

ACI-MD

Masse de Données en Astronomie

Fusion d'Images en Astronomie

Outils associés

A.Adili, Ch.Benoist, A.Bijaoui,

Cl.Dollet, A.Guennec, Fl.Martel,

A.Martin, N.Mittal & E.Slezak

Équipe Analyse des Données & Cosmologie



Plan de l'exposé

- Rappel des objectifs
- Les images à analyser
- L'image fusion
- Différentes voies explorées
- Exploitation des images de fusion
- Procédures & mise en œuvre
- Conclusion

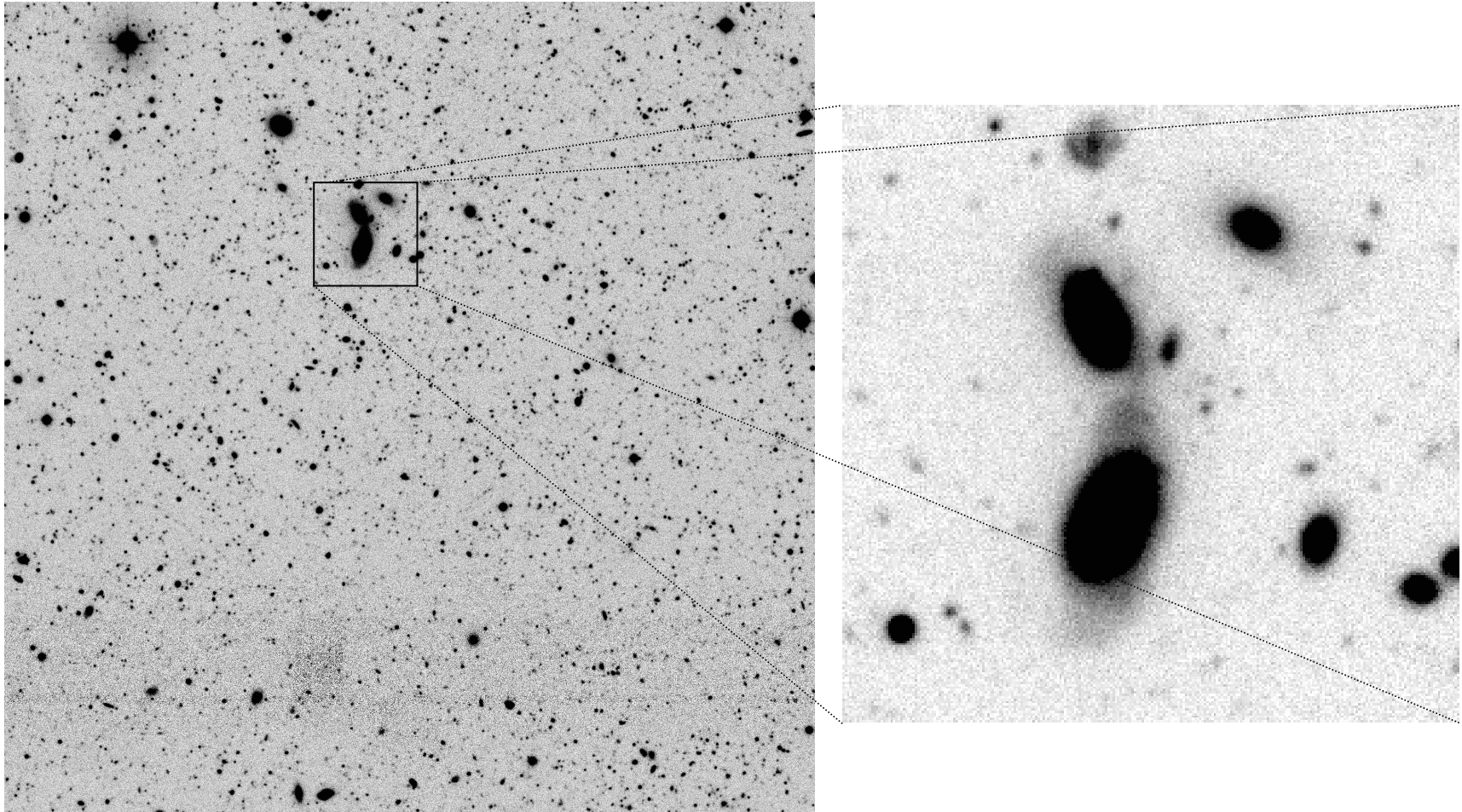
Objectifs

- Observatoire Virtuel → Images multibandes / multilongueurs d'onde
- Fournir un outil pour
 - Optimiser la détection
 - Obtenir des mesures cohérentes d'une bande à l'autre
 - Identifier des classes de pixels ou d'objets
 - Cartographier ces classes
- Envisager son utilisation dans le cadre du réseau

Nature des images analysées

- Les relevés astronomiques
 - Les aspects multi bandes
 - Les aspects multi longueurs d'ondes
- L'accès aux données
 - Rôle du Virtual Observatory
 - Accès par ALADIN
- Images de travail
 - Images EIS/GOODS
 - CFHT/LS
 - Simulation

Image de travail en B



Images U-Up-B-V-R-I

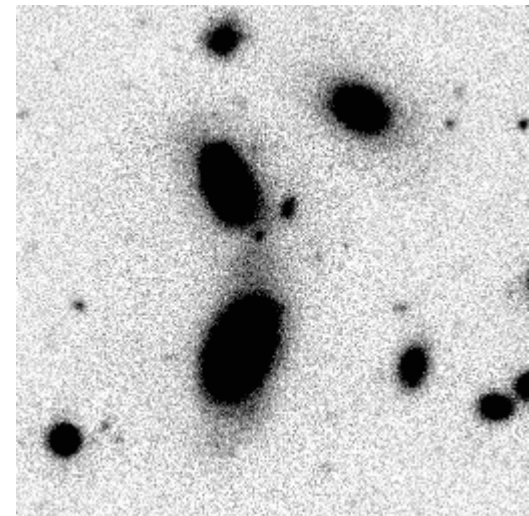
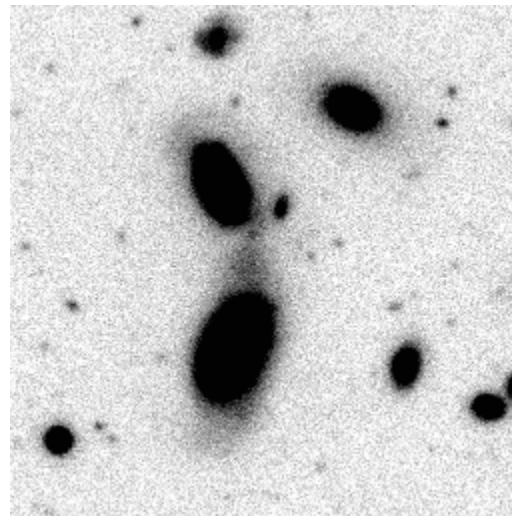
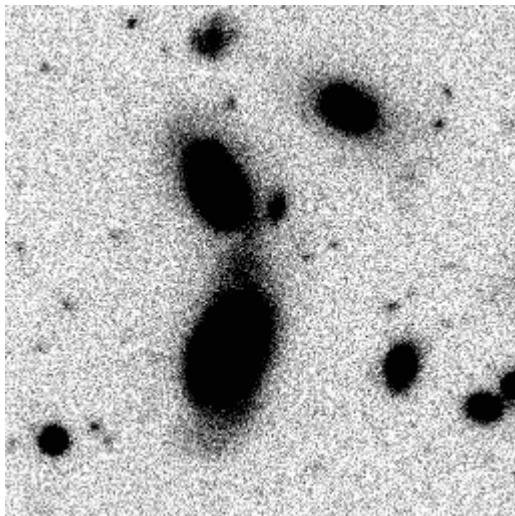
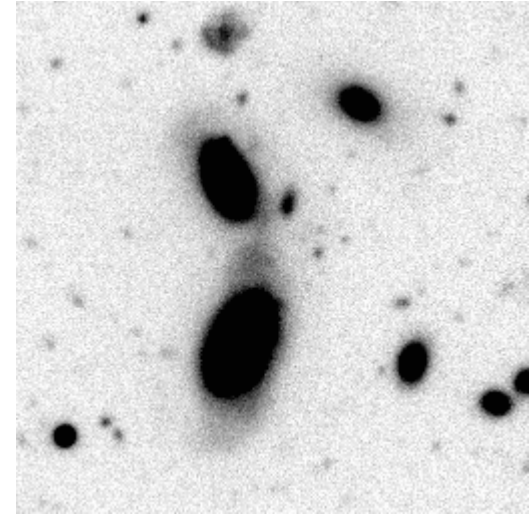
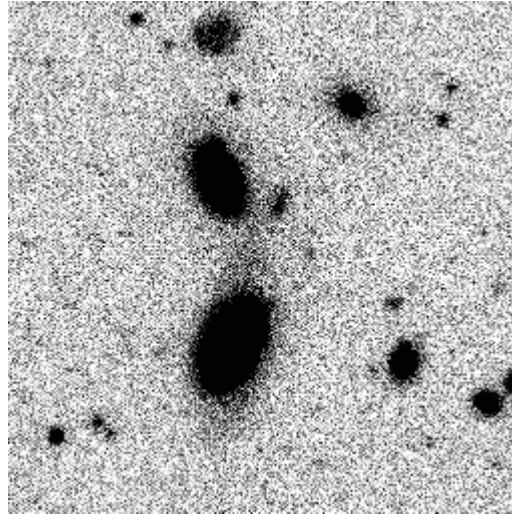
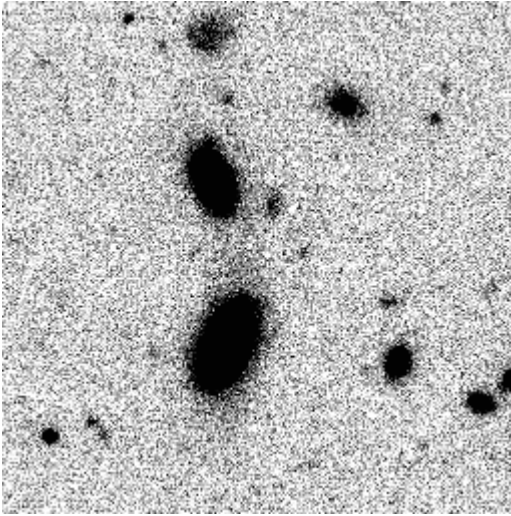


Image Fusion : Espace des pixels

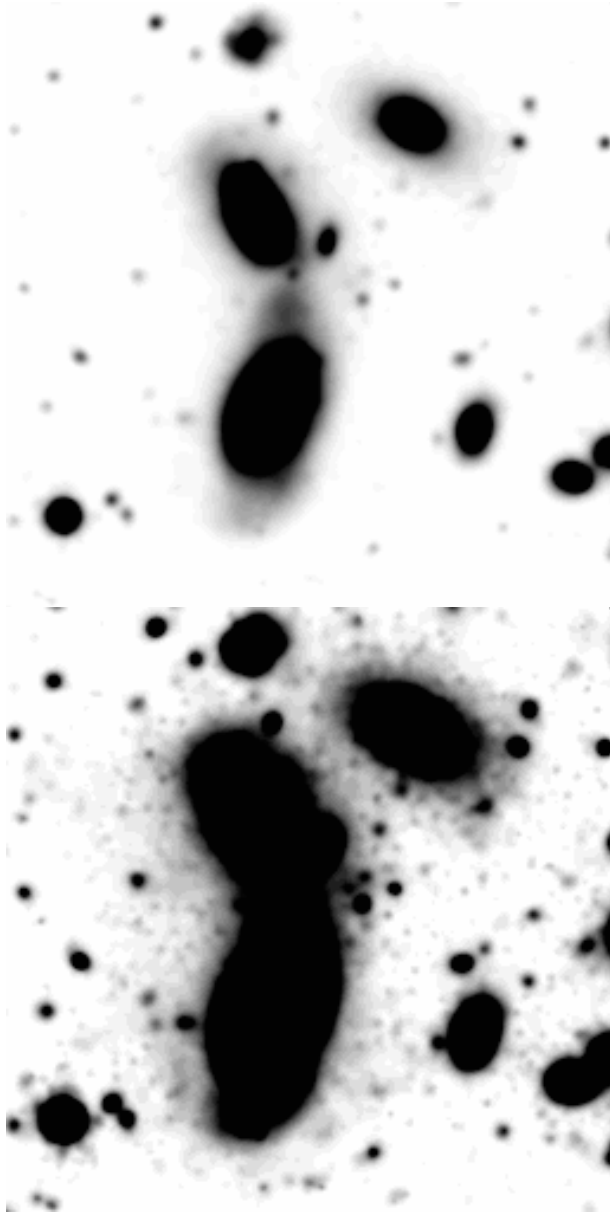
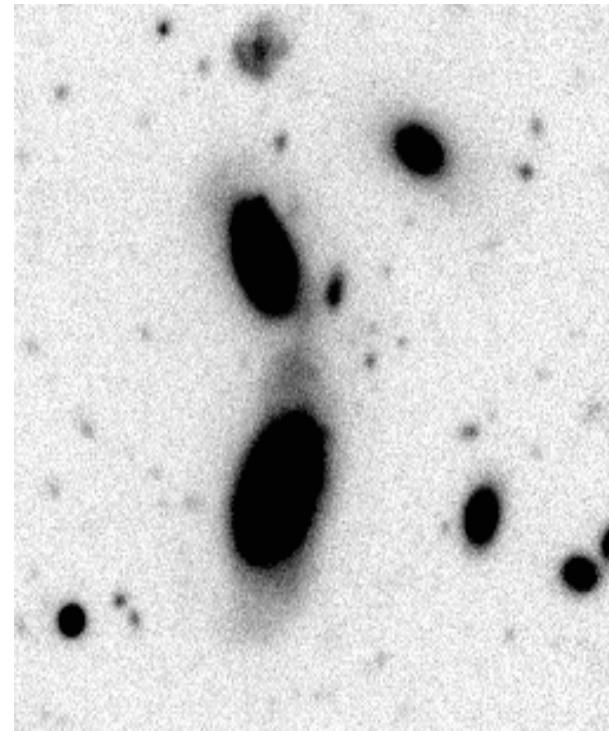
- Co-addition et Statistique suffisante
 - $x_n = c_n x + b_n$ bruit gaussien d'écart-type σ_n ,
 - $y = \sum c_n x_n / s_n^2$ statistique suffisante pour la fusion
- Combinaison conduisant au meilleur RSB
- Détermination des facteurs c_n
 - Globalement sur l'image
 - *Variations de la distribution spectrale*
 - Pixel / Pixel \rightarrow expression du type Chi-2
- Image Chi-2 brute
$$y = \sum \frac{x_n^2}{\sigma_n^2}$$
 - Le résultat est très bruité
 - *débruitage des images*

Images Chi-2 réduites du bruit

- Lissage adapté avec la PSF
 - Optimal pour la détection des étoiles
 - Détermination de la PSF
- Débruitage par transformation en ondelettes
 - Algorithmes redondants / non redondants
 - Fonction d'atténuation
- Débruitage par déconvolution/lissage
 - Inversions itératives
 - Débruitage du résidu de l'itération
 - Lissage après restauration

Image déconvoluée & lissée

Image B brute

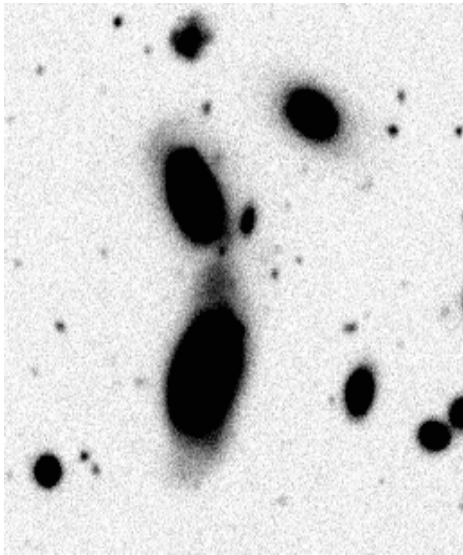


Restauration & lissage

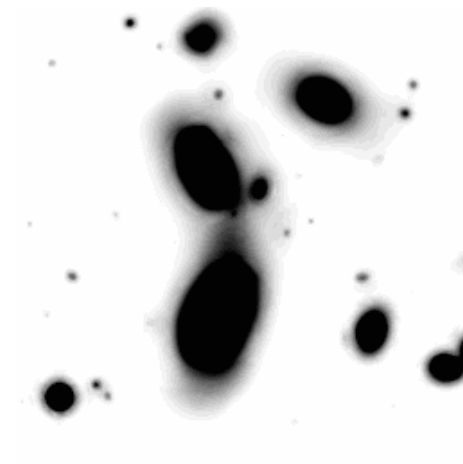
11 Avril 2006

Réunion finale MDA - Observatoire de Strasbourg

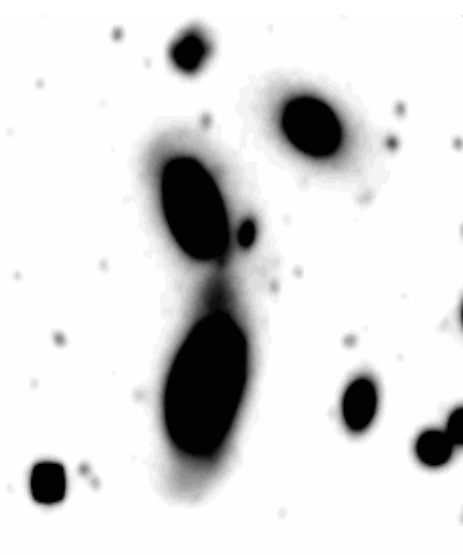
Images Fusion



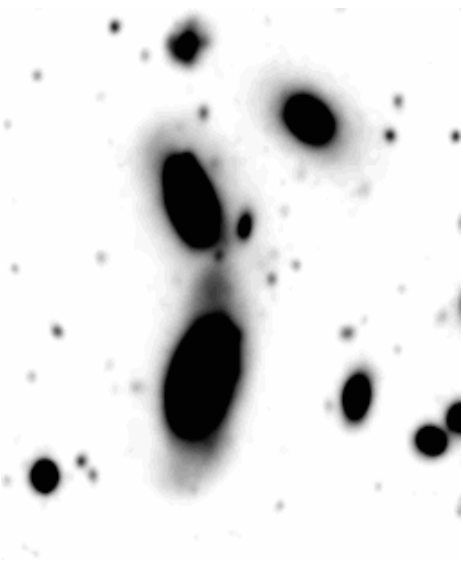
Brut



Débruitage simple



Lissage PSF

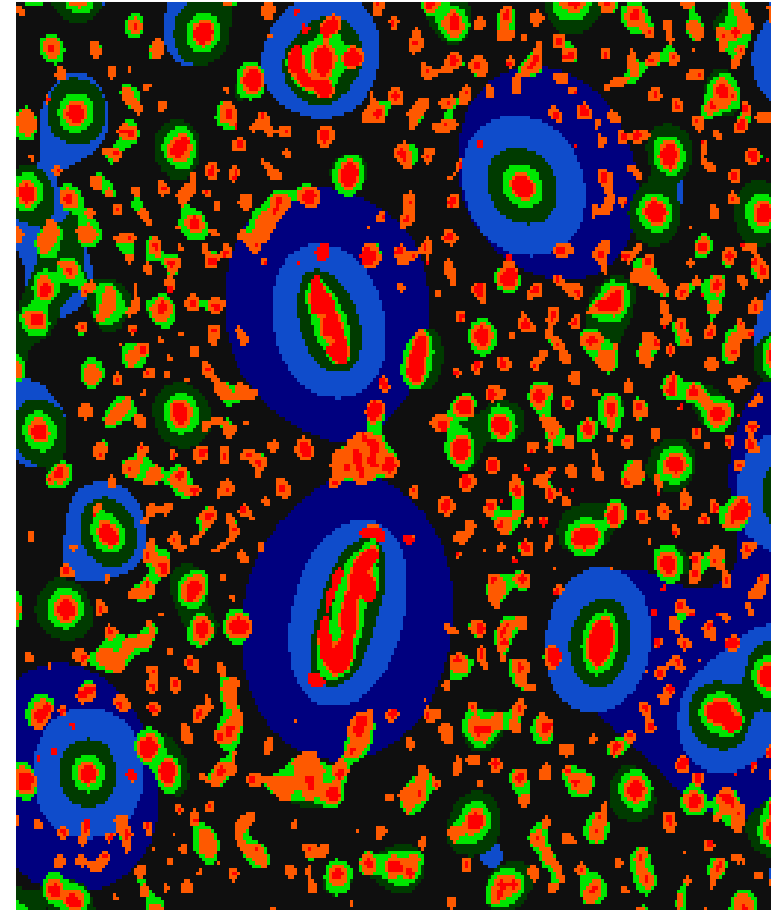
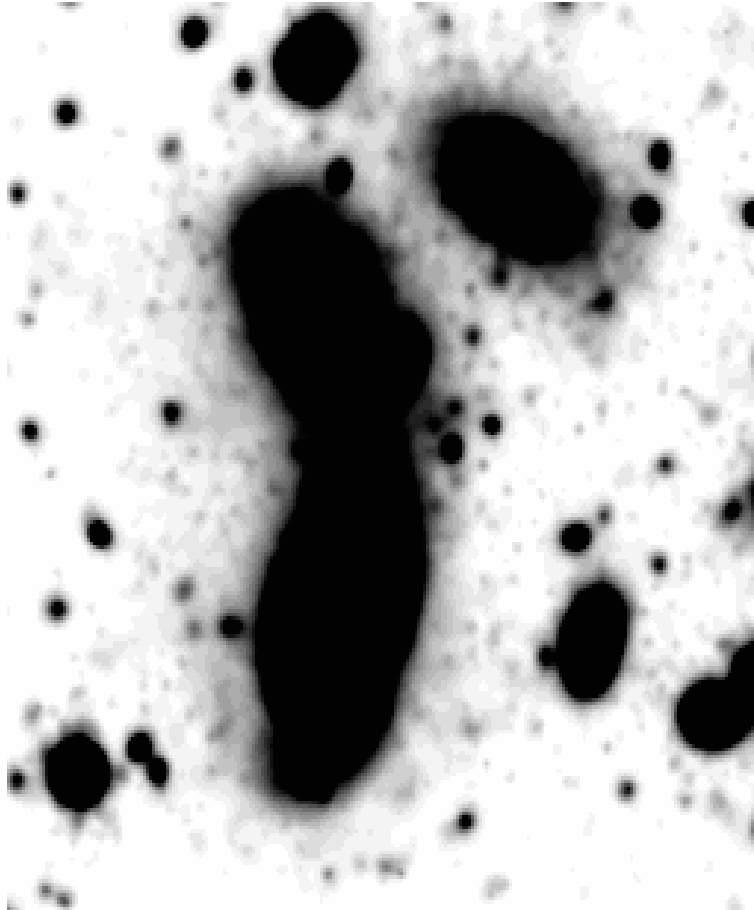


Déconvolution
Puis lissage PSF

Détection

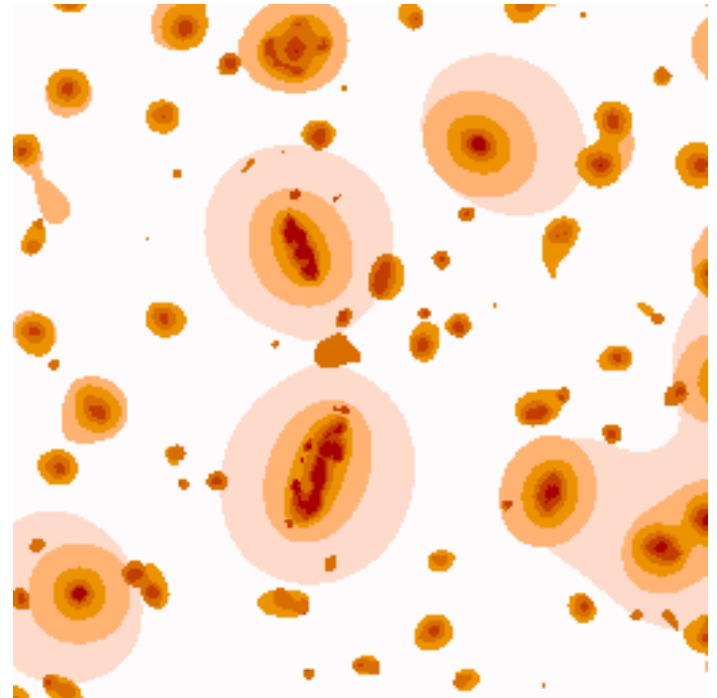
- Utilisation du logiciel Sextractor
 - Possibilité de mesure de plusieurs images avec le même masque
- Analyse multiéchelle de l'image fusion
 - Détection échelle par échelle
 - Synthèse des détections
 - Un objet est un maximum local et en échelles

Masque multirésolution de l'image-fusion



Fusion dans l'espace de la TO

- TO et décomposition plan/plan
 - Déploiement de l'image sur les échelles
- Images chi-2 plan par plan
 - Adapté à la variation de la PSF
 - Signe de l'image fusion
- Seuillage
 - Statistiques associées
 - Fausses alarmes / manques de détection



Résultats sur les détections

- La fusion brute n'amène pas un gain sensible de détection sur 6 images
 - Disparité des images
- Les autres méthodes conduisent à un gain d'un facteur 3
 - Utilisation des images simulées
- L'analyse multiéchelle augmente ce gain
 - Problème de la statistique du bruit

Mesures multibandes

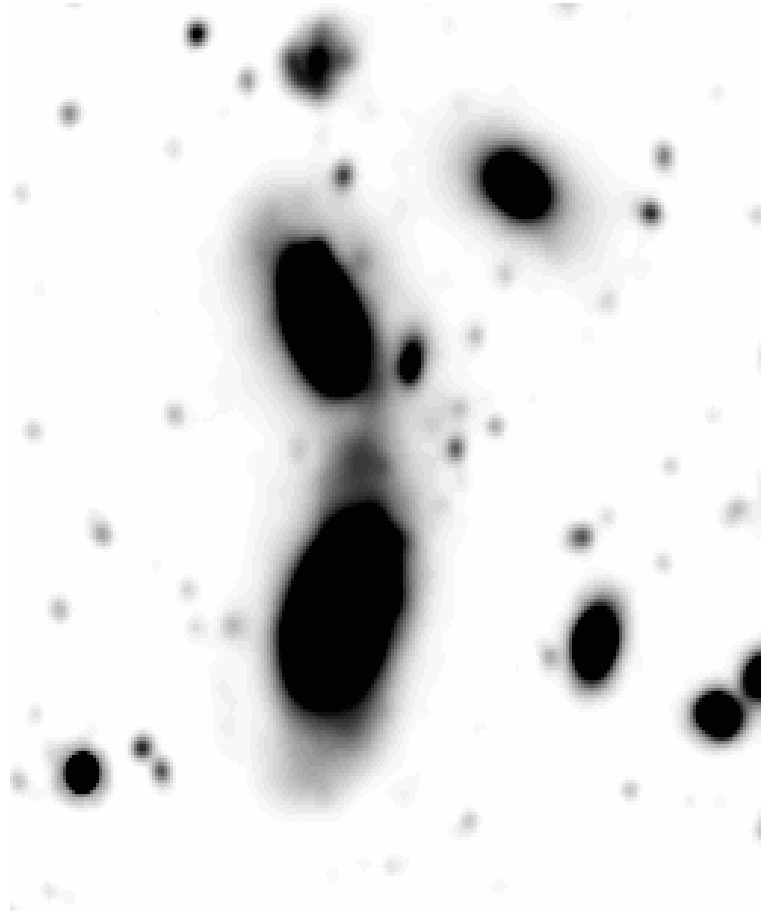
- Utilisation du masque de Sextractor
 - Objets proches d'un objet brillant
 - Difficultés avec les petits objets
- Masque multiéchelle
 - Restauration des images > trop lourd
- Intégration dans des zones pré-définies
- Profil Radial
 - Accroissement de la gamme d'objets mesurables

Analyse des couleurs

- Difficultés avec les indices de couleur
 - Valeurs négatives ou nulles
 - Bruit des indices / magnitude
 - Non additivité des indices / composantes
- Choix des rapports / image fusion
 - Il faut rendre positives toutes les valeurs
 - Utilisation des images lissées
 - Estimation du bruit > loi fonction image fusion
 - Additivité des rapports / sources

Rapports des images débruitées

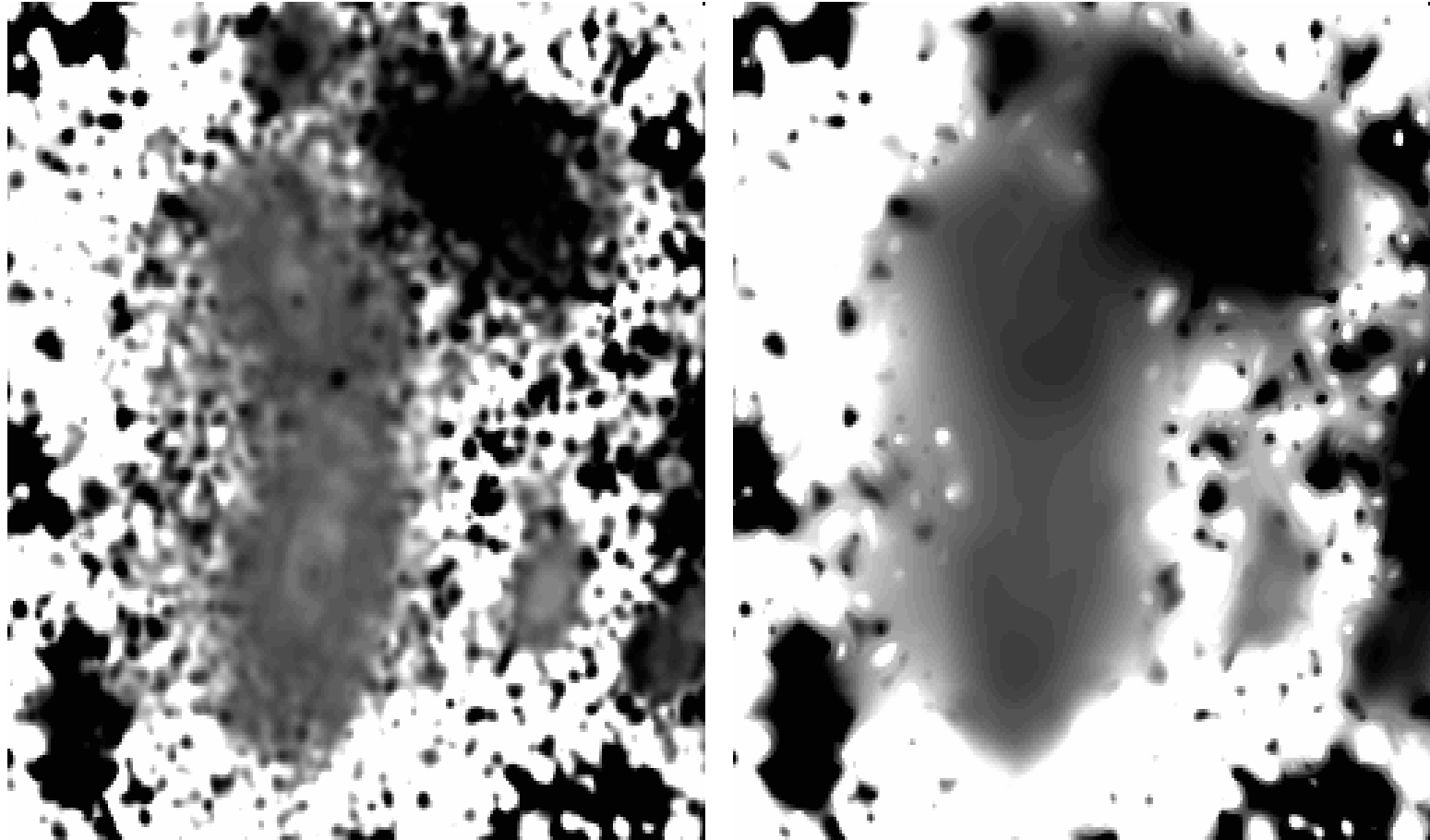
Image en B lissée



Rapport en B / Image fusion

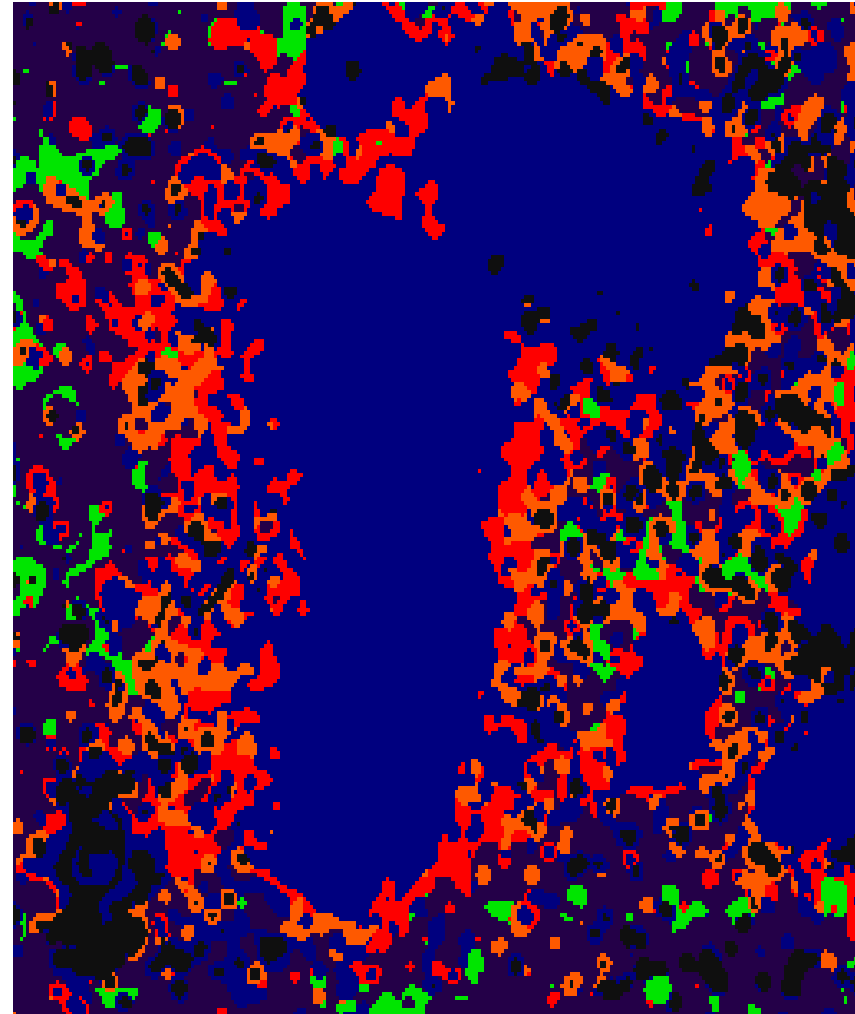


Débruitage du rapport en B



Classification

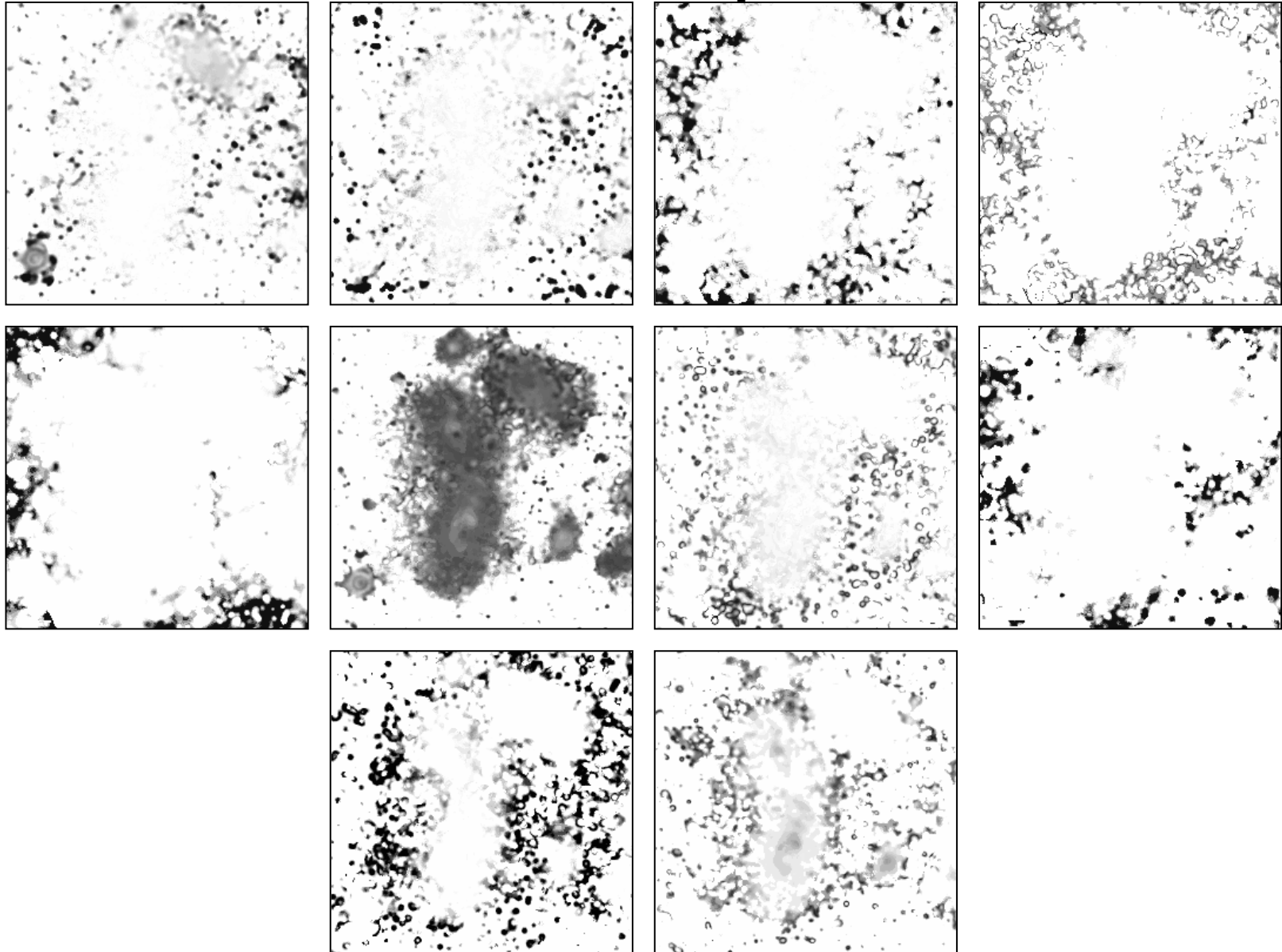
- Méthode équivalente à k-means
- Sélection d'une dizaine de classes
- On tient compte d'une pondération
- Pas assez de nuances



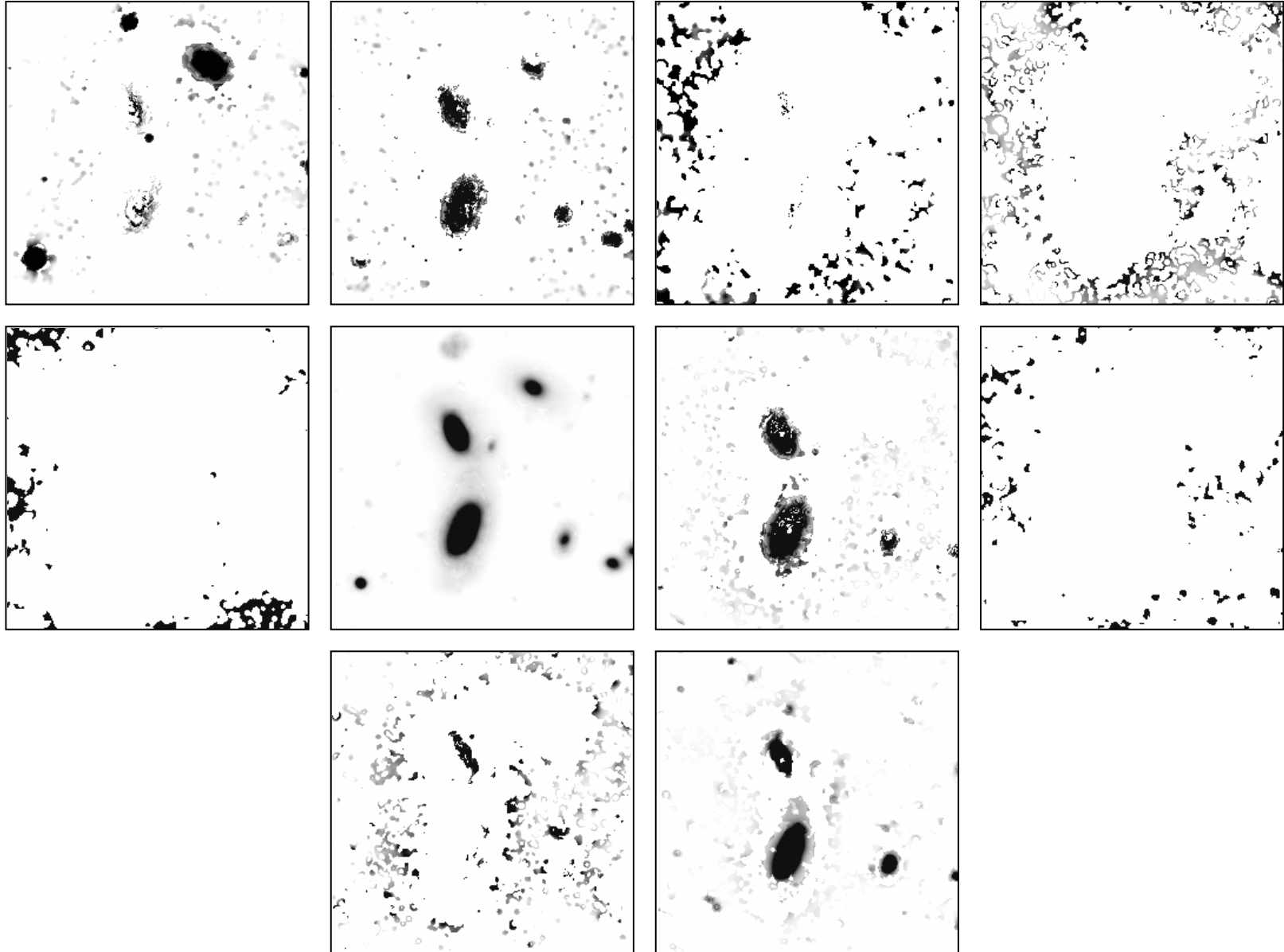
Décomposition en sources

- Application de l'algorithme CLEAN pixel par pixel à partir des 10 distributions spectrales
- Variation de la variance avec le poids
- On peut calculer aussi directement les sources en intensité et aussi en déduire les rapports
- Non orthogonalité des sources

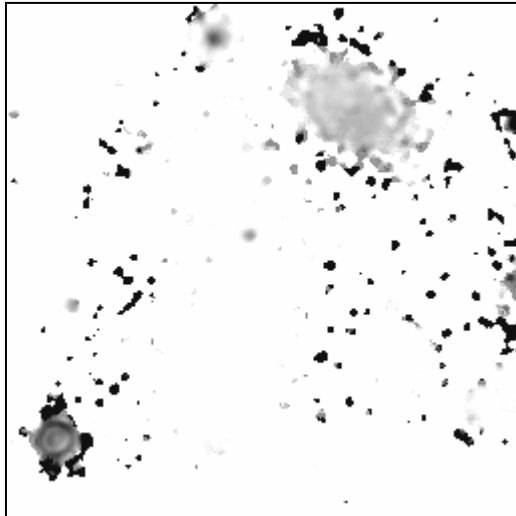
Les sources spectrales



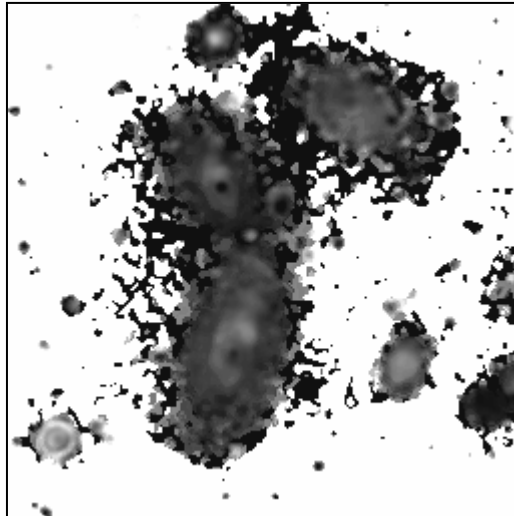
Sources en intensité



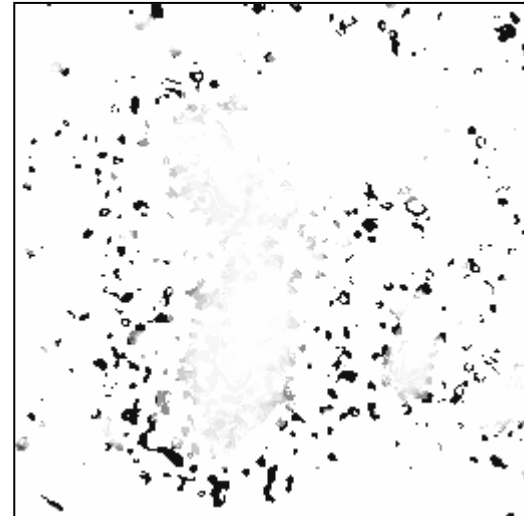
Avec réduction de la variance



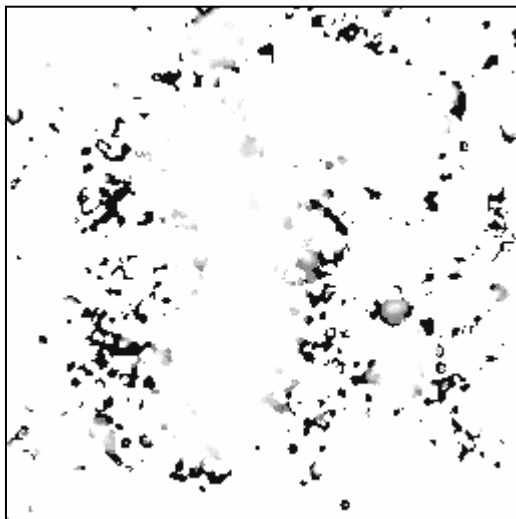
1



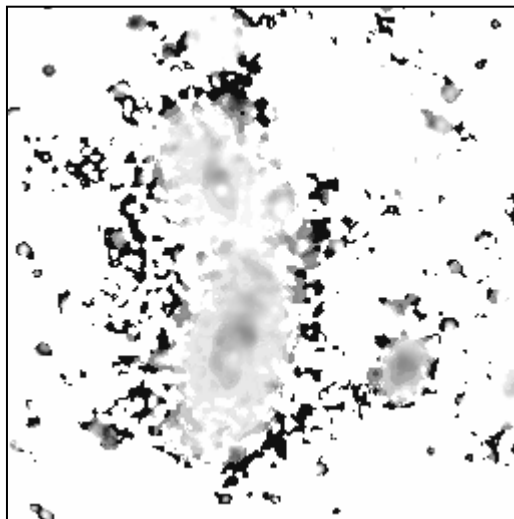
6



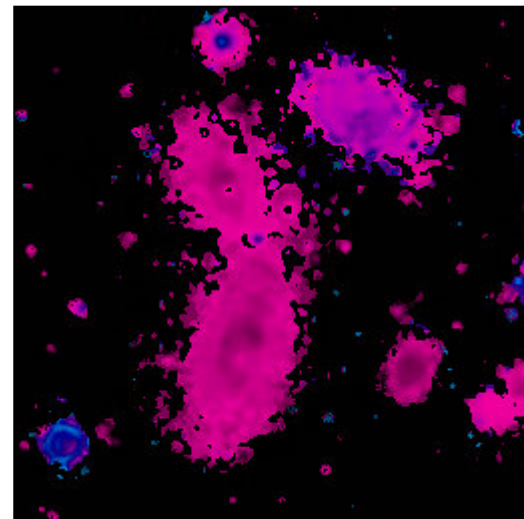
7



9



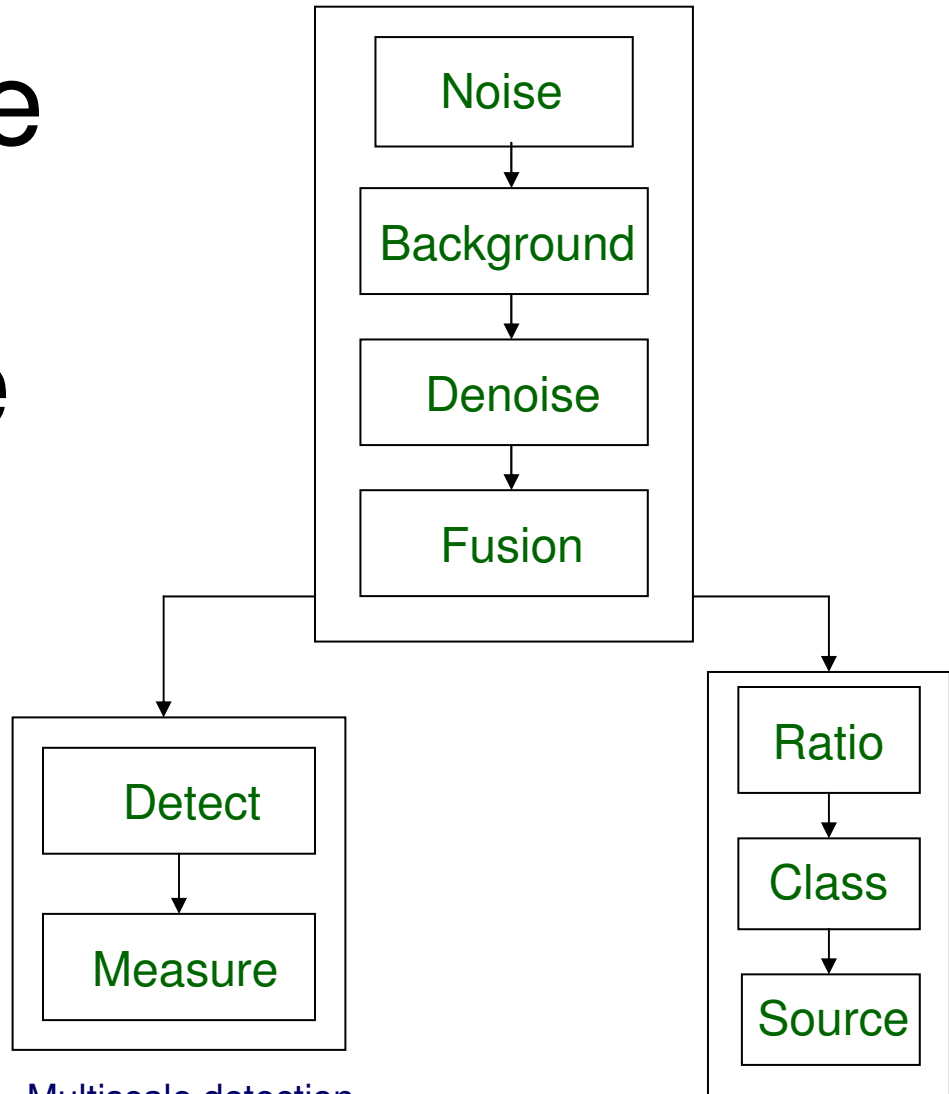
10



1+6+10

Determination of the Fusion Image

Diagramme de la Procédure



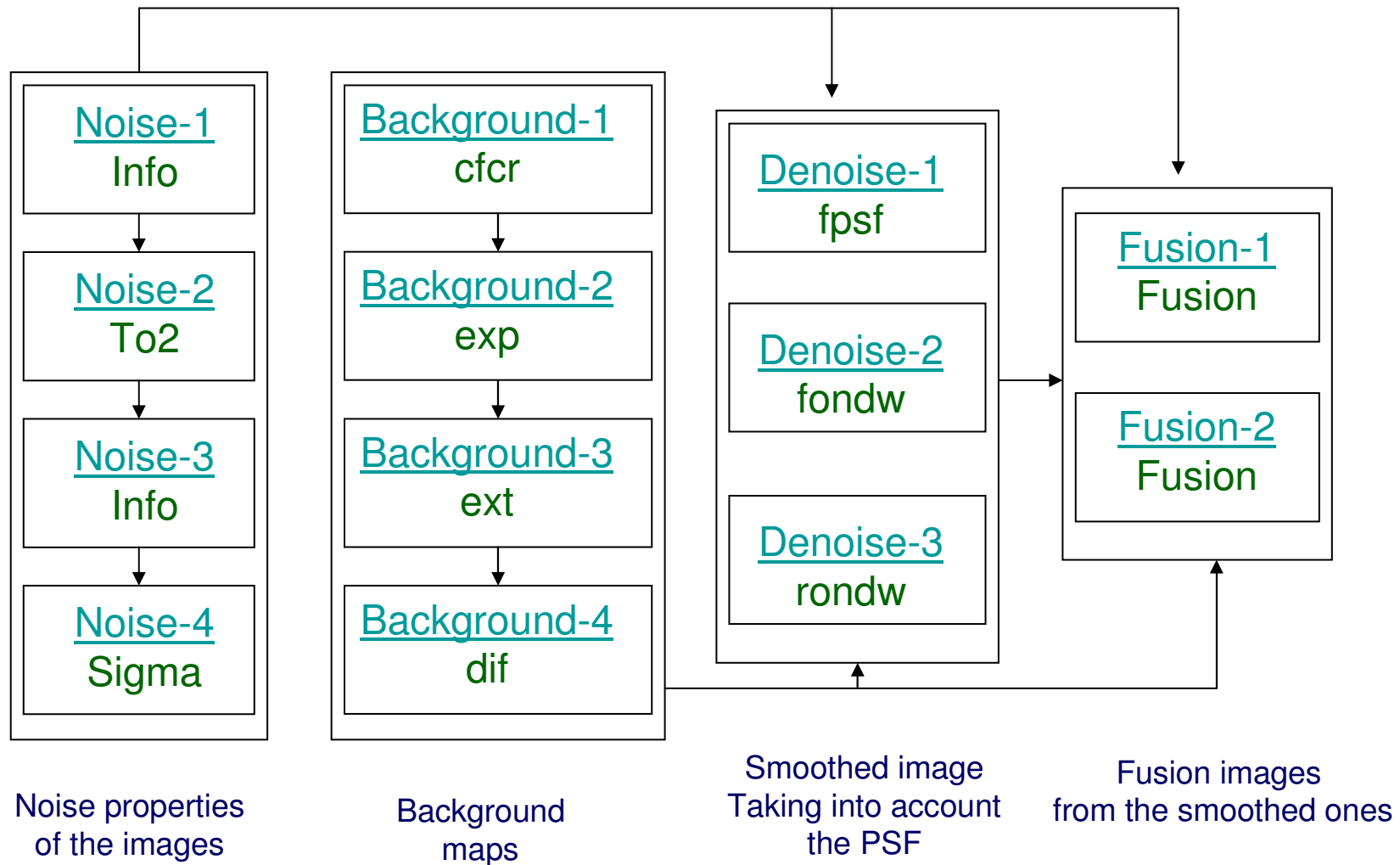
Multiscale detection

Multiband measurements

Class determination

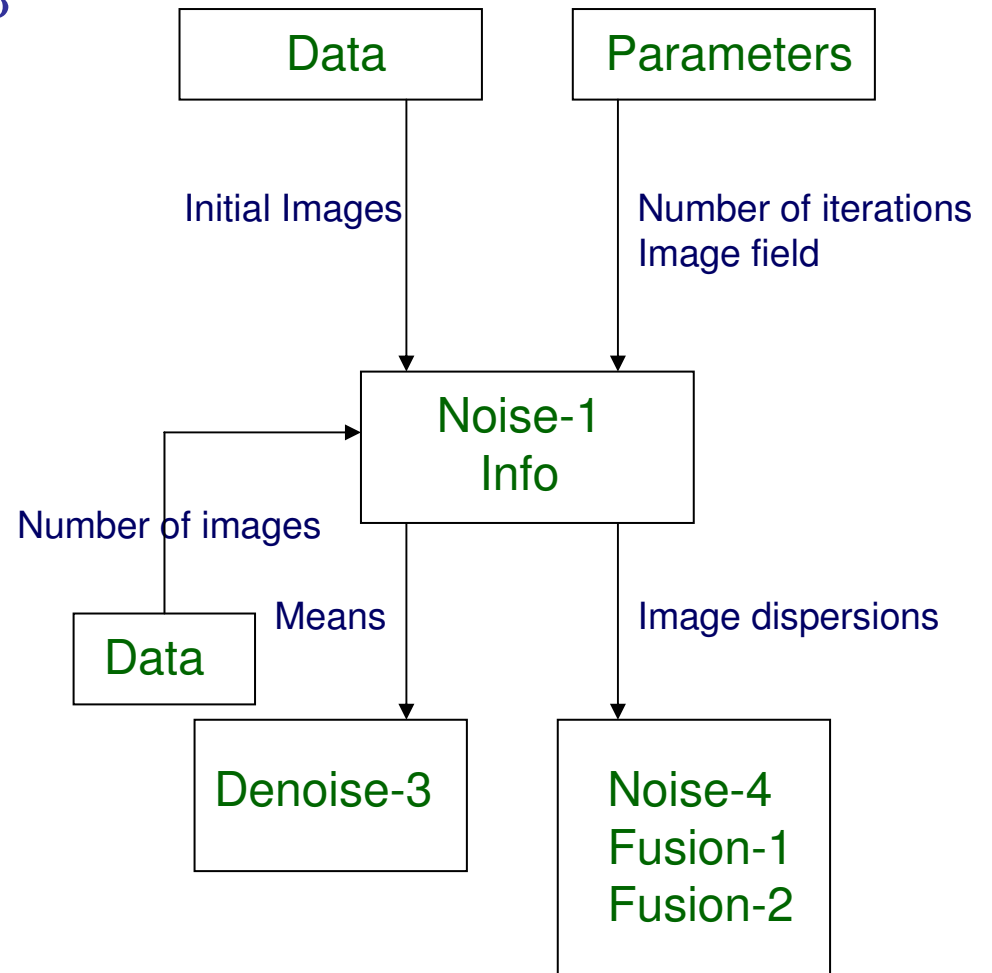
Source extraction

Détermination de l'image fusion



Noise-1 Propriétés statistiques des images

- This module allows one to estimate the image mean & dispersion by an iterative $k\text{-}\sigma$ clipping
- Generally 10 iterations are needed for convergence
- The parameter can be estimated in a given image field



Procédures & Environnement

- Écriture d'une procédure documentée aux formats latex/doc/ppt
- Évolution avec le développement des modules
- Environnement graphique (GUI)
 - Pour lancer les commandes
 - Pour contrôler le déroulement
 - Pour la communication entre modules
- Environnement adapté aux modules

Structure des modules

- Environnements:
 - Windows XP / Compac Visual Fortan 6 / Pgplot / Fitsio
 - Suse Entreprise 9.0 / Ifort / Pgplot / Cfitsio
- Écriture en F90 → recyclage de programmes
- Bibliothèque de routines spécifiques
- Mode commande avec mots-clefs
 - **fto -m** Number_images **-i** Image_name **-n** Noise_names **-f** Noise_Factor **-s** Number_scales **-o** Wavelet_names **-c** Option **-l** logfile
- Échange de données par fichier
- Allocation dynamique de ressources
- Documentation des modules

Graphical User Interface

- Caractéristiques
 - Accès par le réseau
 - Page html avec un formulaire
 - Automatisation des procédures
 - Script Python
- État de l'interface
 - Boîte image fusion
- Futur
 - Intégration avec AIDA

Conclusion

- Construction d'un outil pour l'OV
 - Amélioration de la détection par Fusion
 - Amélioration de l'identification des sources
 - Mesures cohérentes entre bandes
 - Combinaisons de couleur pour classer
- Évaluation sur des images simulées
- Analyse multispectrale par décomposition en sources
- Logiciel en cours de développement

Image chi-2 par Restauration (1)

- Les PSF étant connues
 - Déconvolution des images
- Algorithme de Richardson-Lucy's algorithm

$$W^{(p+1)}(k, l) = W^{(p)}(k, l) \left[\frac{V(k, l)}{V^{(p)}(k, l)} * p(-k, -l) \right]$$

- Avec $V^{(p)}(k, l) = p(k, l) * W^{(p)}(k, l)$

- Résidu $r^{(p)}(k, l) = V(k, l) - V^{(p)}(k, l)$