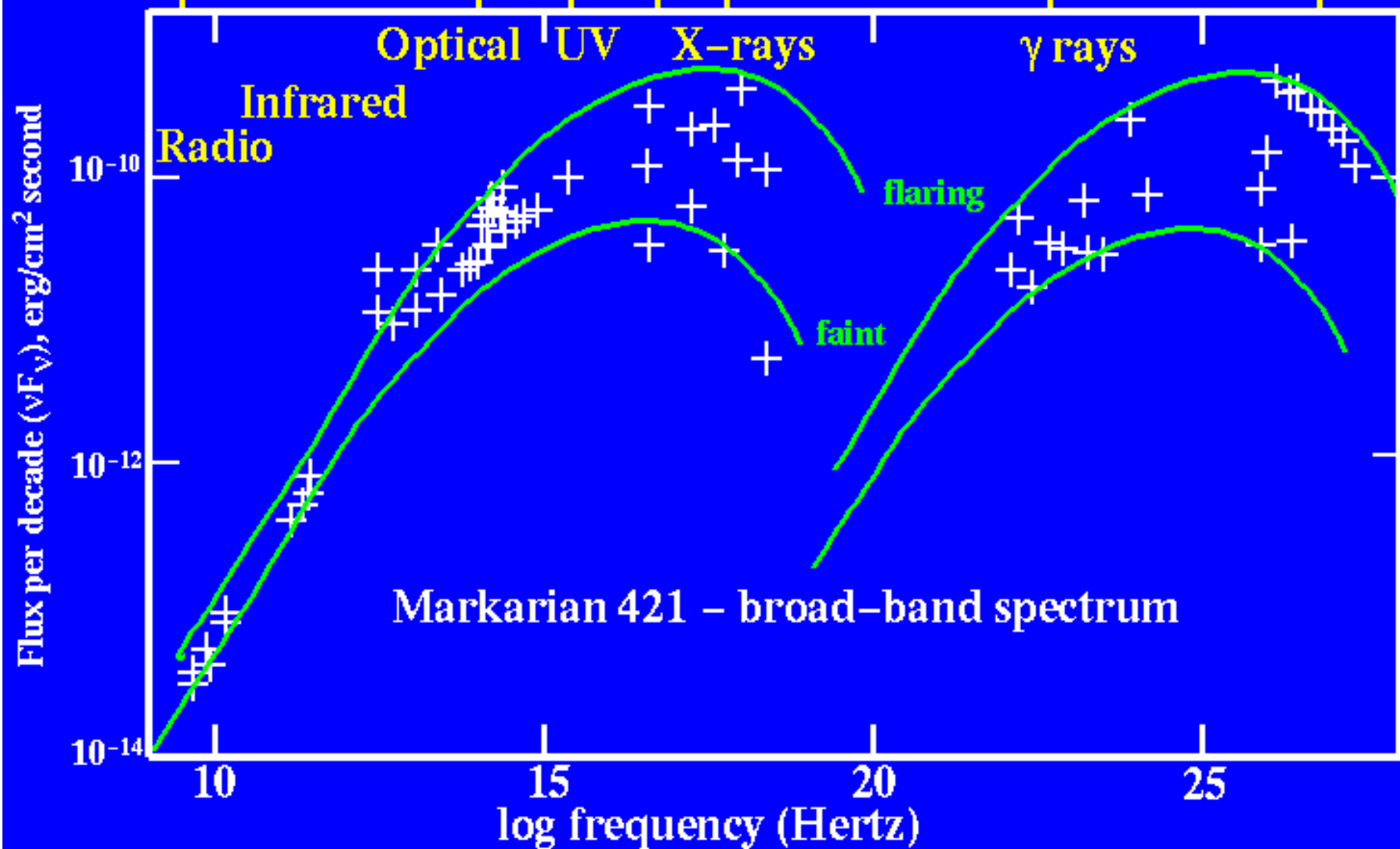
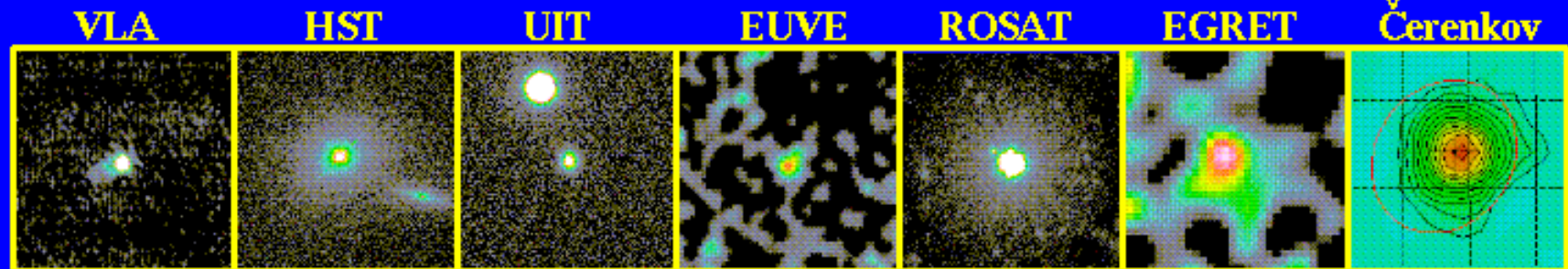
STScI-PRC03-03

Propriétés des Quasars

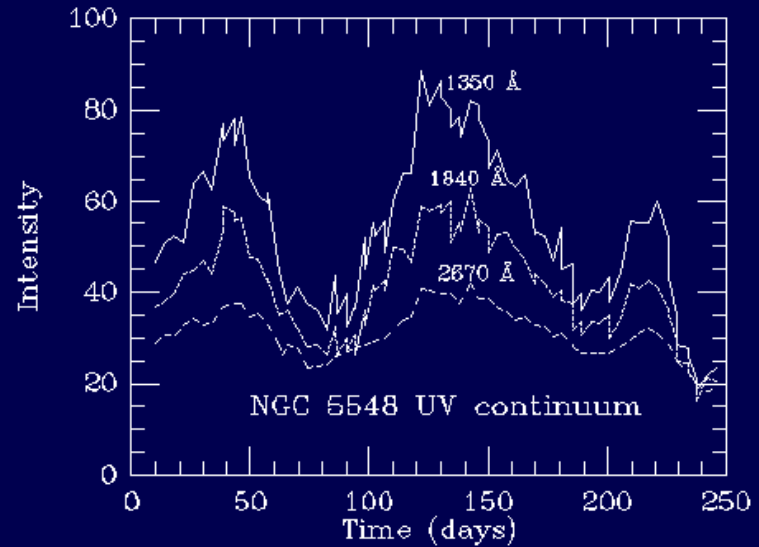
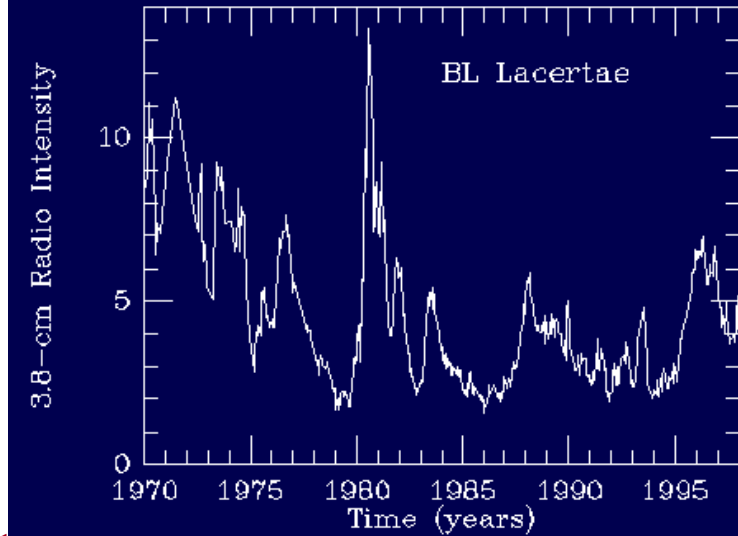
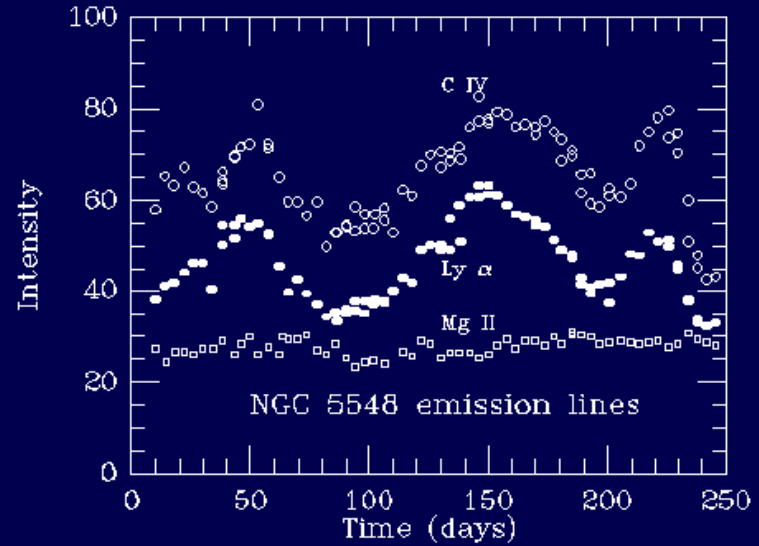
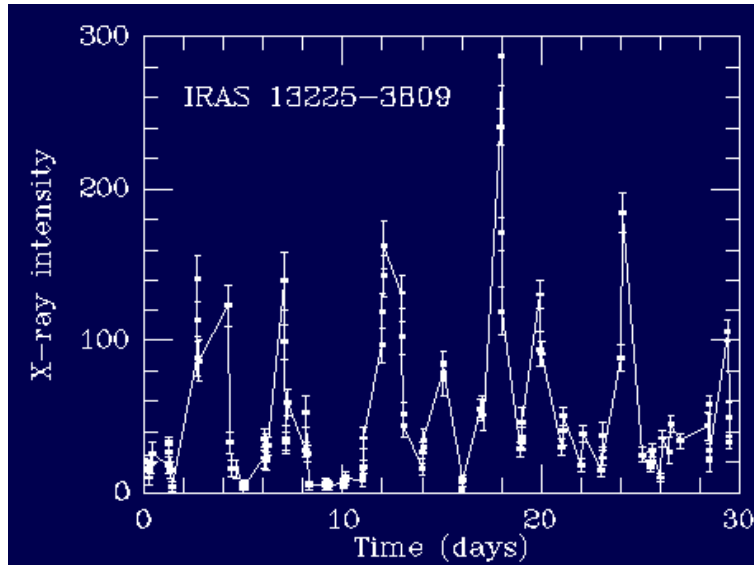
- Diamètre angulaire très faible
 - Inférieur à la limite du VLBA
- Grande luminosité → jusqu'à 10^{48} erg/s
 - $M_v < -24$
- Spectre d'énergie non thermique
 - Forte émission IR et en X (voire en γ)
- Fortes raies d'émission
- Éventuellement forte émission radio
- Forte variabilité
- Polarisation de la lumière

Spectres de Quasars

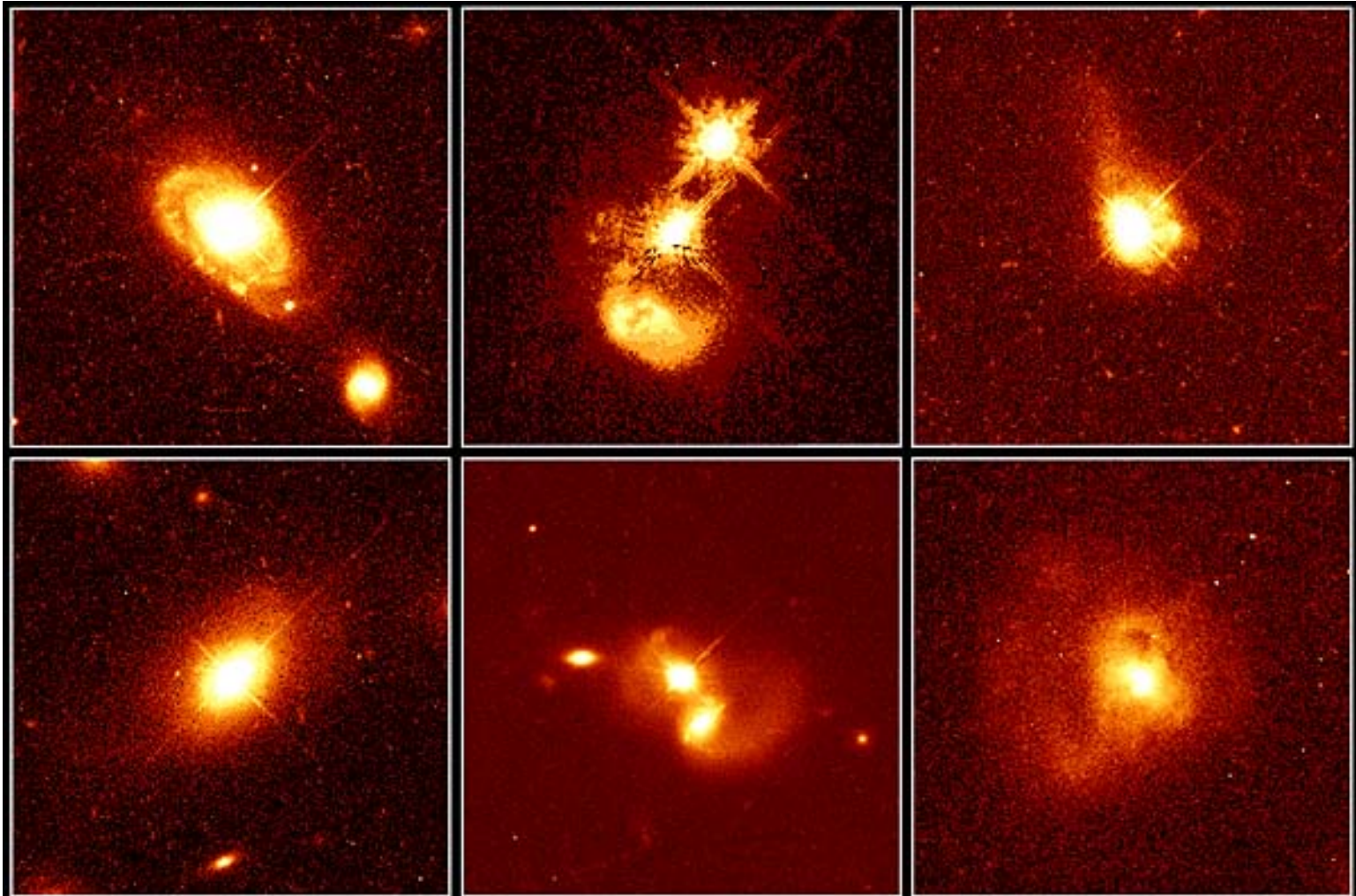




Variabilité des Quasars



Exemples d'images de Quasars



Quasar Host Galaxies

HST • WFPC2

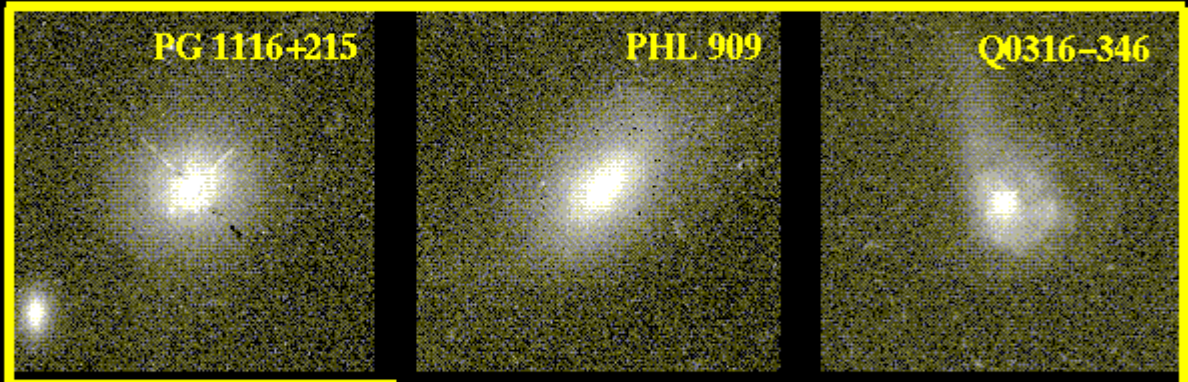
PRC96-35a • ST ScI OPO • November 19, 1996

J. Bahcall (Institute for Advanced Study), M. Disney (University of Wales) and NASA

Radio-loud



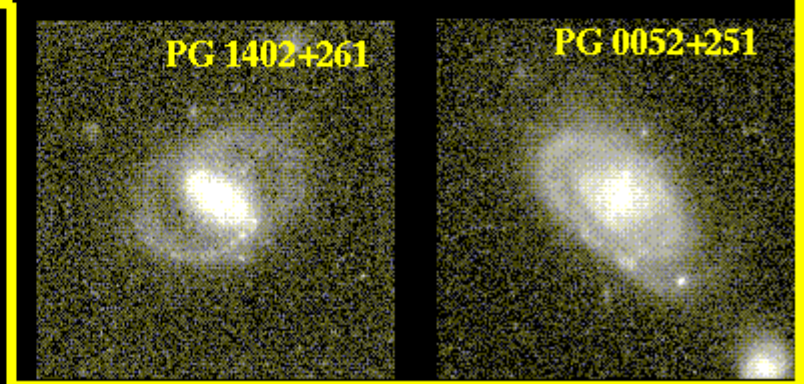
Radio-quiet



QSO Host Galaxies

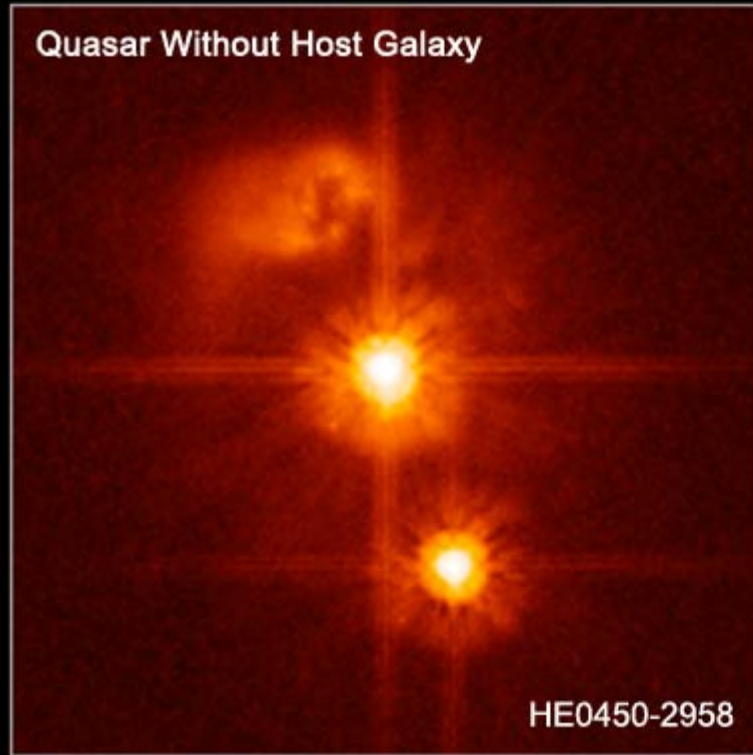
HST images

10"



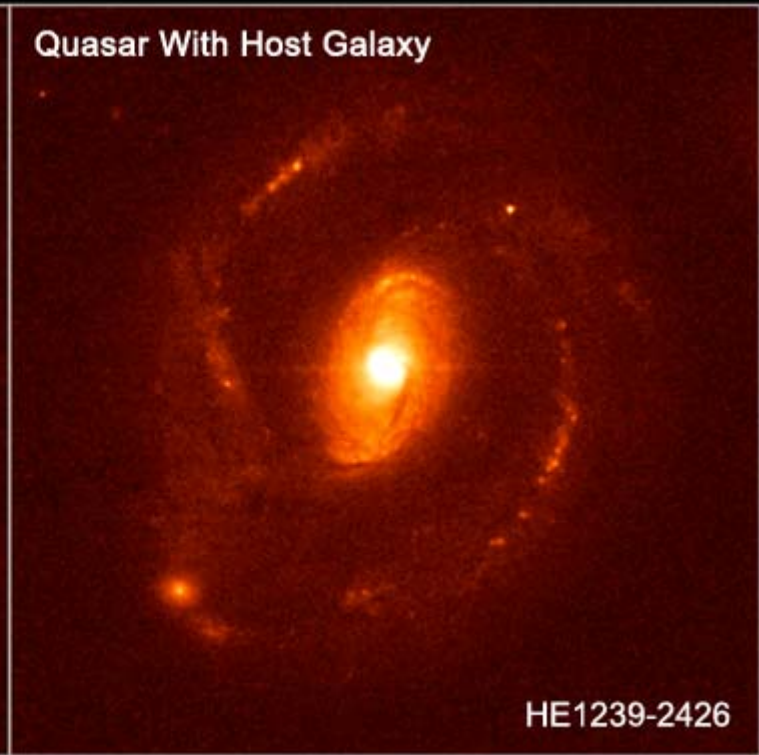
HST ACS/HRC

Quasar Without Host Galaxy



HE0450-2958

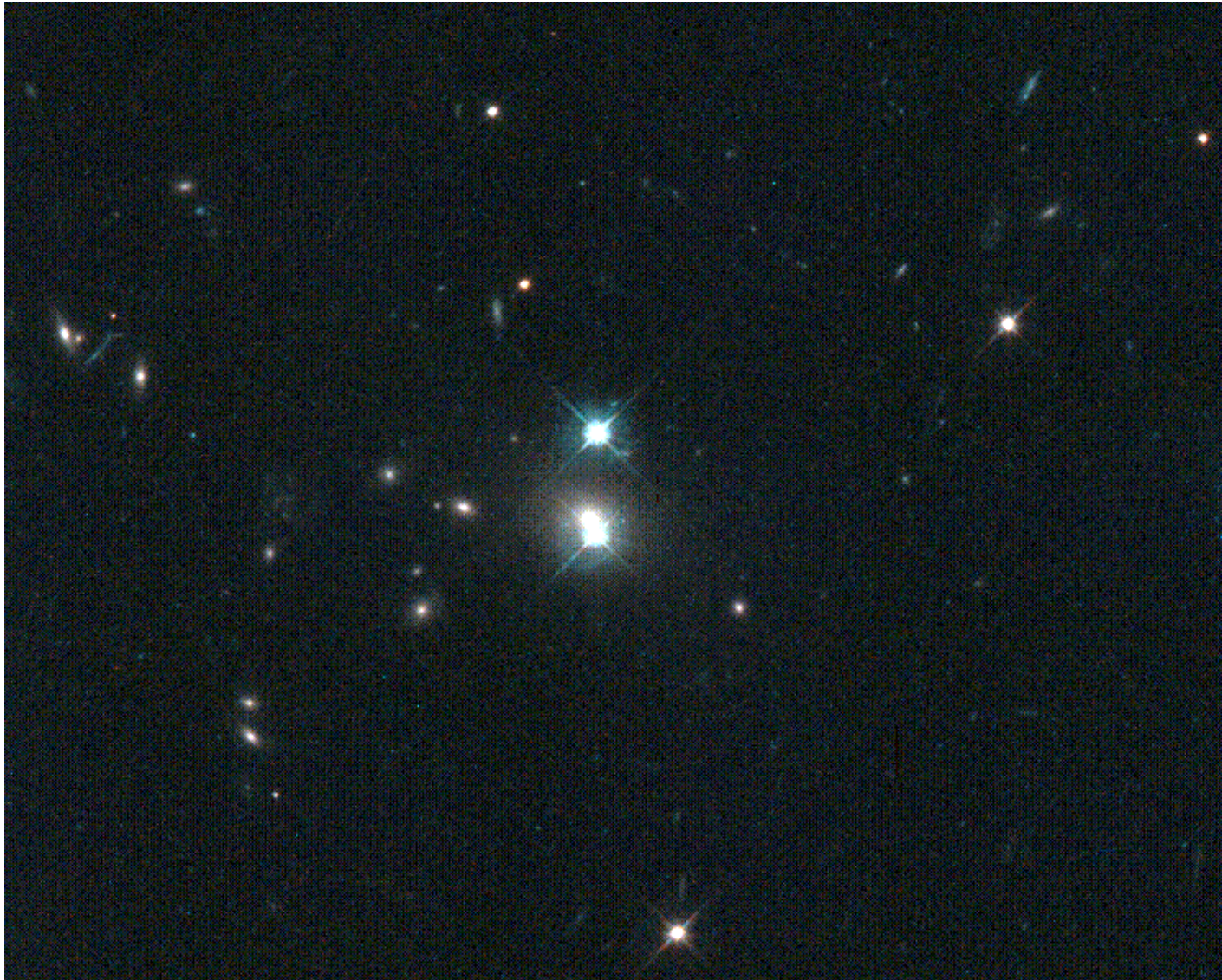
Quasar With Host Galaxy



HE1239-2426



Le Quasar double

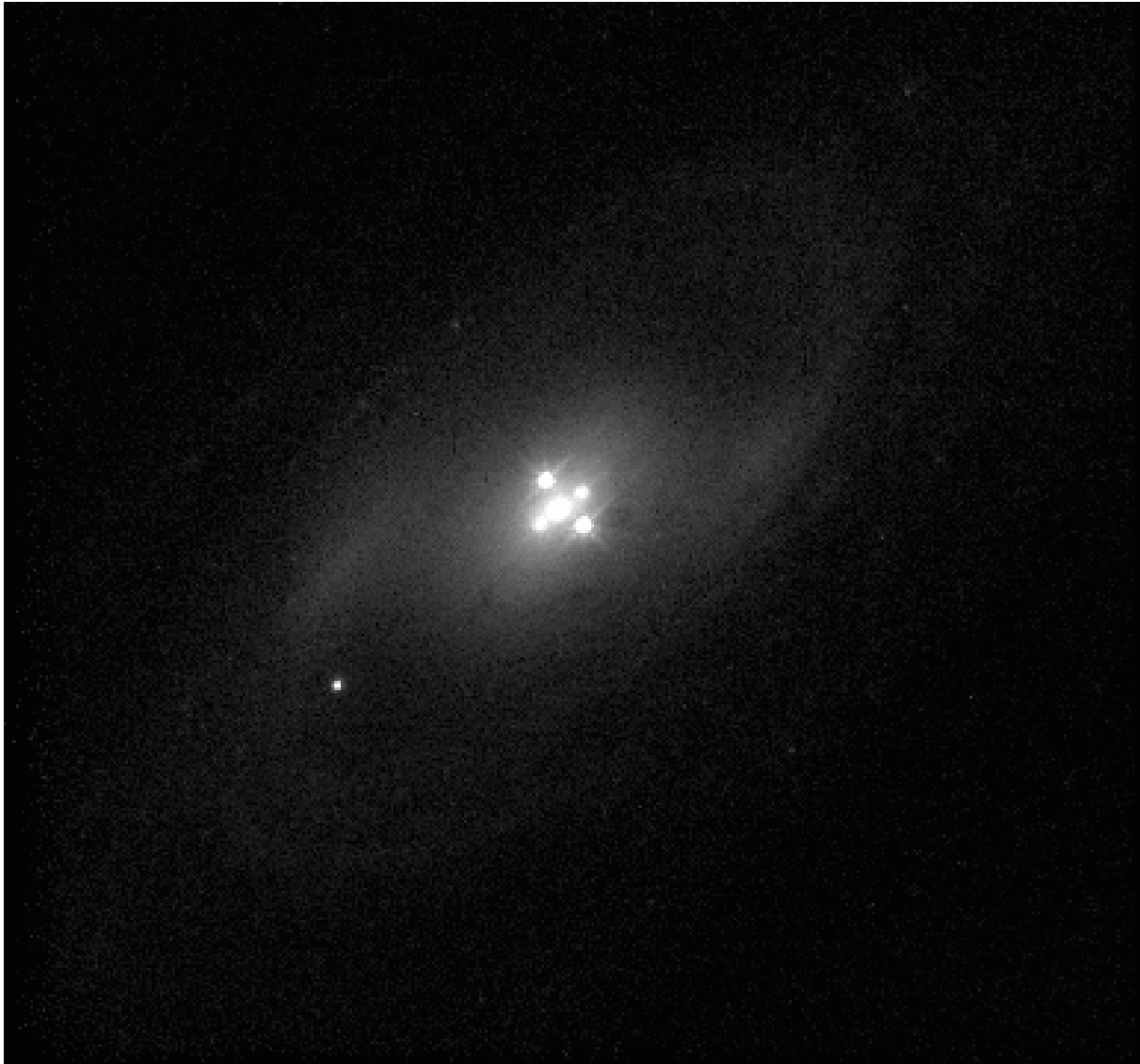


13 Juin 2008

Les Quasars

17

Autre ex. de lentille Gravitationnelle



Les Galaxies de Seyfert

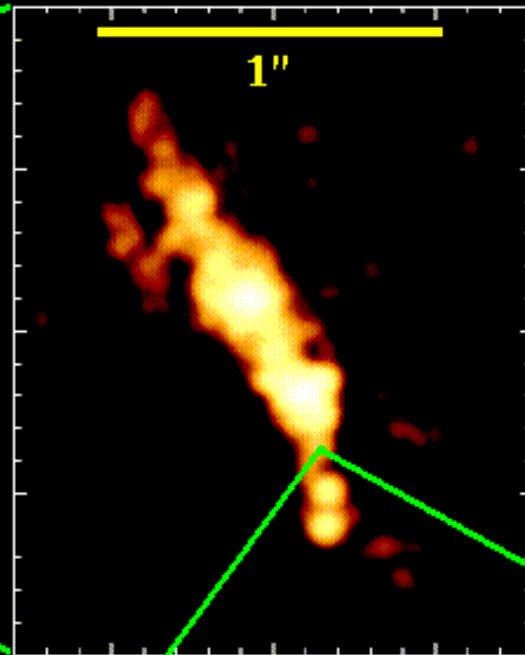
Ce sont des galaxies à noyaux brillant.
Elles sont classées en deux classes
selon la largeur des raies d'émission

NGC 1068

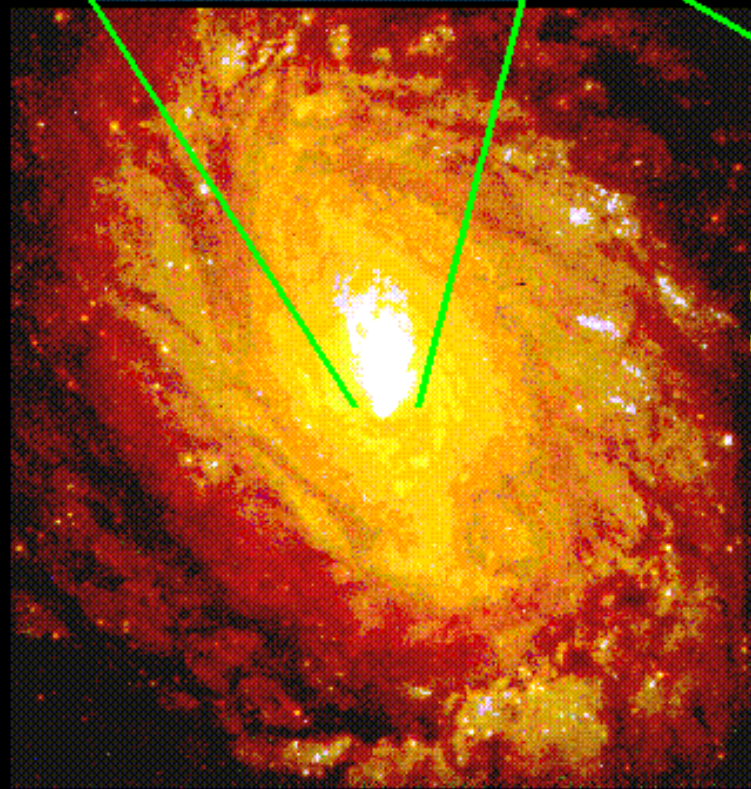
Nuclear reflection
cone (HST/FOC)



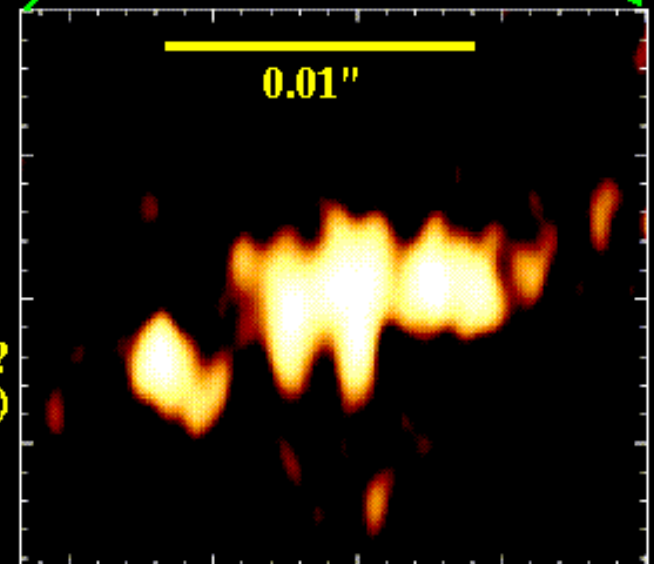
Radio jet
(MERLIN)



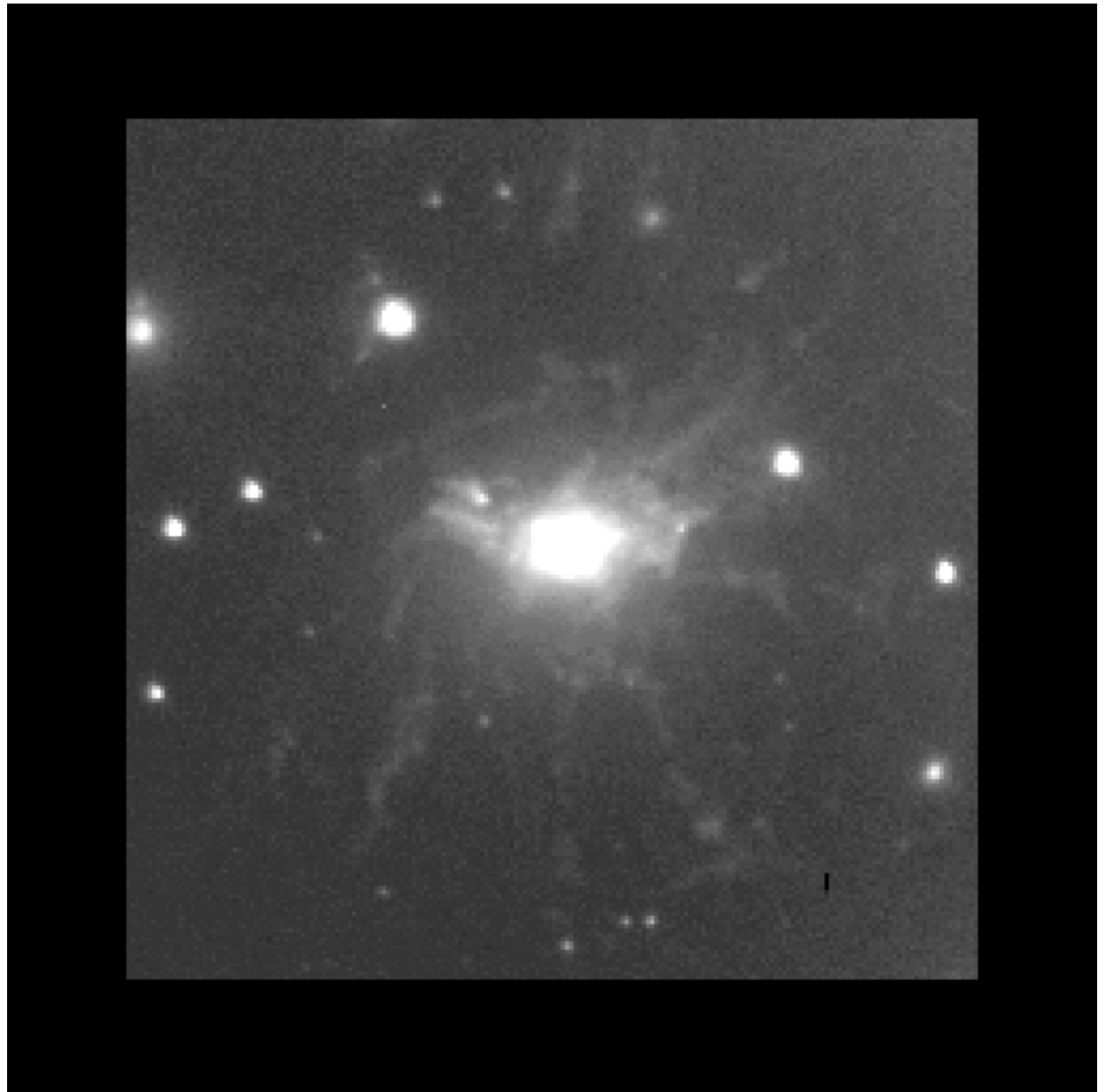
Optical galaxy
(HST)



Obscuring torus ?
(VLBA)

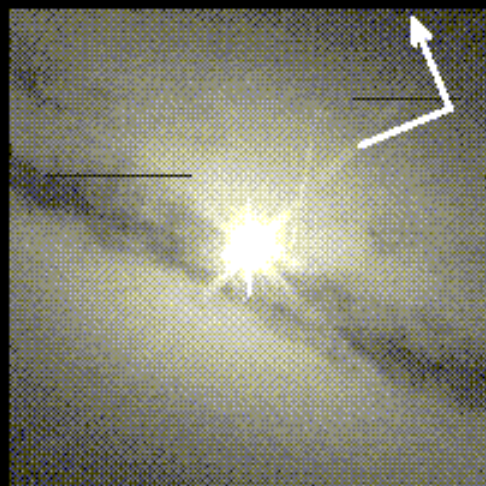


NGC 1275

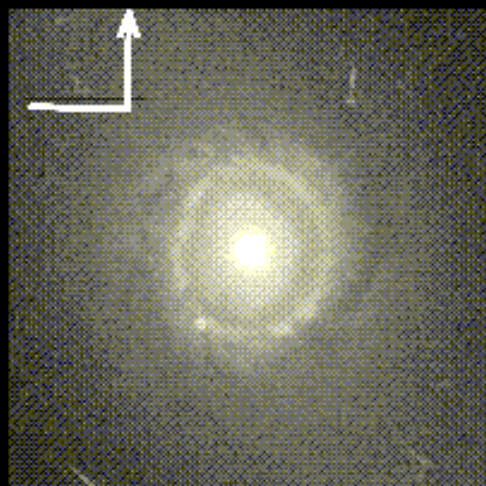


Seyfert Nuclei – HST Planetary Camera

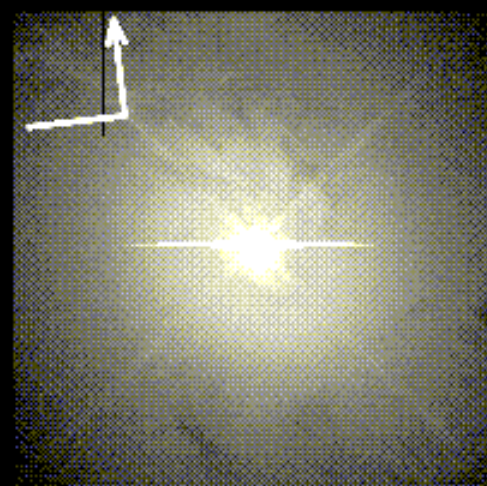
IC 4329A



NGC 1019



NGC 3516

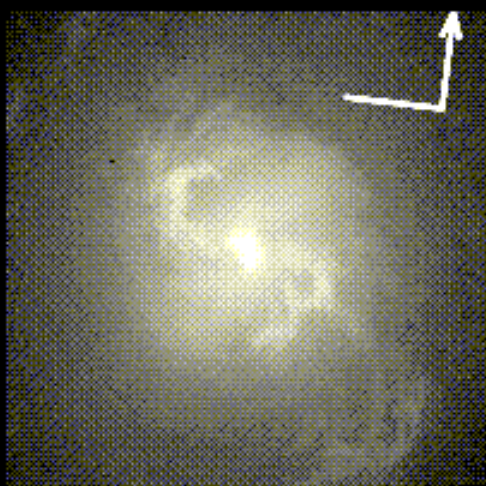


1"

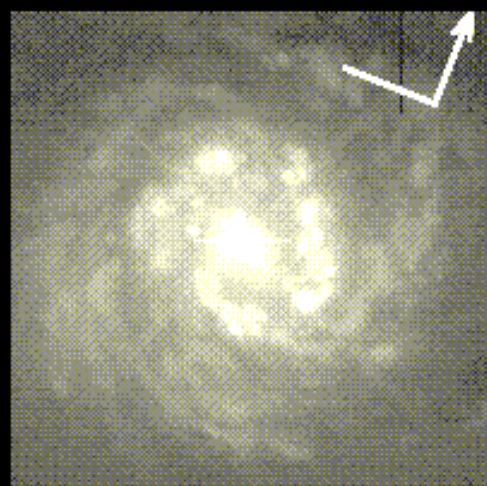
Mkn 1376

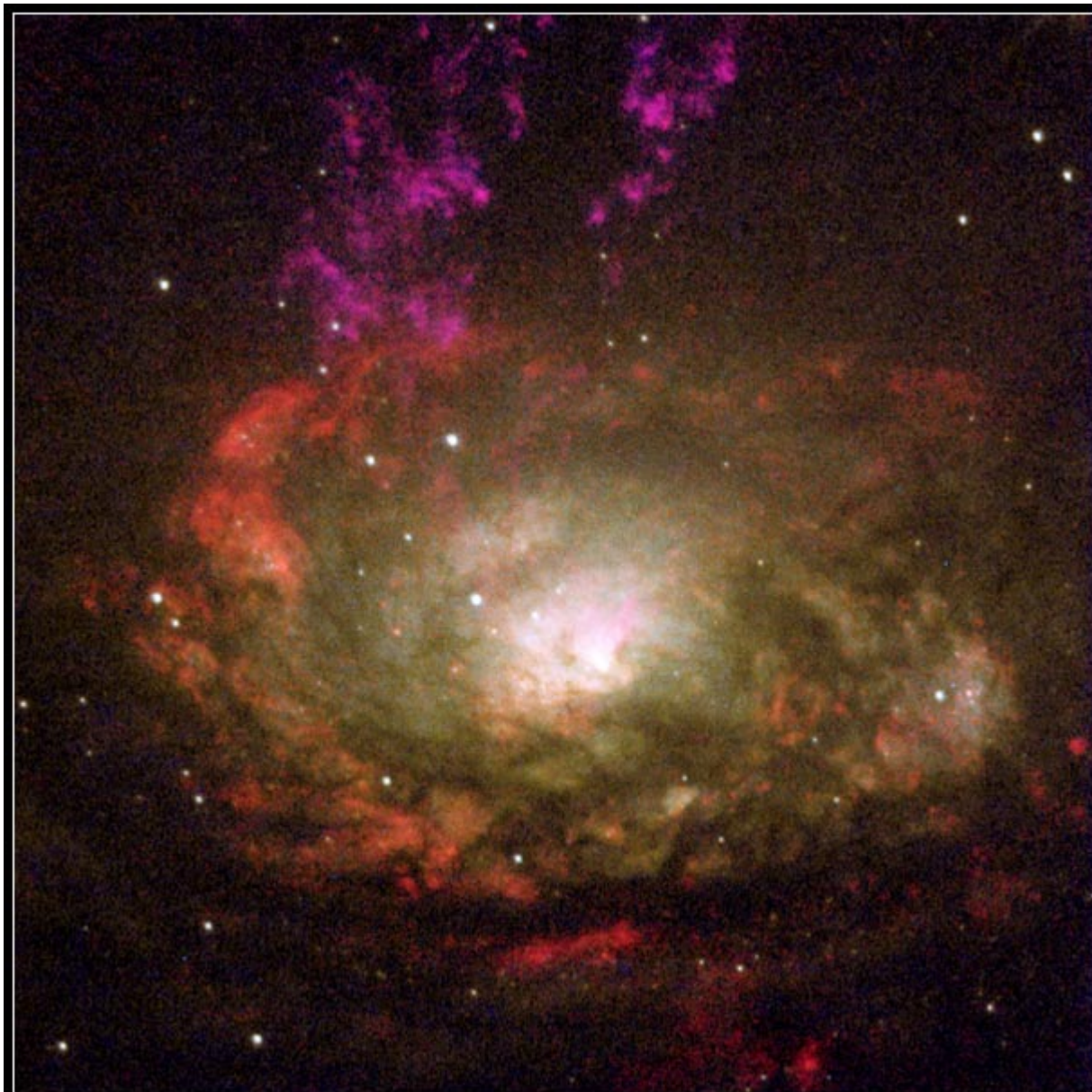


NGC 3393



NGC 7469



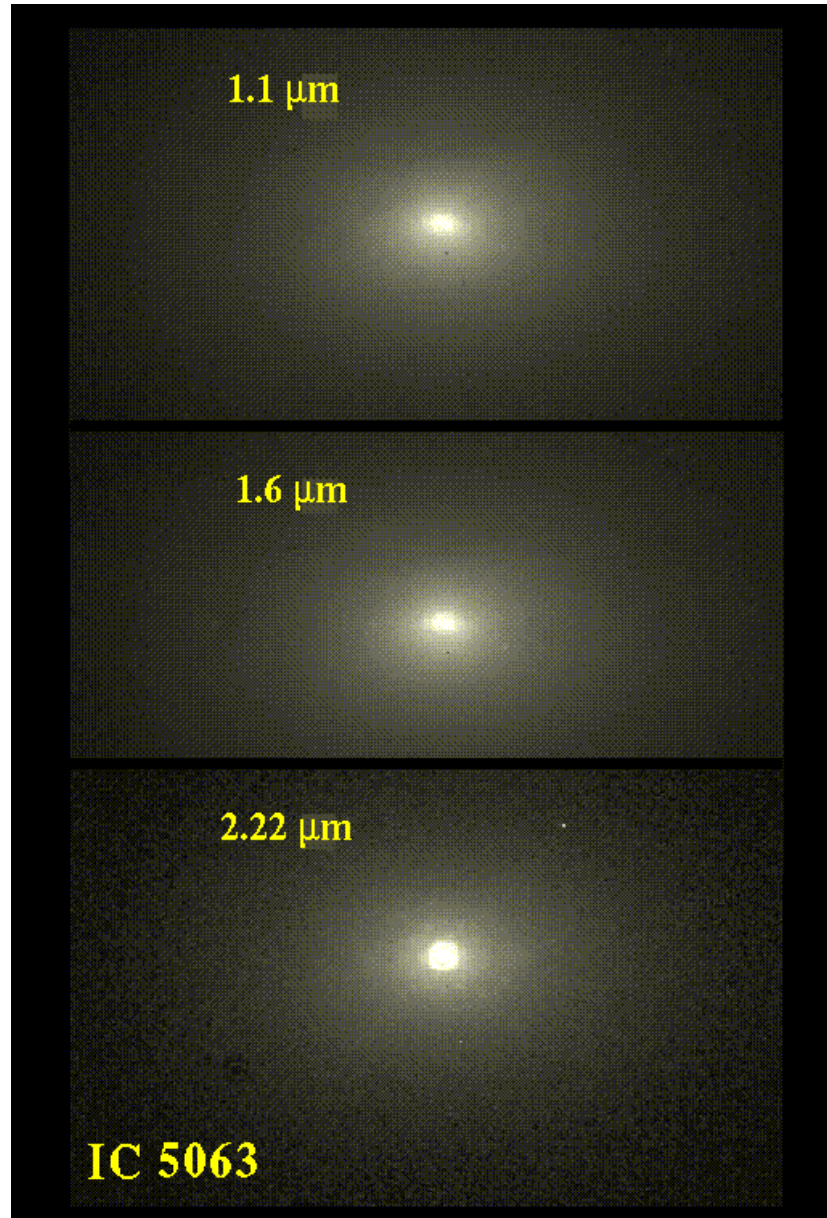


Circinus Galaxy

Hubble Space Telescope • WFPC2

13 Juin 2008

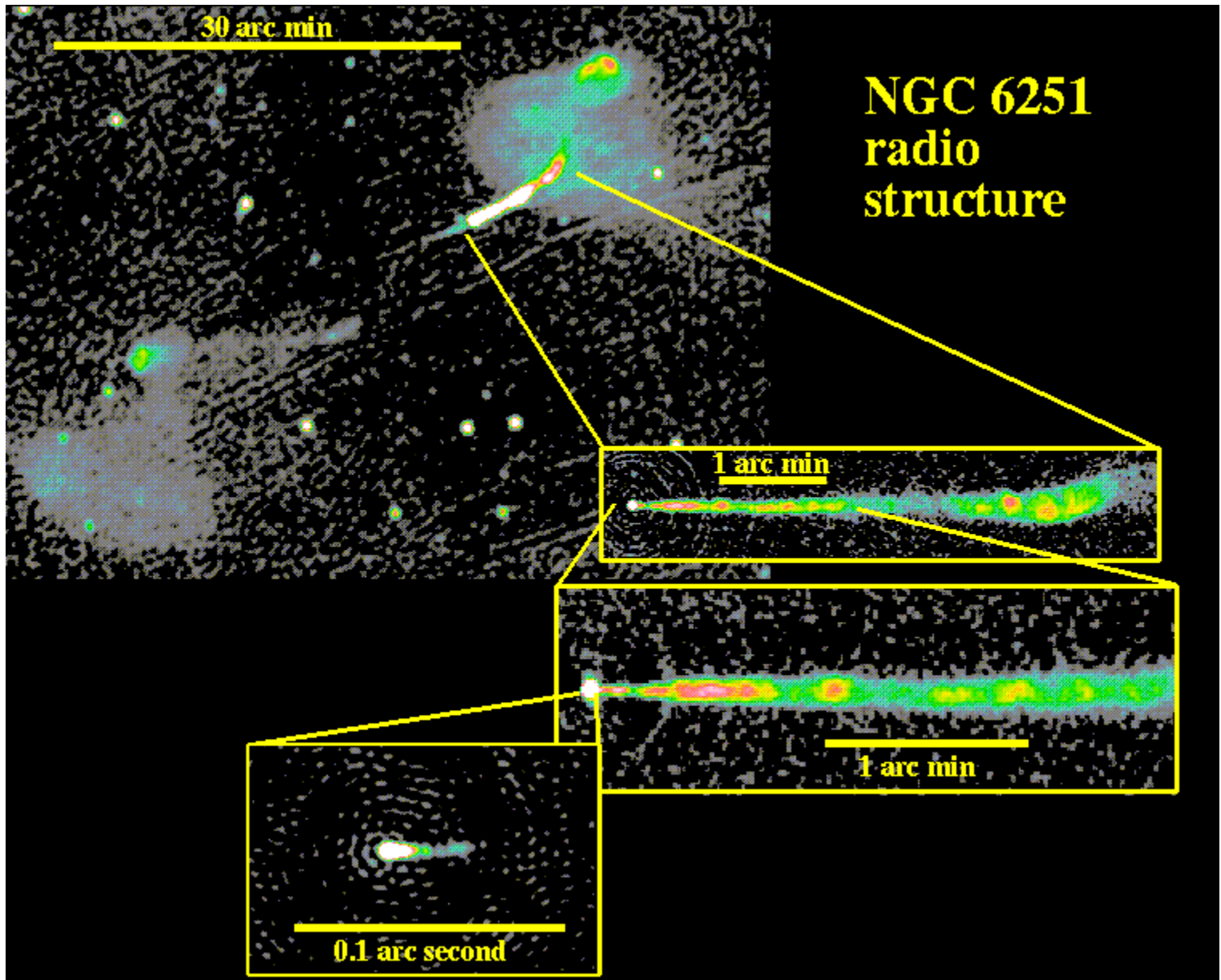
NASA and A. Wilson (University of Maryland) • STScI-PRC00-37

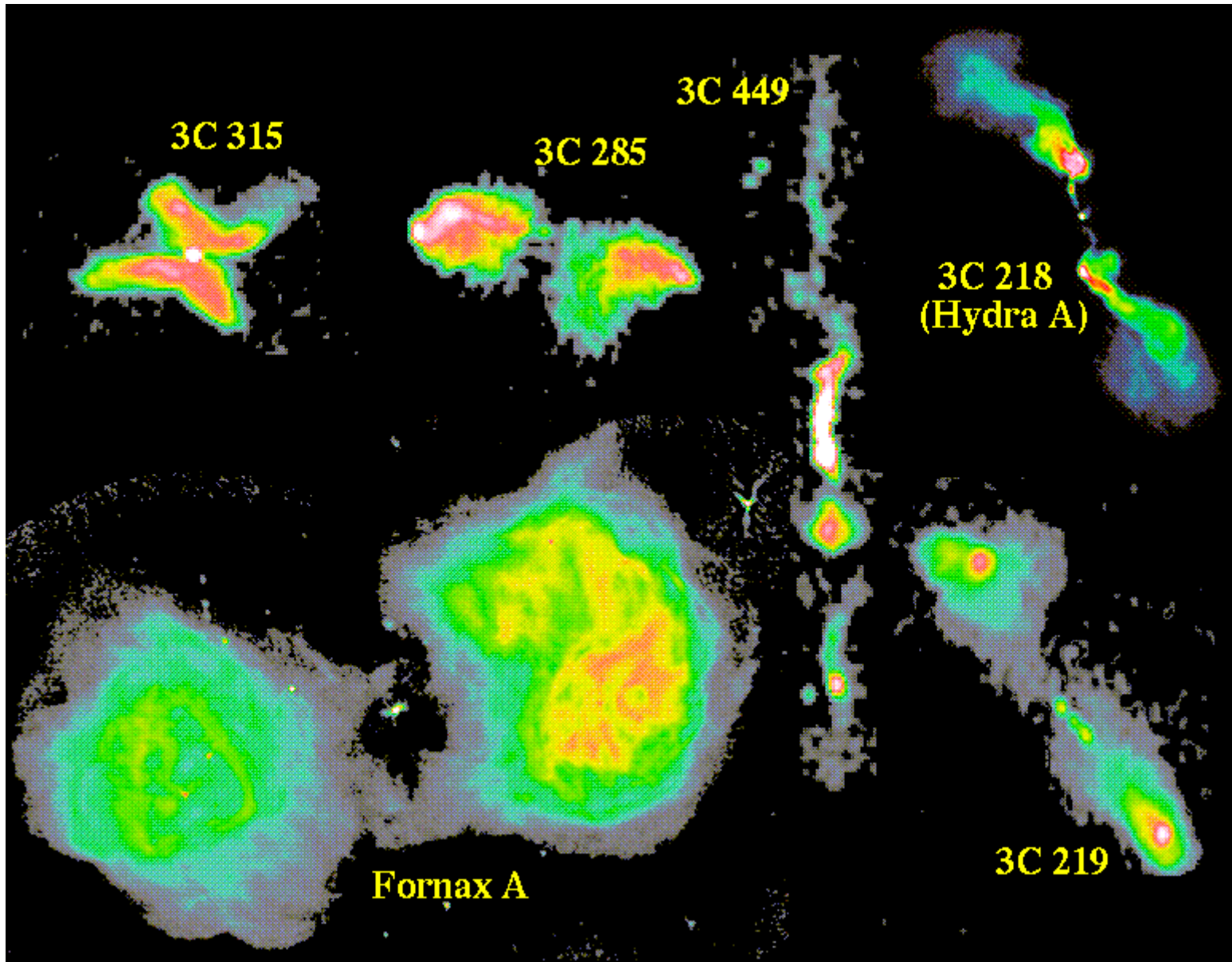


Les Radiogalaxies

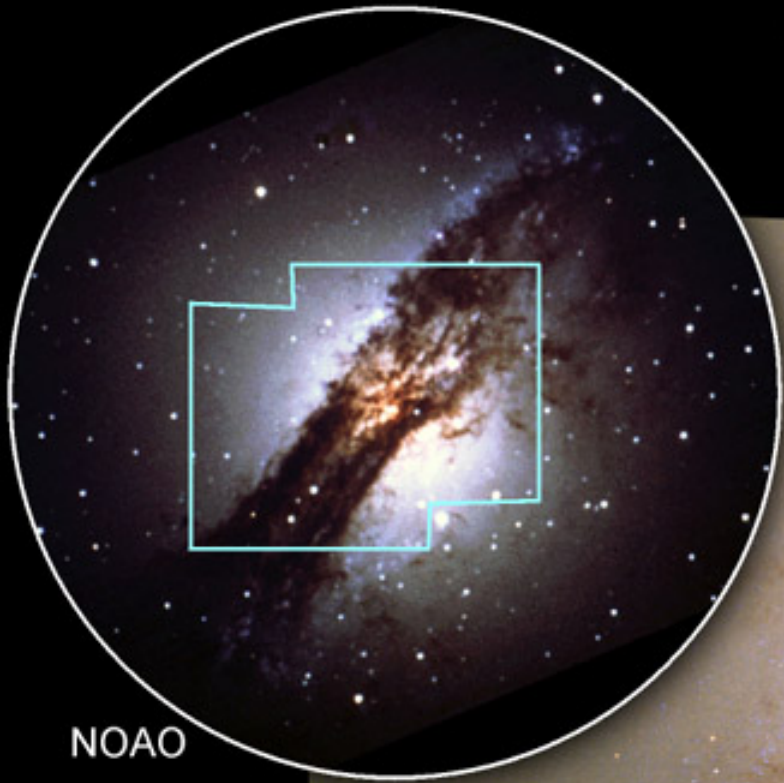
Elles sont souvent caractérisées
par une forte émission radio dans
des jets symétriques

Elles sont classées en deux
classes (FRI/FRII selon les lobes)

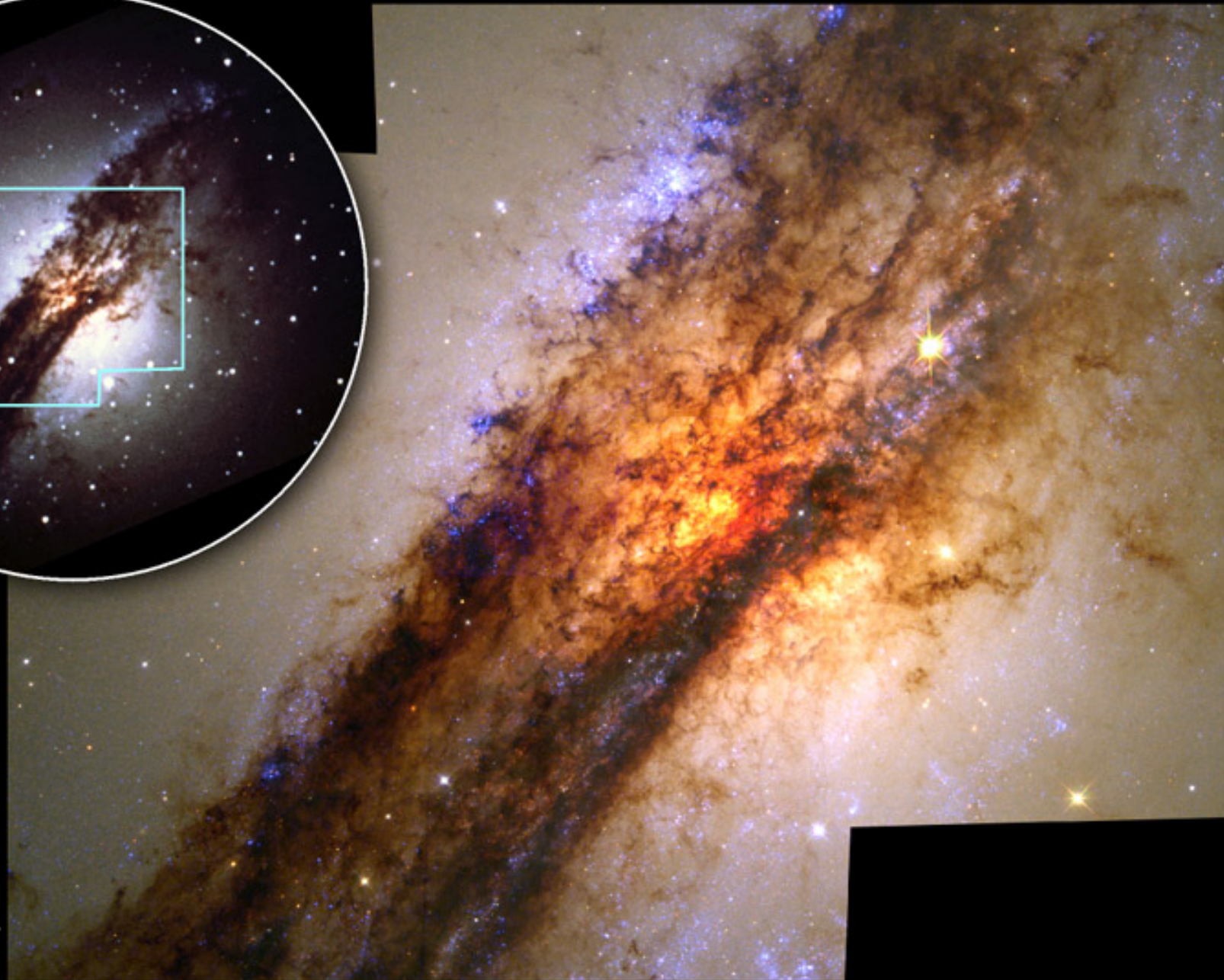




Active Galaxy Centaurus A



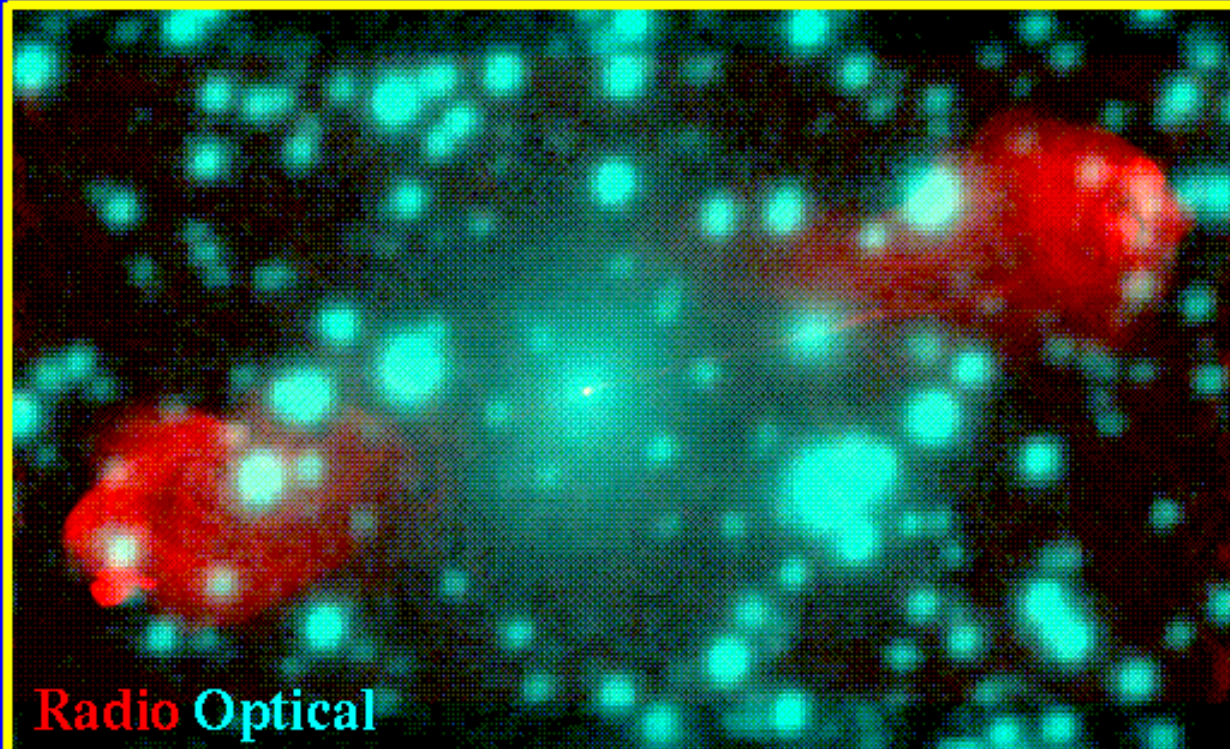
NOAO



HST
WFPC2

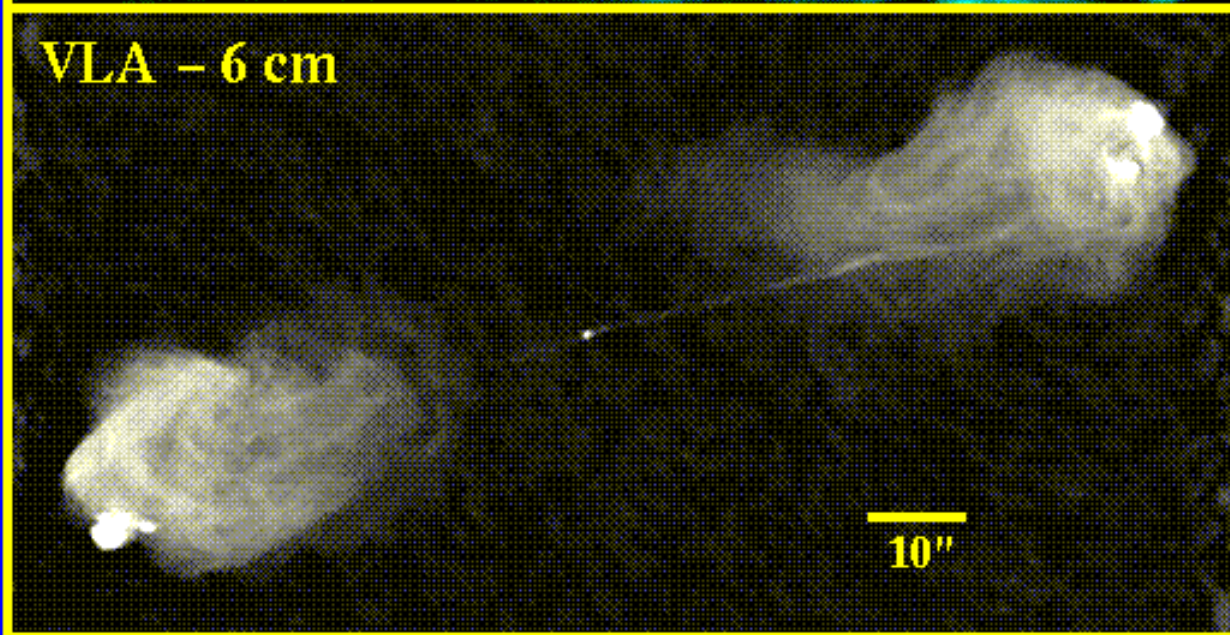
PRC98-14a • ST ScI OPO • May 14, 1998 • E. Schreier (ST ScI) and NASA

Cygnus A (3C 405)



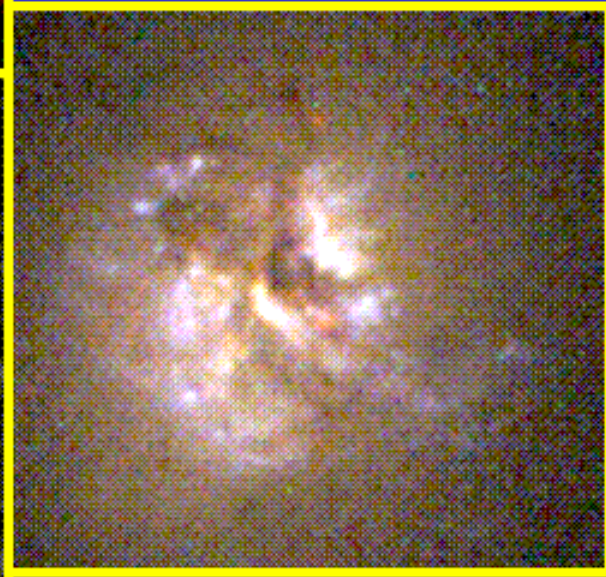
Radio Optical

HST closeup



VLA - 6 cm

10"



5"

Radio Galaxy 0313-192

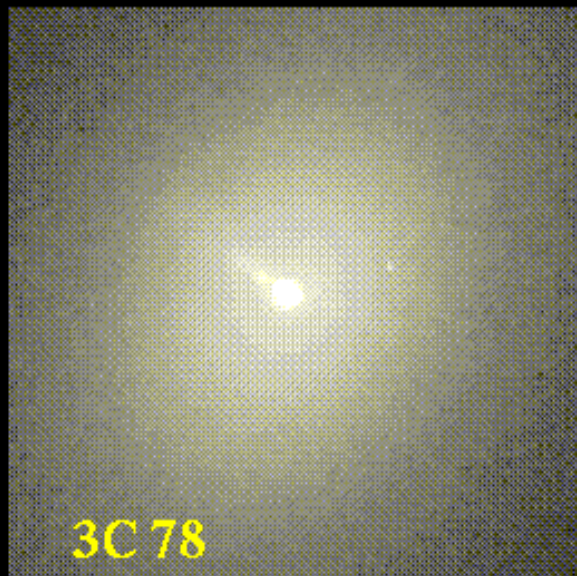
VLA ■ HST/ACS



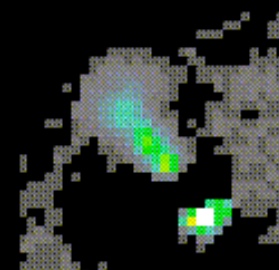
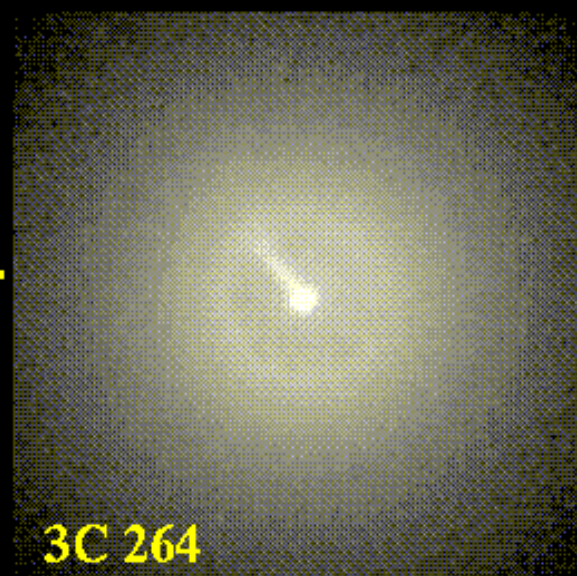
NASA, NRAO/AUI/NSF and W. Keel (University of Alabama)

STScI-PRC03-04

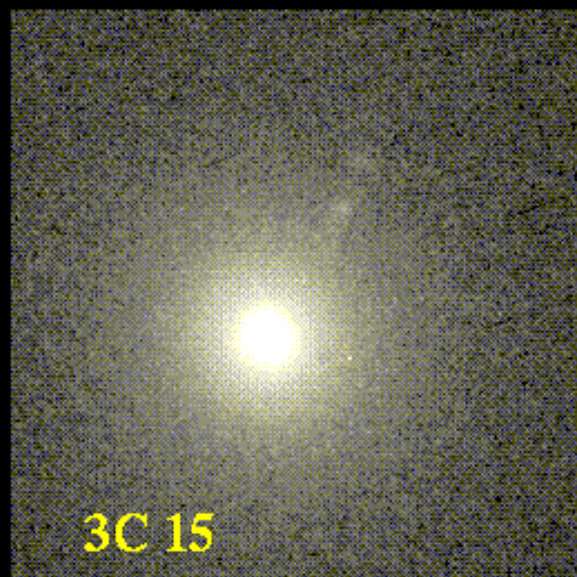
OPTICAL JETS IN RADIO GALAXIES



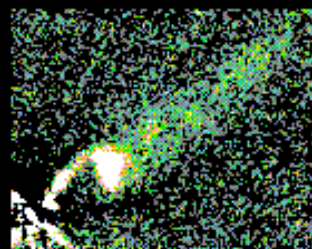
1"



Jet only



1"

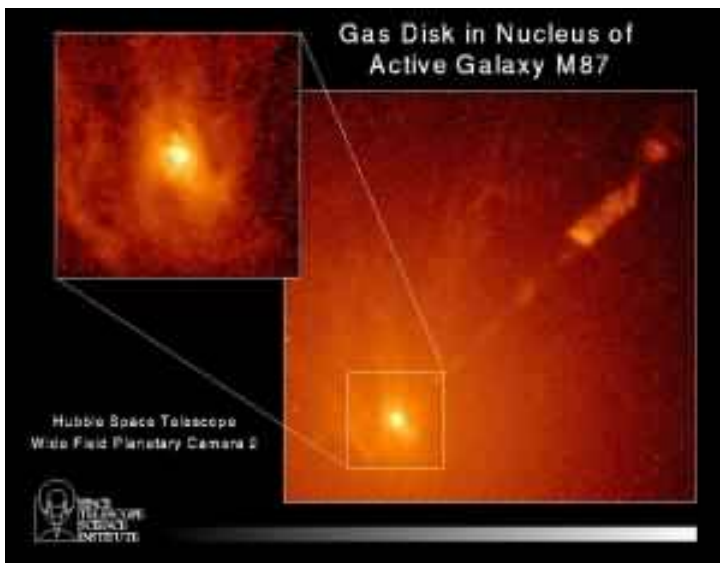
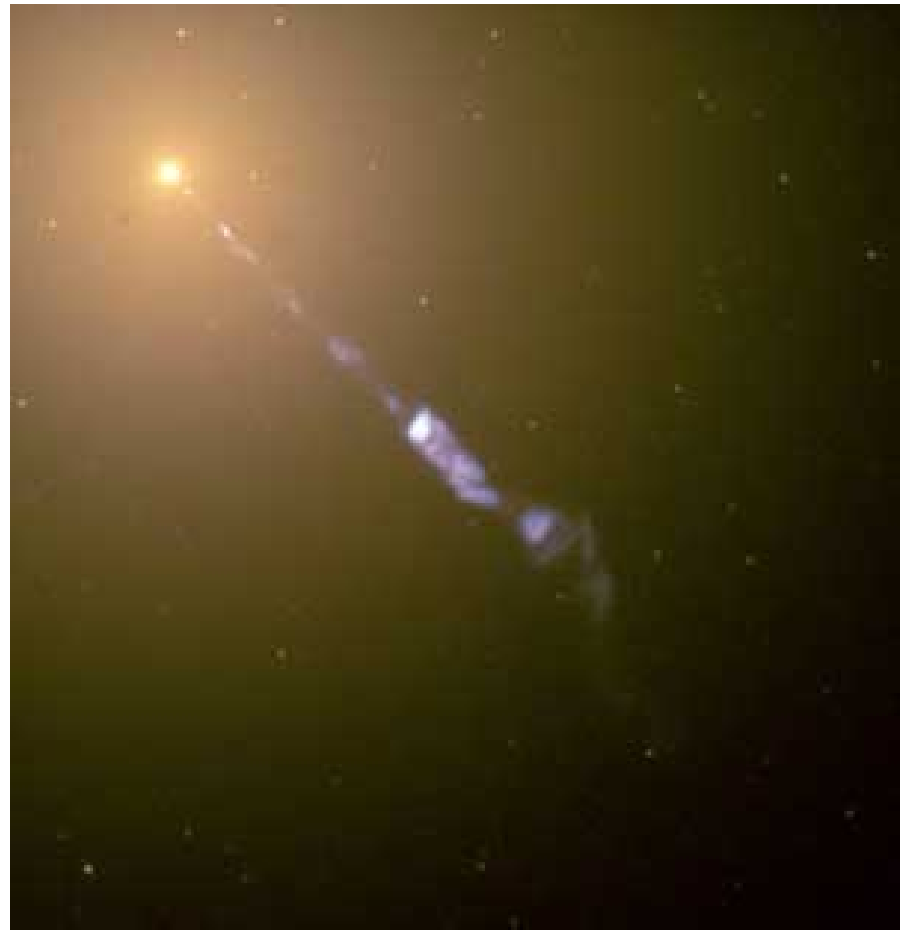
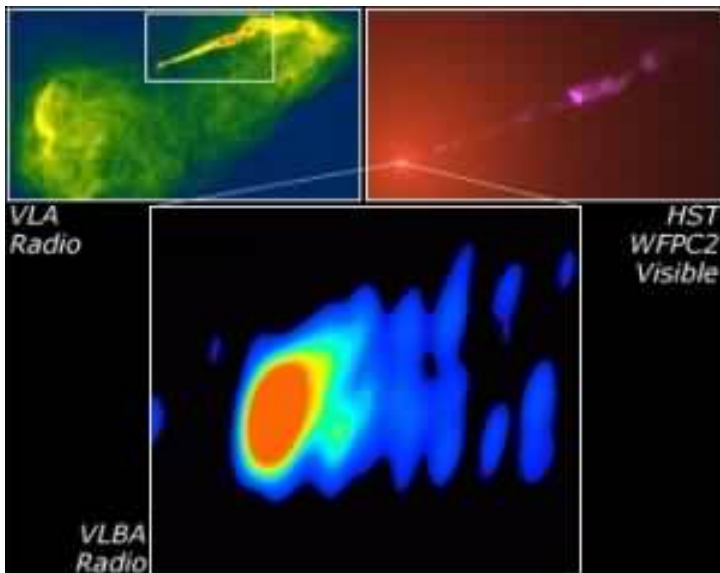


Jet only

L'environnement des AGN

- Jet optique difficile à identifier
 - Condensations
 - Précession
 - Superluminicité
- Disque d'accrétation
- Filaments ionisés
- Cannibalisme de galaxies

M87



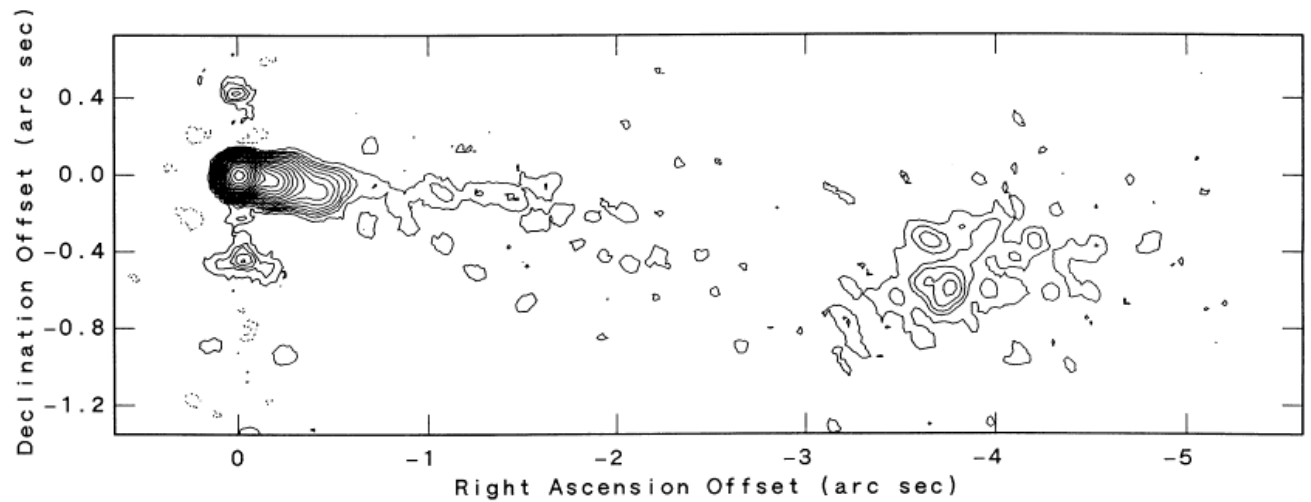
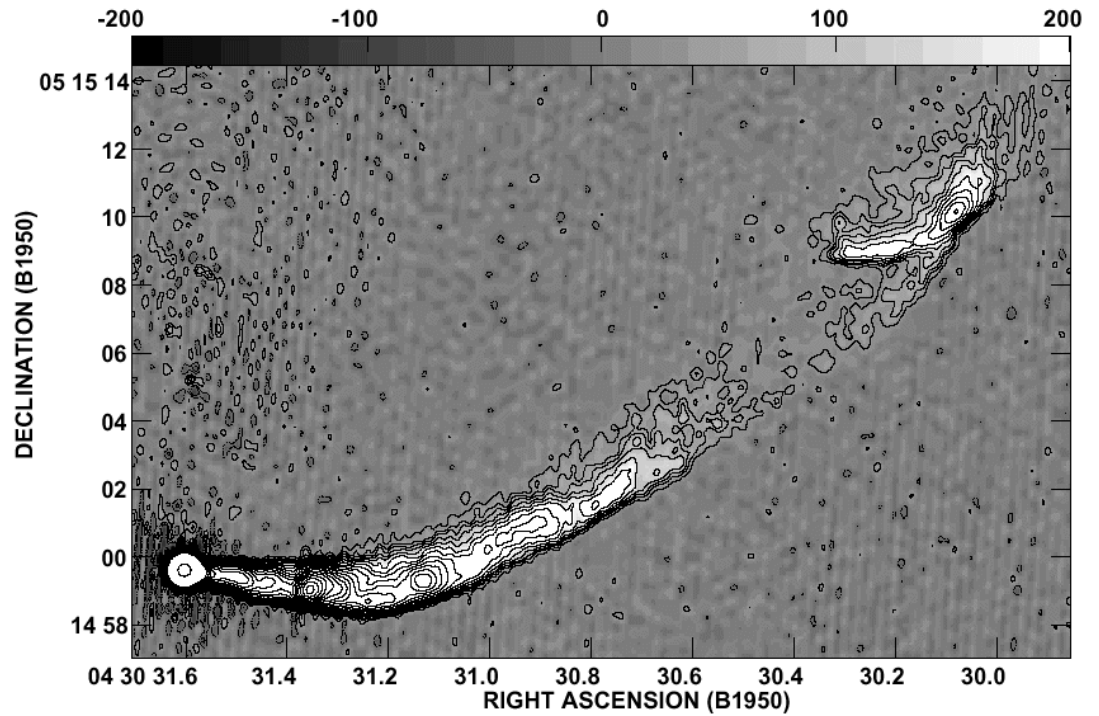
NGC 4261 et NGC 6251



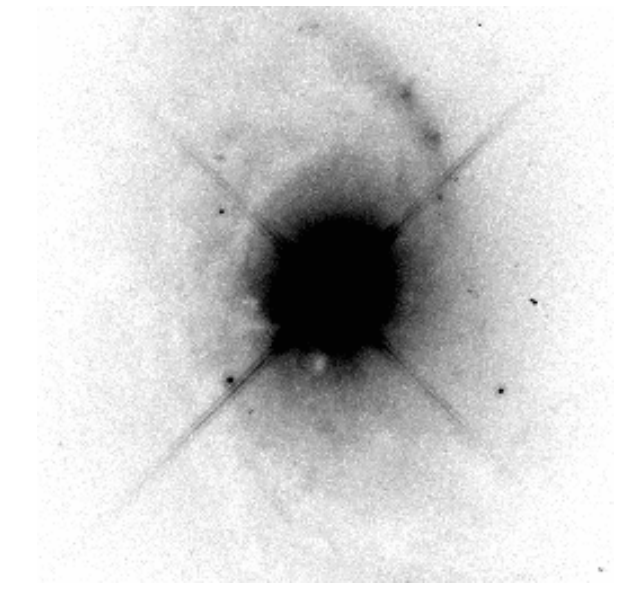
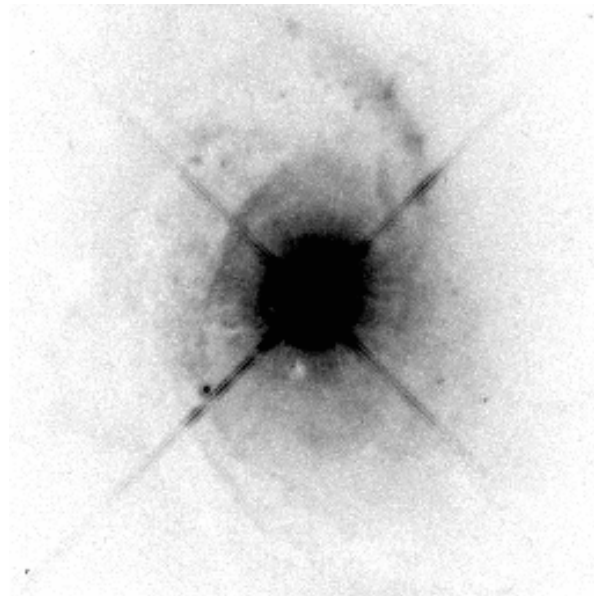
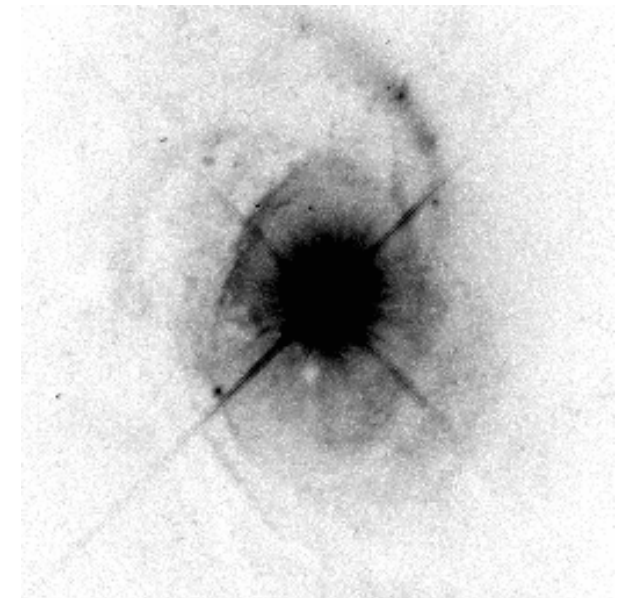
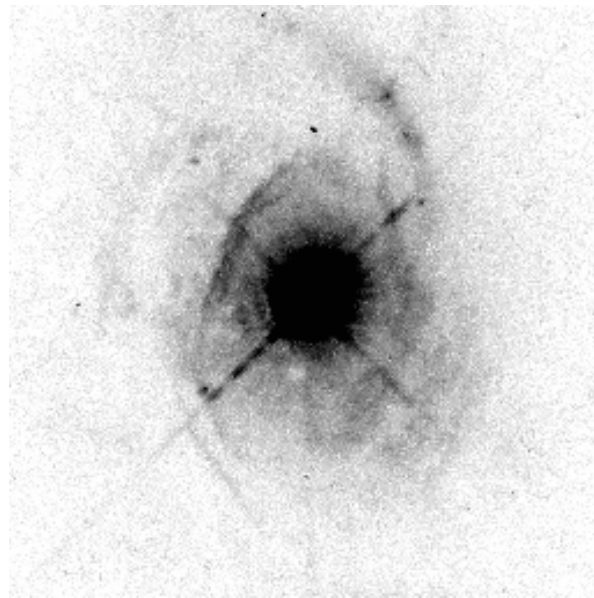
NGC 7052 : Sol et HST



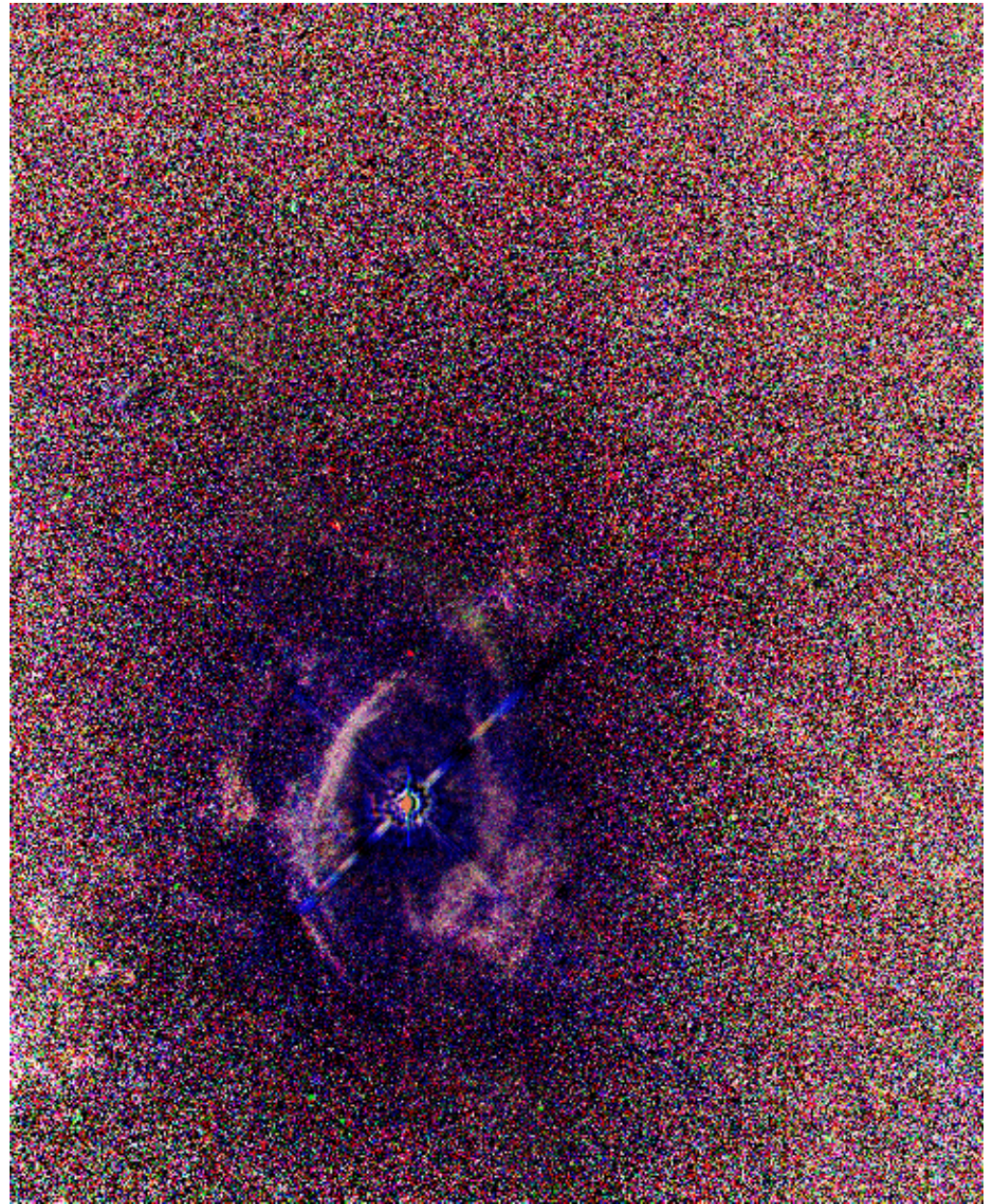
3C120 Radio



Images HST de 3C120



Indices de
couleur
permettant de
faire
apparaître les
structures
ionisées

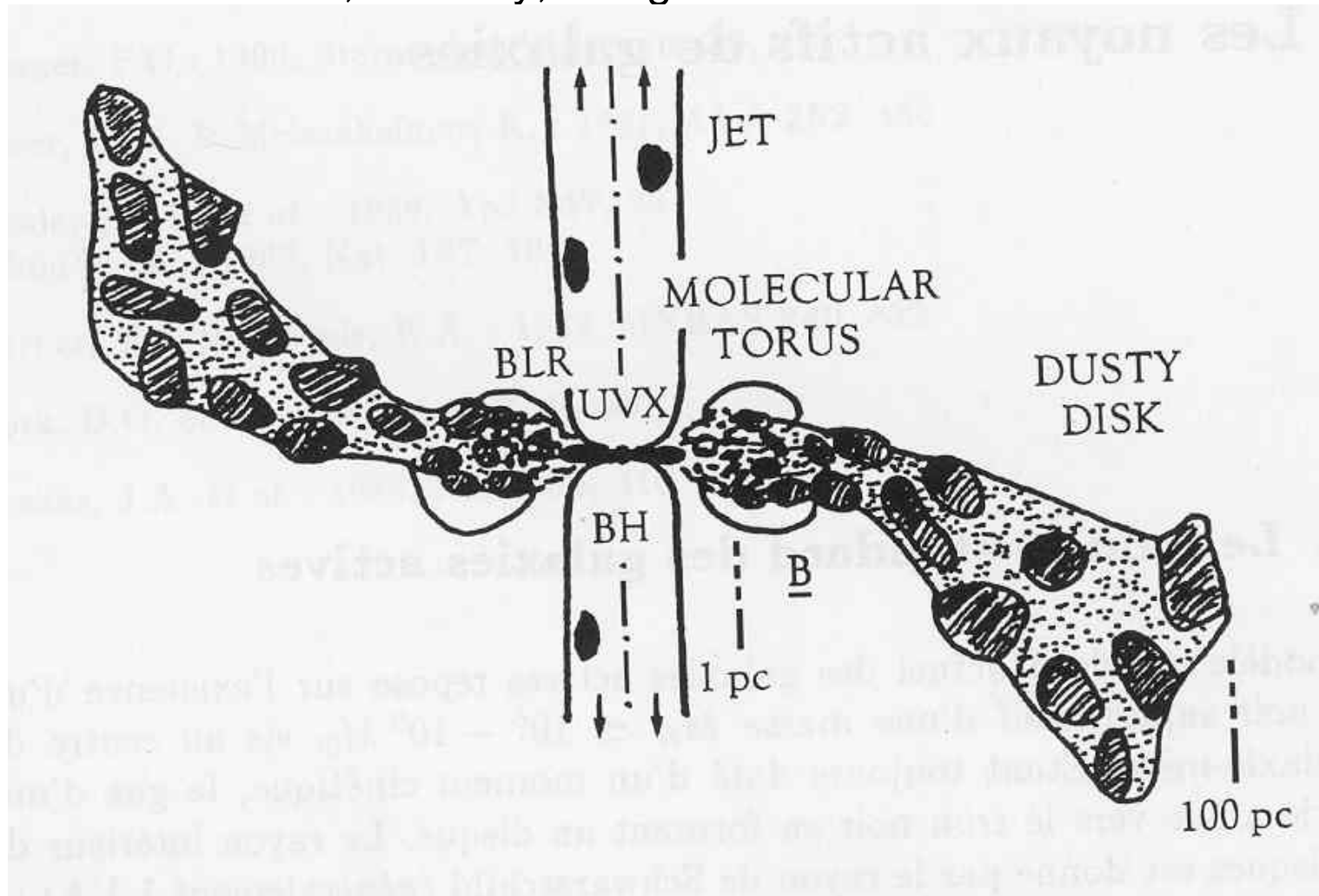


Qu'est-ce qu'un NAG ?

- Hypothèse fondamentale
 - Les NAG sont des trous noirs massifs
 - Cette hypothèse est conforme aux observations sur la dynamique centrale des galaxies
- Le TN central peut avoir une masse jusqu'à un milliard de fois la masse solaire
- Le rayon angulaire du TN est trop petit par rapport à la résolution des instruments

Modèle de Caltech

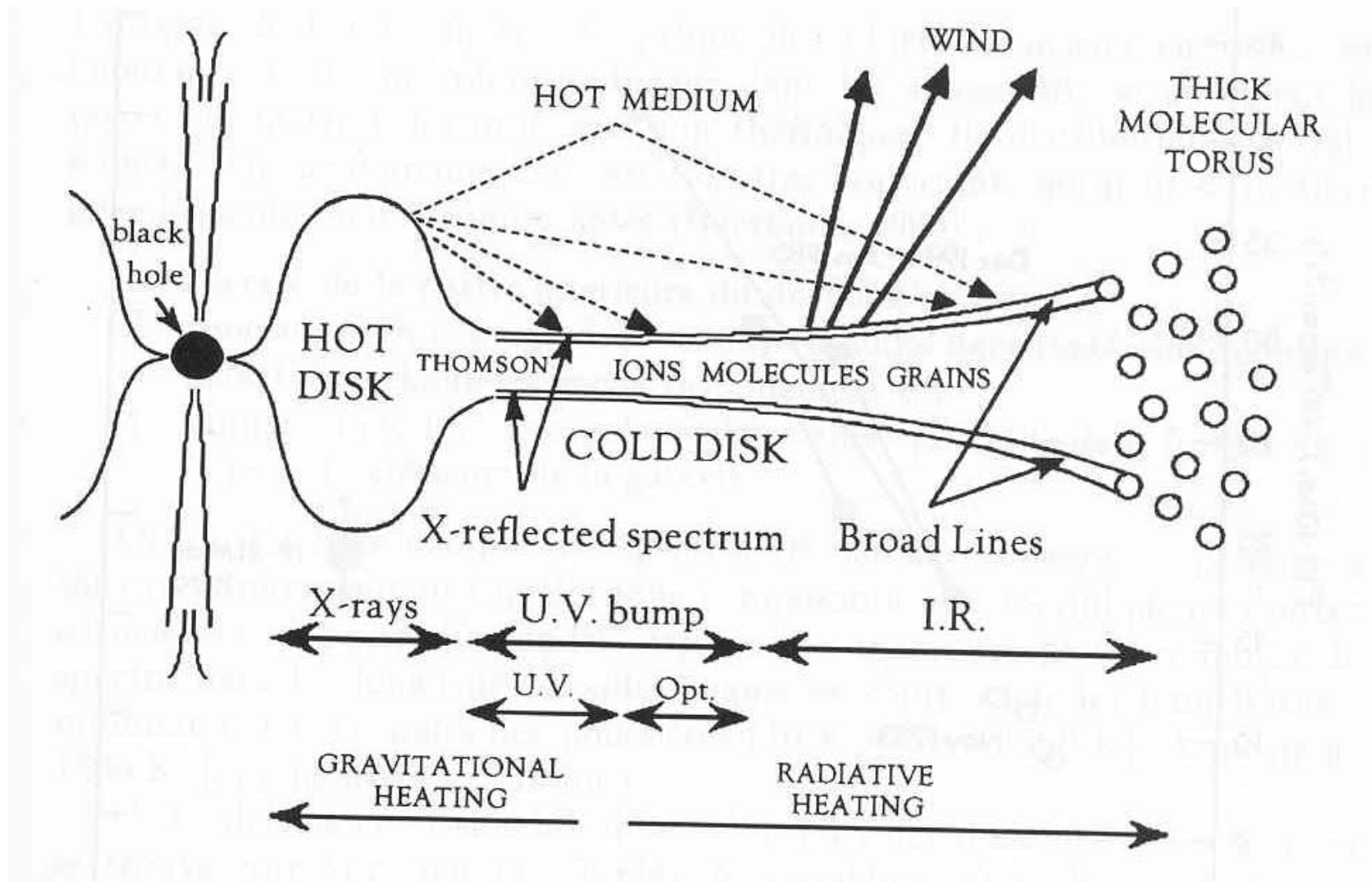
Sanders, Phinney, Neugebauer & Matthews 1989



Le disque d'accrétion

- L'émission d'énergie résulte de la chute de matière (accrétion) sur le trou noir
- Cette accrétion se fait de manière non isotrope
 - La matière qui tombe sur le TN est sur un disque appelé disque d'accrétion
- Ce disque ne peut pas encore résolu avec les moyens actuels

L'environnement du quasar

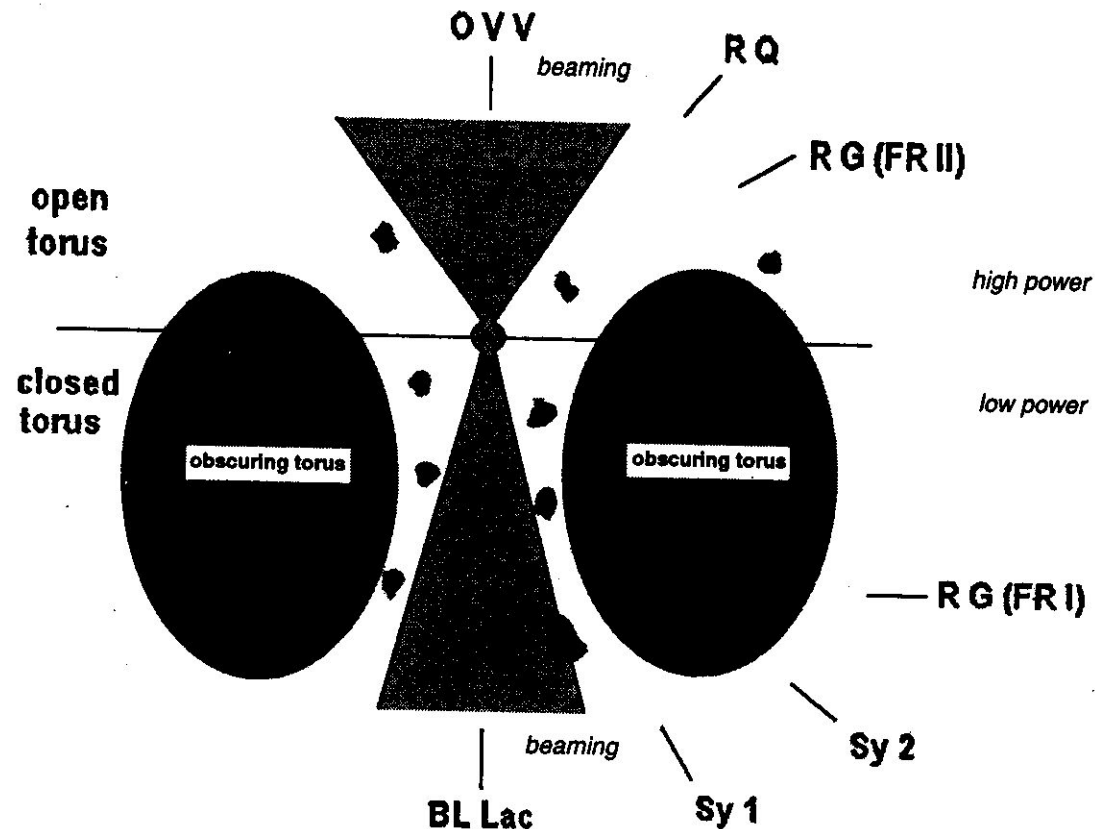


Le mécanisme de Blanford-Znajek

- Le trou noir tourne rapidement
- Il est entouré d'une magnétosphère puissante
- L'énergie gravitationnelle de la matière accrétée est convertie en courant électrique dans des jets situés aux pôles du TN
- Les électrons émettent leur énergie sous forme d'émission synchrotron

Le Modèle Unifié

- L'énergie du noyau vient d'un trou noir de Kerr
- Disque d'accrétion et jet orthogonal
- Effet de l'orientation du jet
- Superluminicité et Superluminosité



Mouvement superluminaire

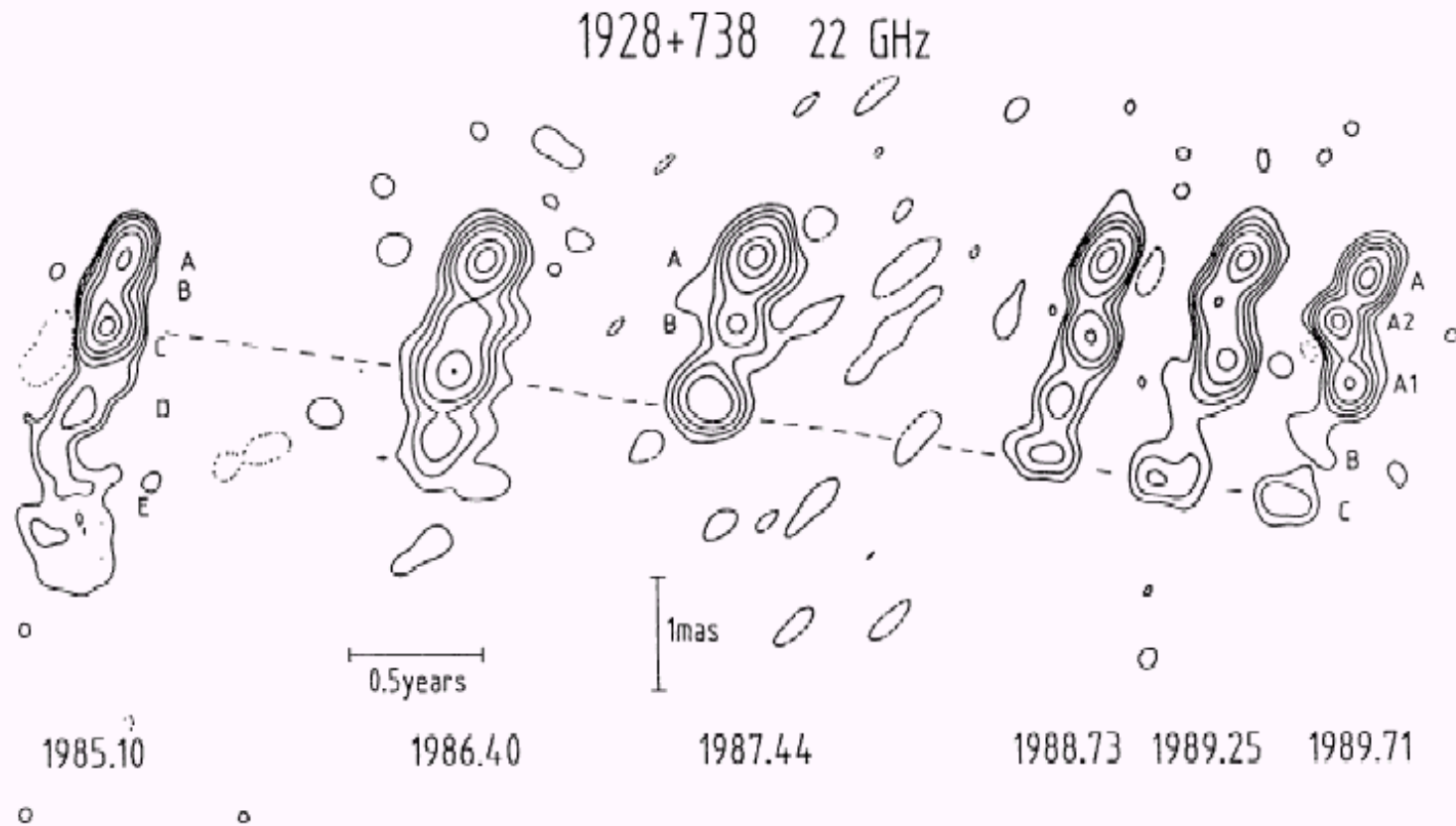
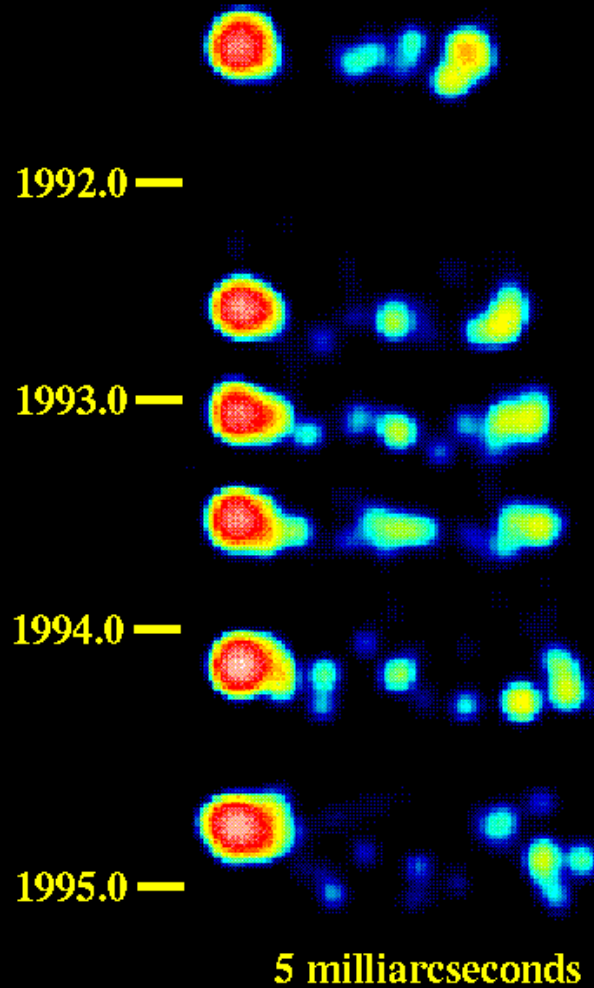
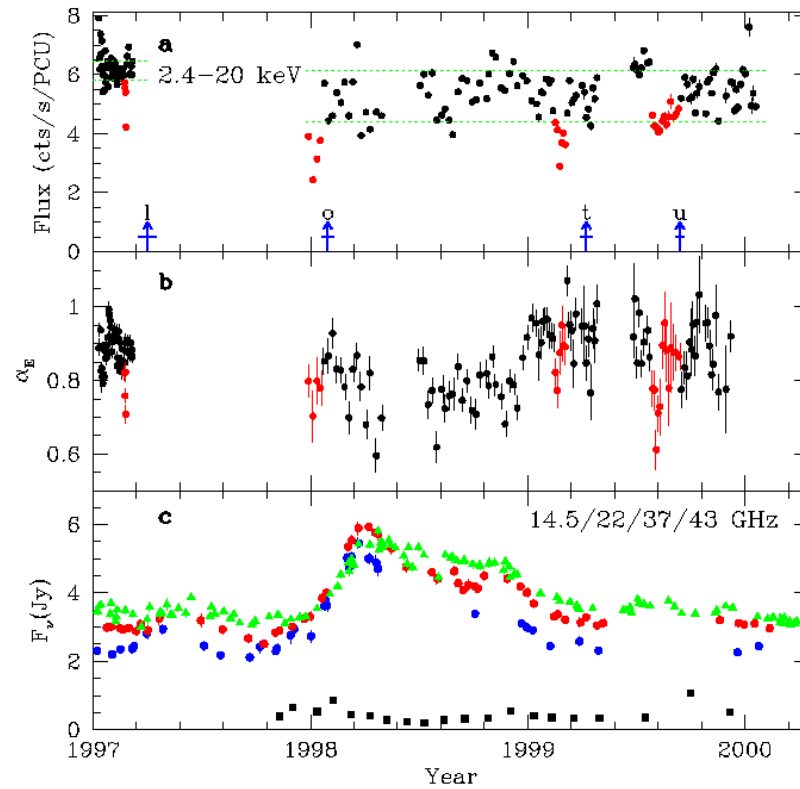


Figure 4 Superluminal motion in the FSCD quasar 1928+738 at $z=0.30$. The proper motion of Component C relative to A corresponds to $4 h^{-1} c$ for $q_0 = 1/2$ (Hummel et al 1992).

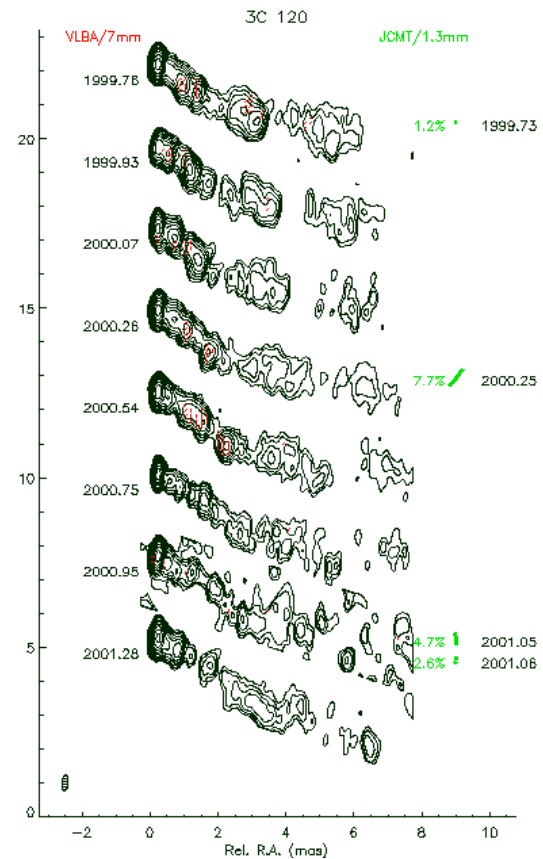
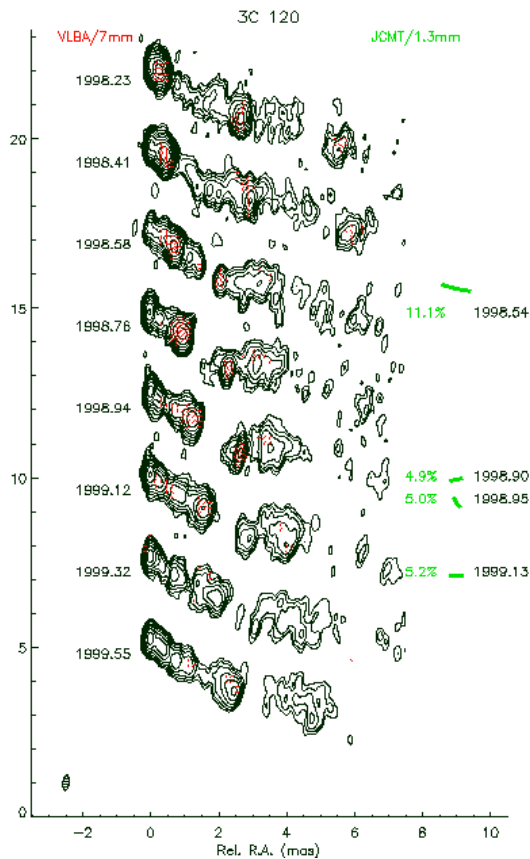
3C 279 Superluminal Motion



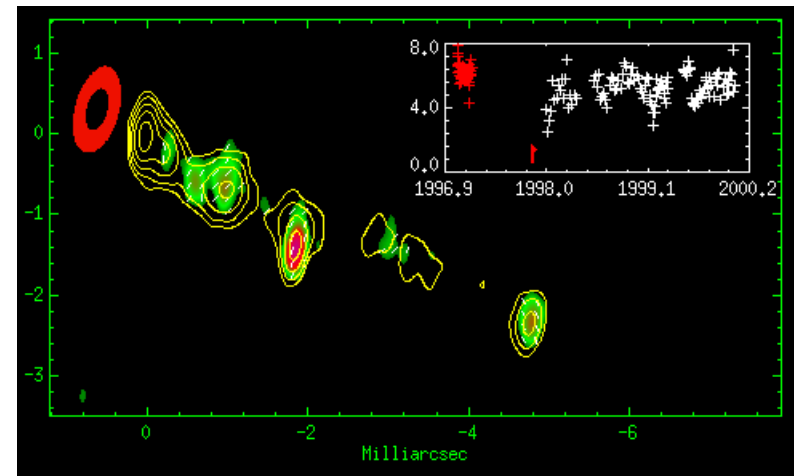
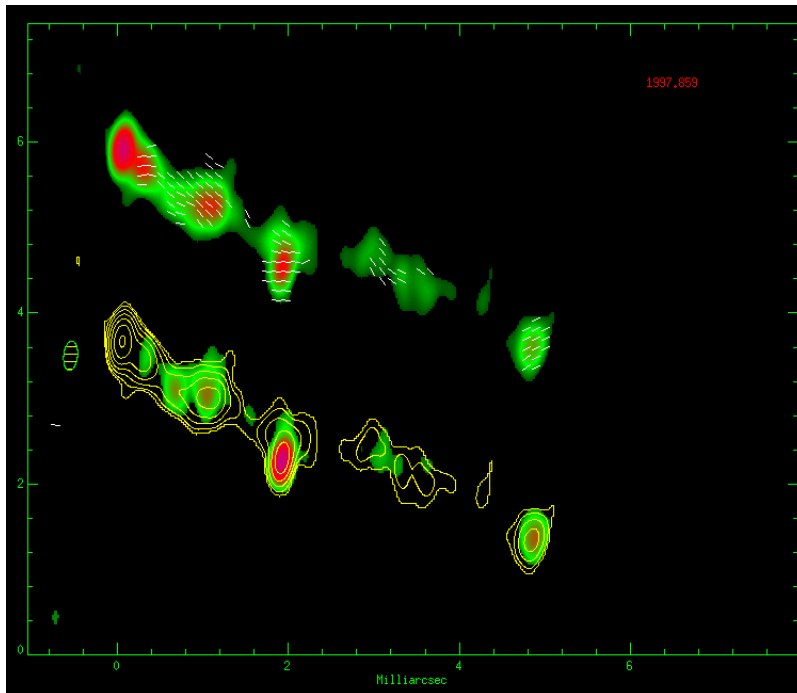
3C120 X / Radio



Évolution des condensations



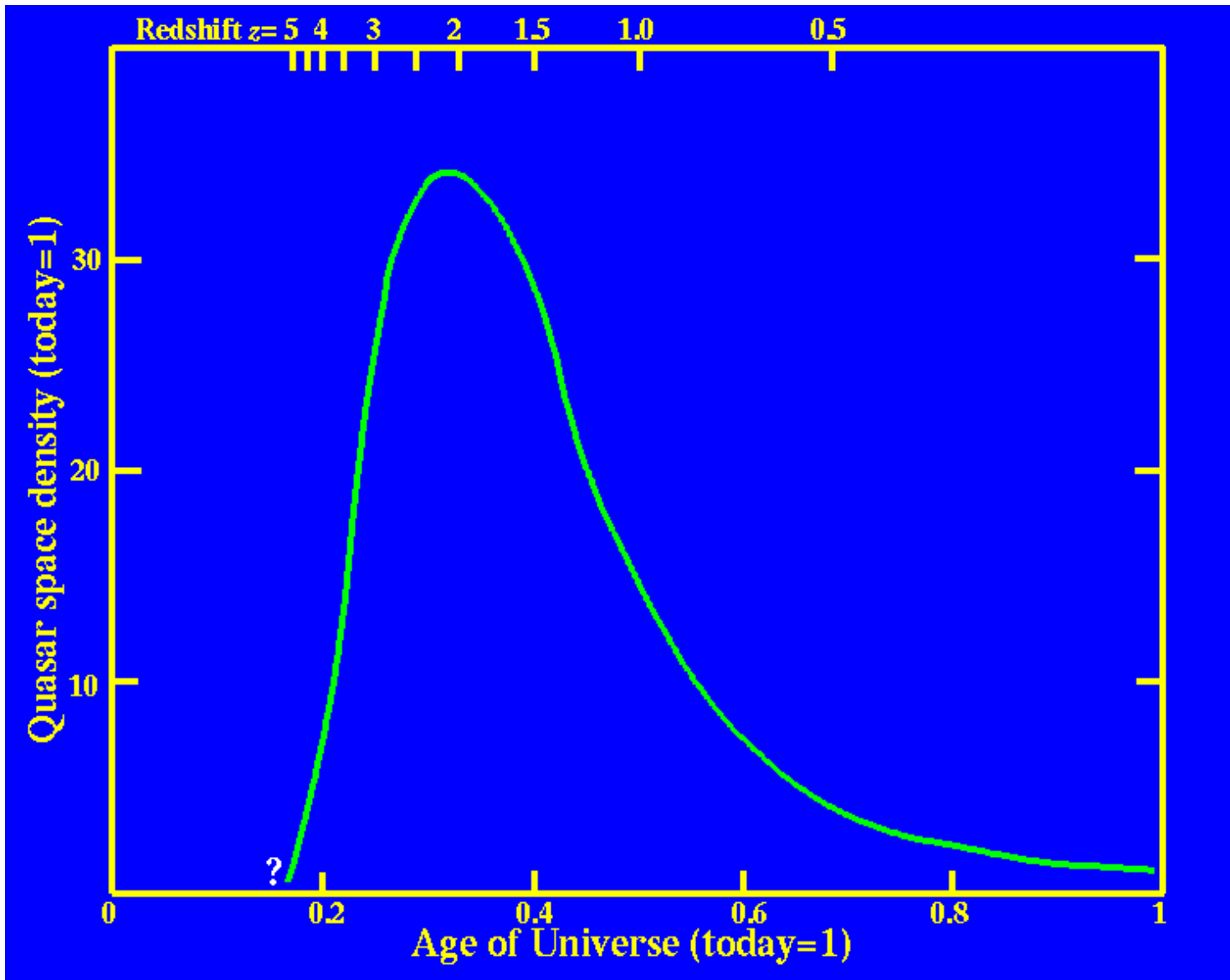
Evolution temporelle de 3C120



Modèle de 3C120



Évolution des Quasars



Formation des trous noirs massifs

- Plusieurs schémas existent
 - Directement
 - Par formation d'une étoile supermassive
 - Par un amas d'étoiles supermassives
- Problème de l'échelle de temps

Questions

- Pertinence du schéma
- Paramètres déterminant les propriétés observées
 - Masse, taux d'accrétion, champ magnétique, moment angulaire, géométrie de l'objet, ..
- Rôle de l'environnement
 - Liens avec les galaxies proches
 - Groupement des quasars
- Échelle de temps de la formation