

Extraction d'objets dans un contexte multi/hyper spectral

Christophe Benoist - Albert Bijaoui

Eric Slezak – Myriam Traina

Dpt CERGA - OCA

Collaborations

Danielle Nuzillard – LAM URAC

Djamel Mékarnia – Dpt Fresnel OCA

Plan

- Objectifs
- Mise en Correspondance
- Fusion des images
- Cas des sources ponctuelles
- Cas des sources étendues
 - Description image / image > MVM
 - Séparation de sources
- Programme de travail
 - Jeux de données observationnelles
 - Expérimentations

Objectifs

- Aide à l'analyse d'un ensemble d'images
 - Différentes résolutions
 - Différentes bandes spectrales
- Particularités des images astronomiques
 - Points sources > Catalogues
 - Pas de problème particulier lié aux variations de résolution et de longueur d'onde du point de vue de l'imagerie
 - Classement, variations de position et de luminosité
 - Densité et lois de distribution
 - Sources étendues
 - L'objet varie d'une image à l'autre > fusion

Mise en correspondance

- Problème très délicat
 - Zone commune
 - Contenu assez similaire
 - Décalage, distorsion, etc.
- Recalage géométrique
 - Référence > Catalogues > précision, densité
 - Méthode multiéchelle > Package EIS/MVM
- Calibration photométrique
 - Catalogues > disparité > précision
- Packages existants
 - Mise en œuvre > documentation, paramétrage

Fusion d'images

- Obtenir une/des images tenant compte au mieux de l'ensemble disponible
 - Meilleur rapport/bruit > Co-addition
 - Meilleure résolution > Co-restauration
 - Différentes bandes > Fusion
- Application de méthodes multiéchelles
 - Co-addition > tenir compte des résolutions
 - Co-restauration > Structures significatives
 - Fusion > fusionner aux différentes échelles
- Fusion > retour aux images individuelles
- Packages

Cas des Sources Ponctuelles

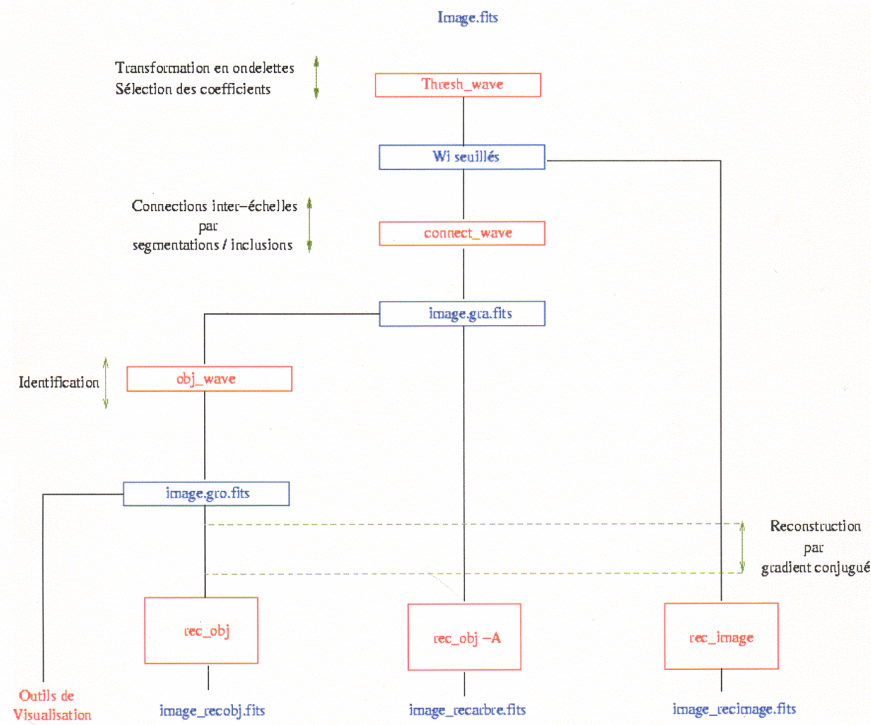
- Une grande partie de l'information
- Production de catalogues
- Intérêt de l'analyse multi-images
 - Détection de sources plus faibles
 - Variations photométriques et astrométriques
 - Classification photométrique
- Tâches
 - Identification des sources
 - Réduction des données
- Logiciels

Analyse des sources étendues

- Image astronomique
 - Sources sur fond
 - Sources diffuses
 - Bruits fond / sources
 - Recouvrement
 - Hiérarchie
- Différentes approches
 - Cartographie du fond
 - Seuillage
 - Maxima > forme & profil
- Modèle de Vision Multiéchelle

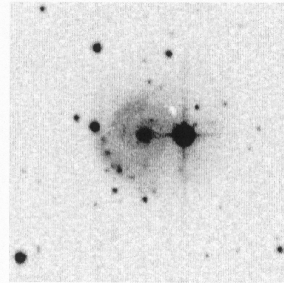
MVM – Etapes Méthodologiques

- Déploiement de l'information par une WT (isotropie) ;
- Impact du bruit et extraction du signal à chaque échelle ;
- Arbres codant l'emboîtement des régions significatives ;
- Recherche des structures pertinentes ;
- Image compatible avec les coefficients retenus



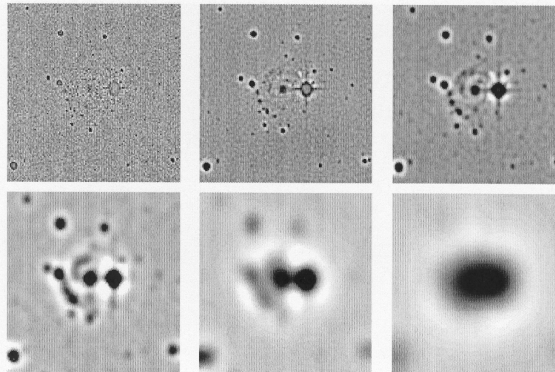
débruitage optimal
une somme d'imagettes
reconstructions partielles

MVM – Selection des coefficients

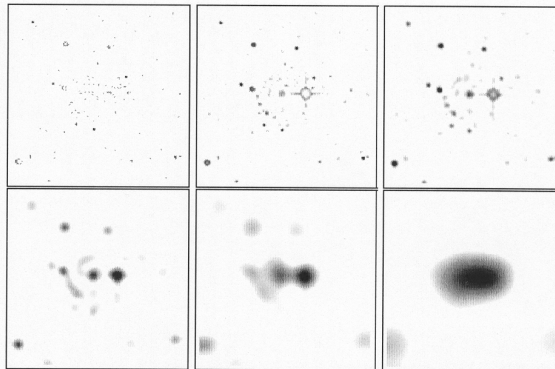


ESO-R
5.75' × 5,75'
L 3840350

WT : B-Spline cubique isotrope, algorithme “à trous”



Extraction du signal : coefficients significatifs (ex.: 3 sigma)



MVM – Définition des arborescences

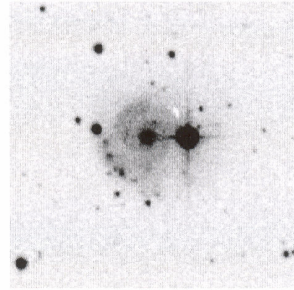
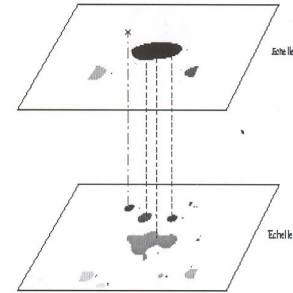
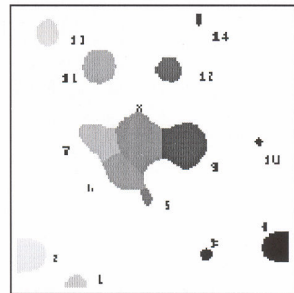
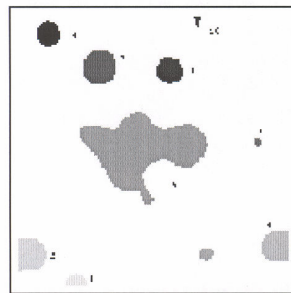


image initiale

Segmentation et sous-segmentation / Connections inter-échelles



Une imagerie pour chacune des arborescences :

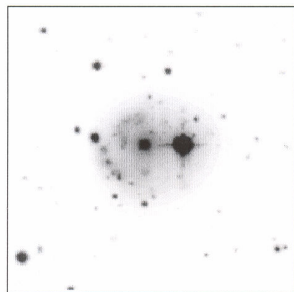
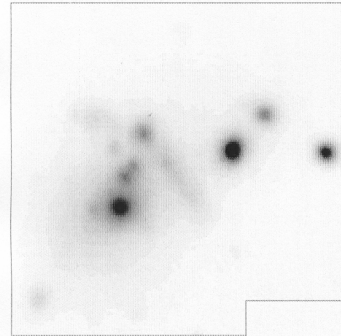
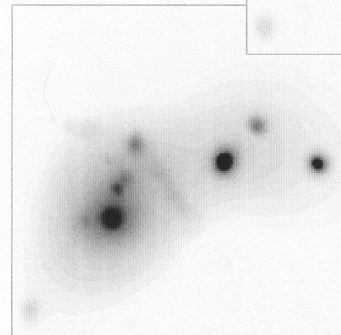
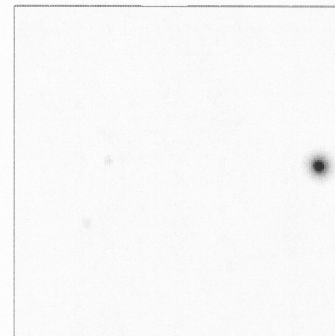
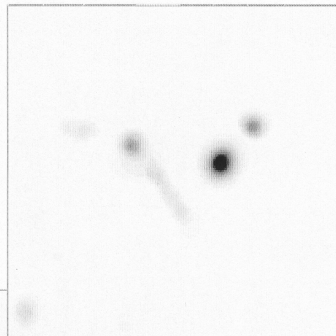
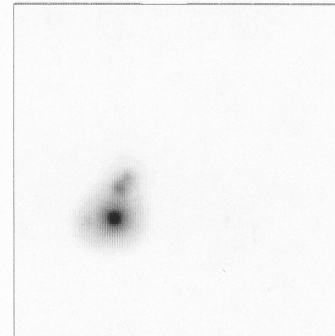
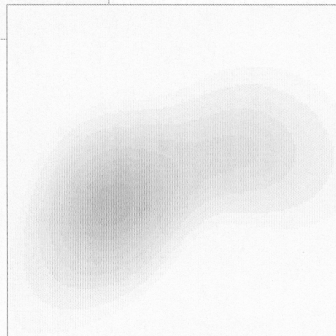


image restaurée

MVM – Reconstructions partielles

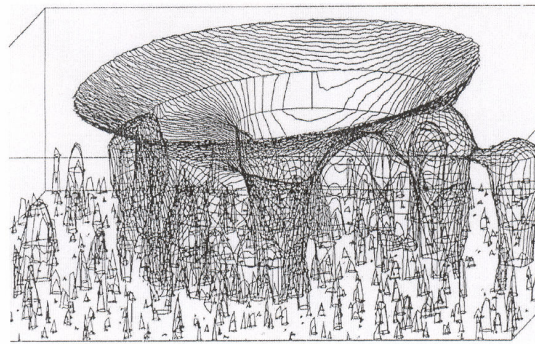


un objet composite ...



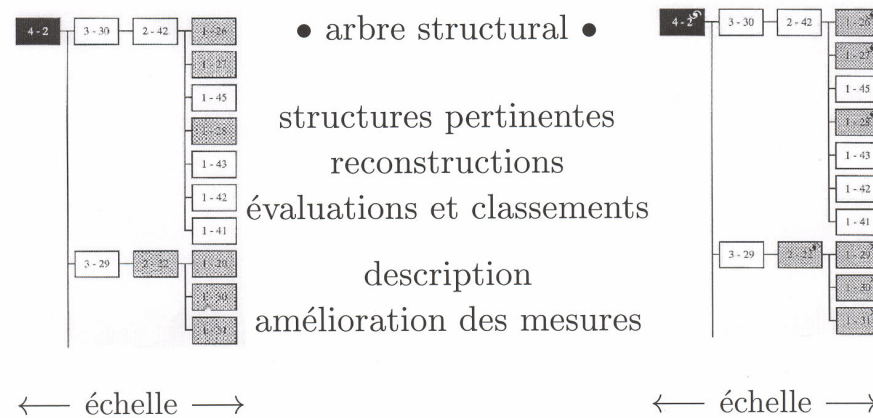
l'image comme somme de ses structures

MVM – Une vision multiéchelle des objets



← coordonnée X →

> déploiement de la hiérarchie de structures <



> reconstructions partielles <

- qualité des inventaires : gestion des reconstructions
- rapidité des inventaires : stratégies d'analyse (cf. complexité)

Analyse multi-bandes

- Variation de la forme avec λ
 - Comment mettre en relation les différentes analyses ?
- Analyse de l'image de fusion
 - Segmentation > Masque
 - Masque multiéchelle > MVM
 - Études à mener
- Mélanges et séparation de sources
 - Postuler qu'une image est un mélange de sources

Modèle du mélange

- Modèle du «Cocktail party»

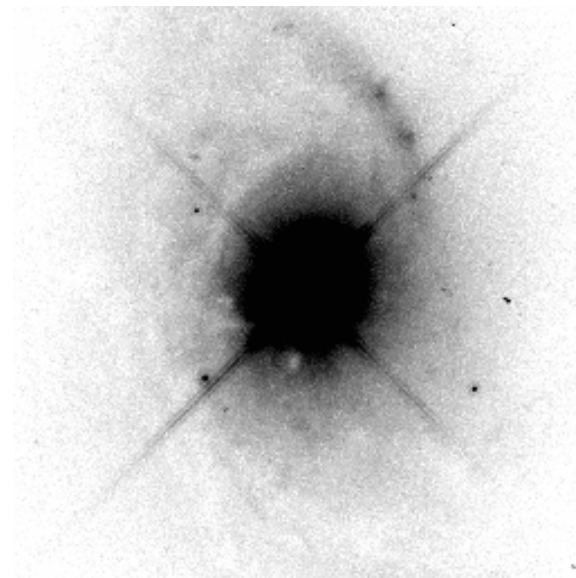
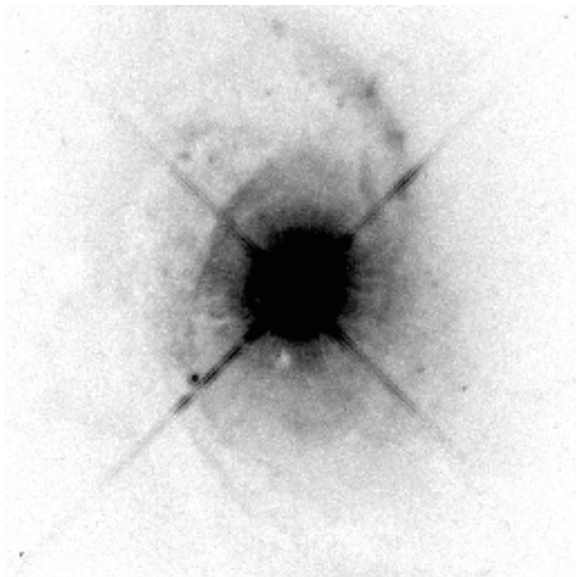
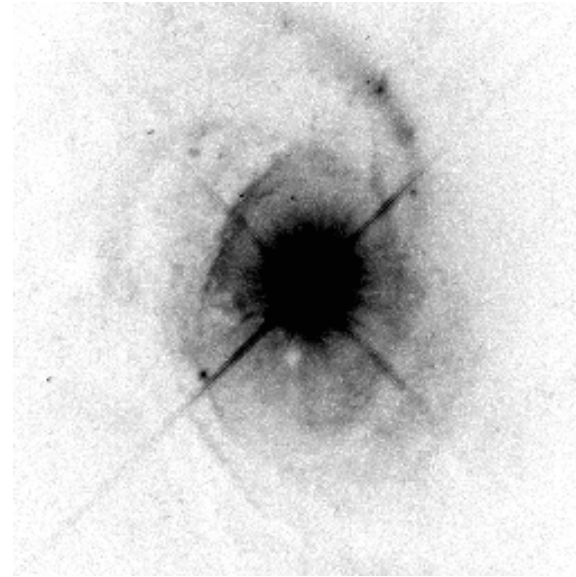
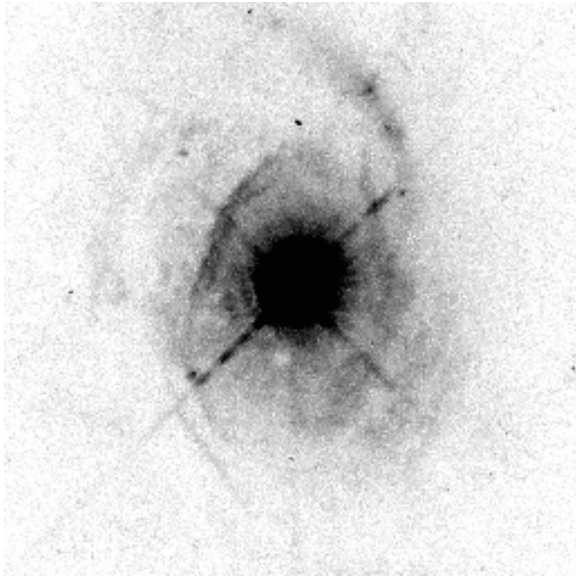
$$X_i = \sum_j a_{ij} S_j + N_i$$

- Indéterminations :
 - Amplitude des sources ou des mélanges
 - Permutation entre les sources
- Hypothèses :
 - Sources décorrélées
 - Sources indépendantes

L'expansion de Karhunen-Loève

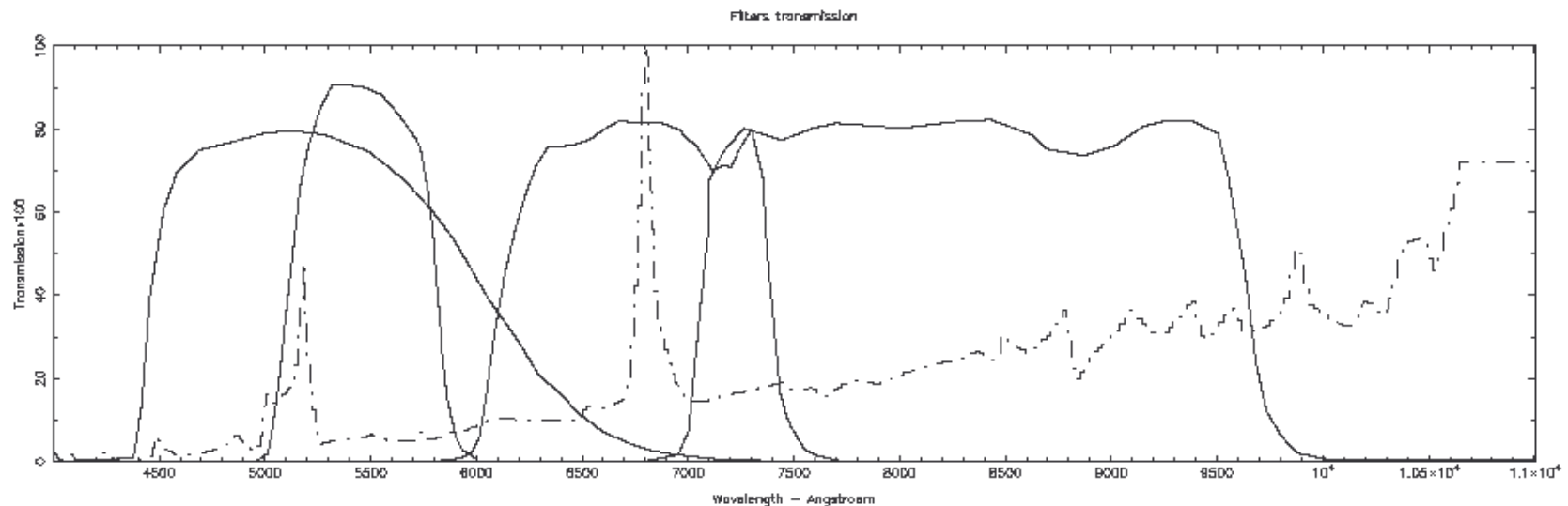
- L'Image i est un processus aléatoire S_i ,
 - Recherche d'images non-corrélées $\langle S_i, S_j \rangle = 0, i \neq j$
- Matrice de Variance-covariance
 - Valeurs propres par ordre décroissant (ACP)
- Limitation
 - Si la FDP est Gaussienne : Non-corrélation = indépendance
 - Si non : Il peut exister des sources plus indépendantes
- Différentes approches
 - Optimisation d'un critère d'indépendance
 - Introduction des corrélations spatiales

Images HST 3C120



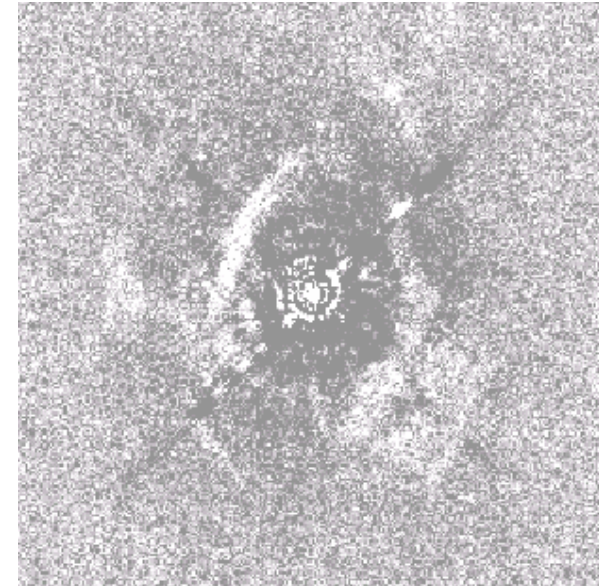
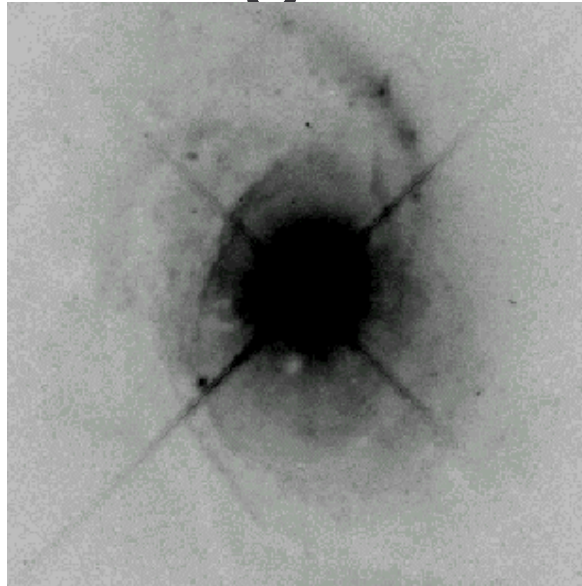
Filtres & spectre

- Observations WFPC2 25 Juillet 1995
 - F547M (V1) : OIII +Continu (2x1100s)
 - F555W (V) : F547M+Continu (2x1000s)
 - F675W (R) : H α +Continu (2x1100s)
 - F814W (I) : Faibles raies + Cont. (2x1100s)

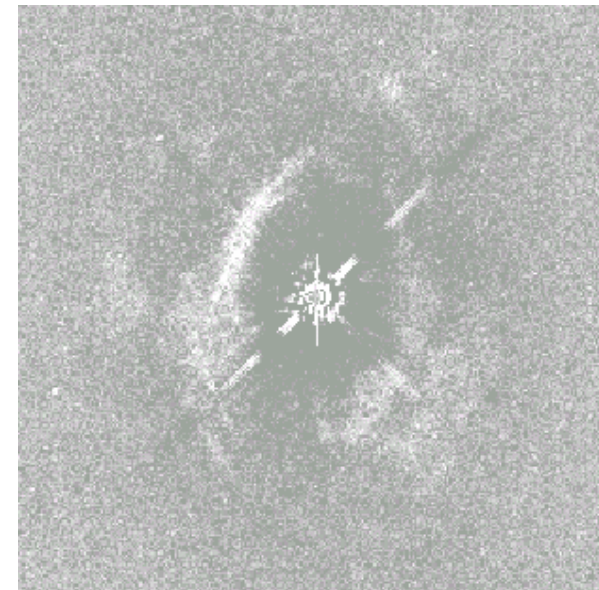
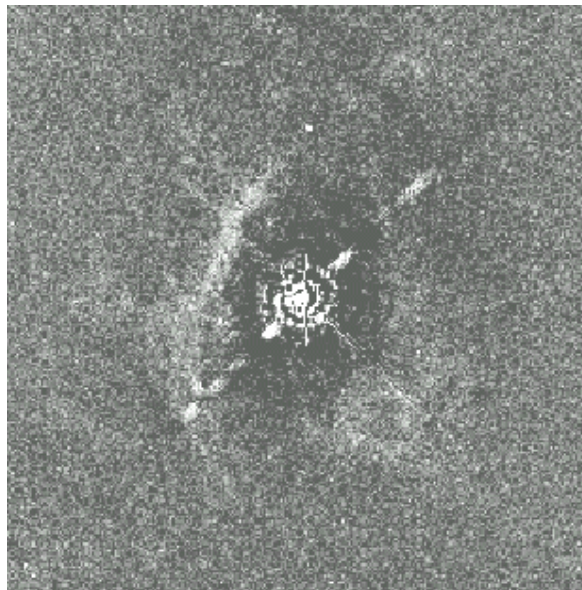


KL - Images de 3C120

- L'énergie est concentrée dans la source 1



- La dépendance persite

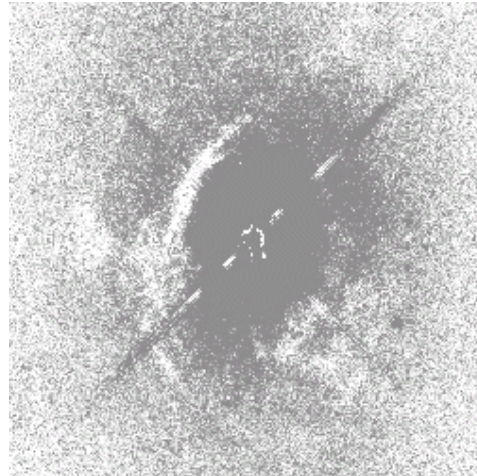


SAS par l'ACI

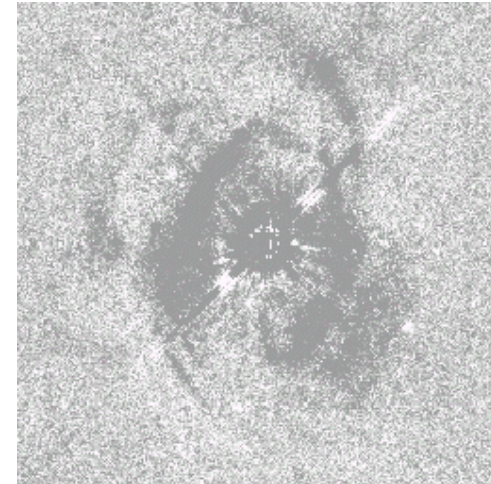
- Information Mutuelle
- Fonctions de Contraste
- JADE
 - Basé sur les cumulants d'ordre 4
- Infomax
 - Réseau de neurones
- FastICA
 - Approximation de la négentropie > minimisation de l'information mutuelle

Meilleure Séparation avec FastICA

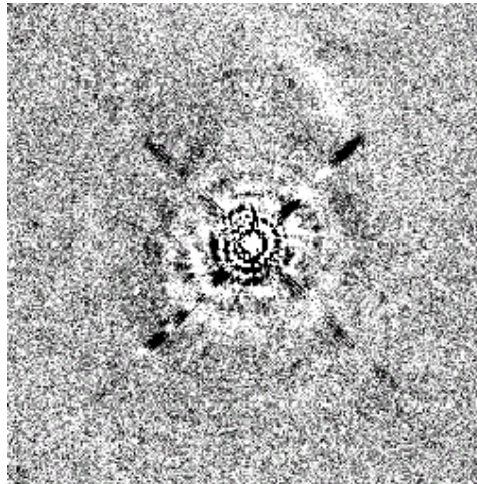
- Source 1 :
Noyau



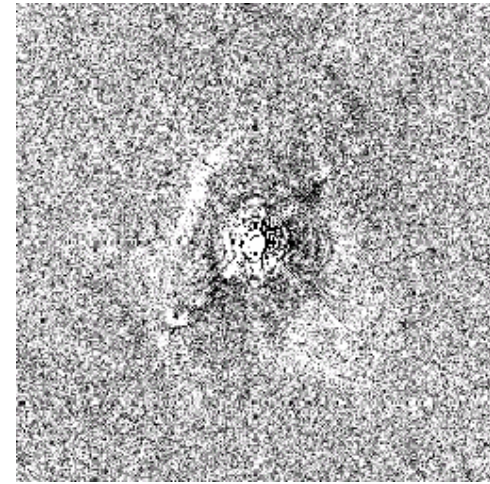
- Source 2 :
Nuages Gazeux (Gaseous Clouds)



- Source 3 :
Fonction
d'étalement pour
 $H\alpha$



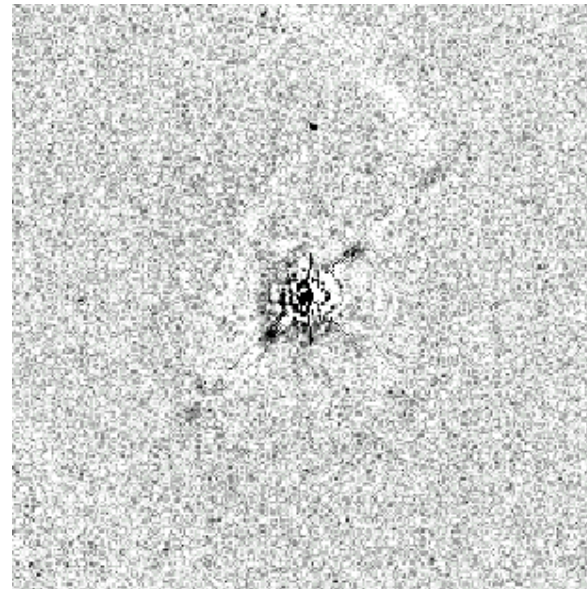
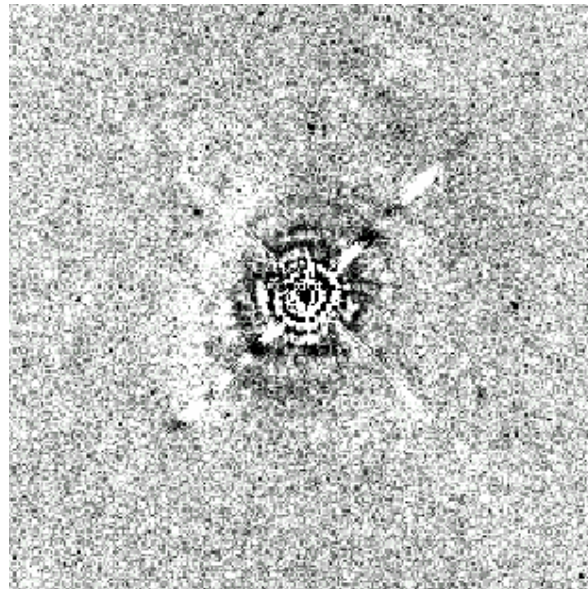
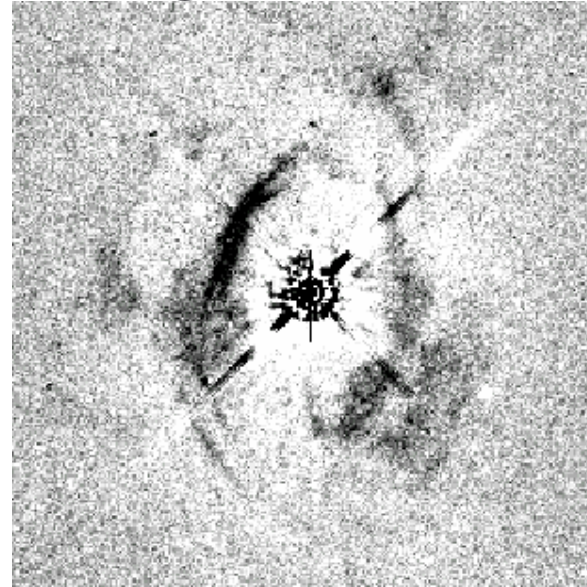
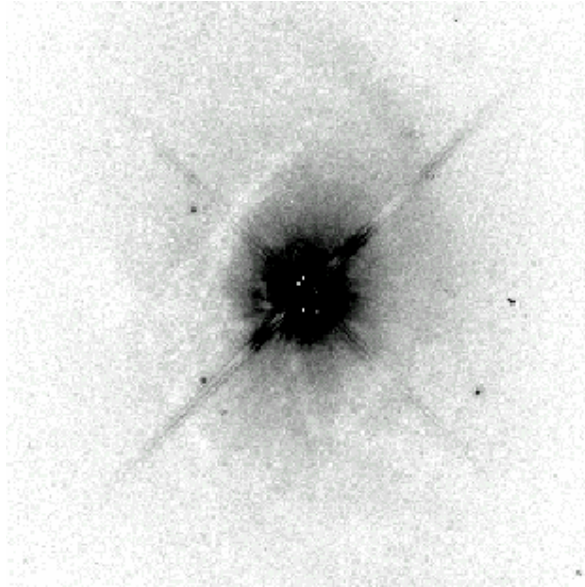
- Source 4 :
Asymétrie



SAS & Corrélations Spatiales

- Rotation dans l'espace des sources,
 - Conserve la norme, l'orthogonalité, disperse l'énergie
- La matrice de rotation globale provient de $n(n-1)/2$ rotations entre tous les couples de sources
 - p matrices de corrélation entre les sources et les sources décalées
 - diagonalisation conjointe des p matrices de corrélation
- SOBI :
 - matrices de corrélation à partir de l'espace direct
- f-SOBI :
 - matrices de corrélation à partir de l'espace de Fourier

SOBI 8 décalages



SAS, Classification & Interprétation

- Recherche des éléments purs
 - Développements en télédétection
 - Base de spectres
 - Algorithmes de détermination
- Décomposition en éléments purs
 - Problème inverse mal posé
 - Signification des images
- Liens avec la classification de pixels
 - Méthodes de classification
 - Affectation de classe $>$ % de classe

Application à l'analyse multibande

- Si le nombre de bandes est très élevé:
 - Analyse bande/bande pas pertinente
 - Réduction par ACP/KL > peu informatif
 - ACI propose une décomposition en sources indépendantes
- Absence de validité du modèle
 - Dans une image astronomique, il y a une infinité d'éléments purs
 - Indépendance statistique et physique
- Analyse en objets des sources indépendantes

Conclusion

- Avoir un/des jeux de données pertinentes
- Valider les pipe-lines
 - Mise en correspondance
 - Co-addition
 - Extraction de sources ponctuelles
- Sur les objets étendus
 - Bande par bande > MVM /SExtractor
 - Sur l'image de fusion > Masques 2D et 3D
 - Séparation de sources
 - Statistiques, Classifications, Spectrales
 - Objets correspondants