

# Super-résolution d'un champ de PSFs polychromatiques

January 29, 2018

Mots-clés: problèmes inverses, parcimonie, transport optimal

## 1 Contexte

Dans les diverses applications scientifiques de l'imagerie (astronomiques, microscopiques, etc.), l'extraction d'informations précises des images requiert une connaissance fine des effets instrumentaux modélisés par la fonction d'étalement du point (FEP, ou PSF pour *Point Spread Function*). En astronomie, les images des objets compacts (voir Figure 1) fournissent autant de mesures de la PSF de l'instrument d'observation et la modélisation de la PSF peut être ramenée à la résolution d'un problème inverse. Une telle approche a été proposée dans [Ngolè *et al.* 2016]. Dans ce travail, la variabilité spatiale de la PSF pour un instrument donné et la faible résolution éventuelle des images d'objets compacts sont pris en considération.

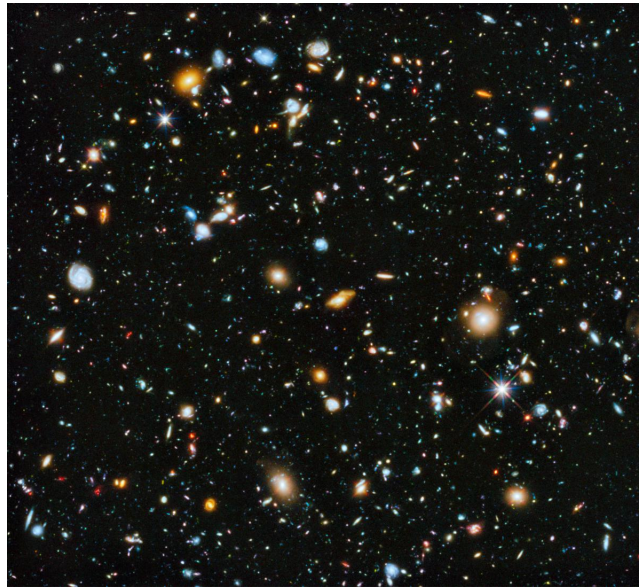


Figure 1: Image en champ "ultra profond" du télescope Hubble, 2014.

## 2 Objectif du stage

Comme on peut l'observer sur la Figure 2, la PSF dépend de la longueur d'onde d'observation. En l'occurrence, la PSF se "dilata" radialement lorsque la longueur d'onde augmente. Ainsi, l'image d'un

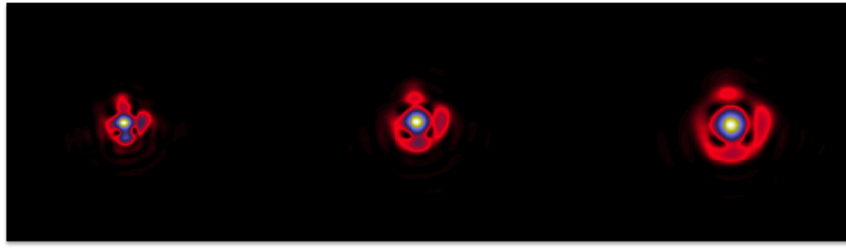


Figure 2: Variation en longueur d'onde de la PSF

objet compact est en première approximation une combinaison linéaire dégradée de PSF monochromatiques à la position de cet objet dans le champ de l'instrument d'observation. Elle dépend donc de la distribution spectrale de l'énergie l'objet observé.

Partant de cette hypothèse, l'objectif de ce stage est d'étendre la méthode introduite dans [Ngolè *et al.* 2016] afin d'y intégrer l'estimation des composantes monochromatiques de la PSF. Un point clé de stage sera la formalisation et l'exploitation de la régularité de l'évolution chromatique de la PSF. On considèrera notamment l'exploitation de la notion d'interpolation par déplacement [Villani 2009, Bonneel *et al.* 2011].

### 3 Organisation du stage

- Étude bibliographique et formalisation du problème. Durée : 3 semaines  $\sim$  1 mois.
- Prise en main de briques algorithmes existantes développées au sein du labo, à compléter le cas échéant pour proposer une première méthode répondant au problème formulé. Durée : 1 mois  $^{1/2} \sim$  2 mois.
- Expériences numériques suivies d'améliorations méthodologiques ou algorithmiques. Durée : 2 mois.
- Rapport.

La programmation se fera en **Python**.

### 4 Le candidat

- Formation: Master 2 ou équivalent en Traitement du Signal ou Mathématiques appliquées.
- Compétences: une connaissance théorique et pratique de méthodes de résolution de problèmes inverses et en particulier de l'utilisation de régularisations parcimonieuses est requise ; une expérience de programmation en Python est un plus ;
- Personnel: autonome, apprenant rapide.

### 5 Pourquoi postuler ?

#### 5.1 L'environnement

Le stage se déroulera au sein du laboratoire CosmoStat de la Direction de la Recherche Fondamentale du CEA Saclay. Ce laboratoire pluridisciplinaire et dynamique a une expertise reconnue en méthodologie du traitement de signal et d'analyse statistique de données astronomiques.

Cela fournira au stagiaire un terrain d'apprentissage riche et structurant.

## 5.2 Apprentissages

Le stagiaire apprendra des méthodes modernes et avancées de restauration de données présentant un intérêt à la fois académique et applicatif.

- *contacts*: morgan.schmitz@cea.fr ; jean-luc.starck@cea.fr
- *Lab*: CEA/CosmoStat à Saclay ;
- *Durée*: au moins 5 mois ;
- *Date limite*: candidatures attendues avant le 28 Février 2018.

## References

- [Bonneel *et al.* 2011] Nicolas Bonneel, Michiel van de Panne, Sylvain Paris et Wolfgang Heidrich. *Displacement Interpolation Using Lagrangian Mass Transport*. ACM Trans. Graph., vol. 30, no. 6, pages 158:1–158:12, Décembre 2011.
- [Ngolè *et al.* 2016] F Ngolè, J-L Starck, K Okumura, J Amiaux et P Hudelot. *Constraint matrix factorization for space variant PSFs field restoration*. Inverse Problems, vol. 32, no. 12, page 124001, 2016.
- [Villani 2009] Cédric Villani. Displacement interpolation, pages 113–162. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2009.