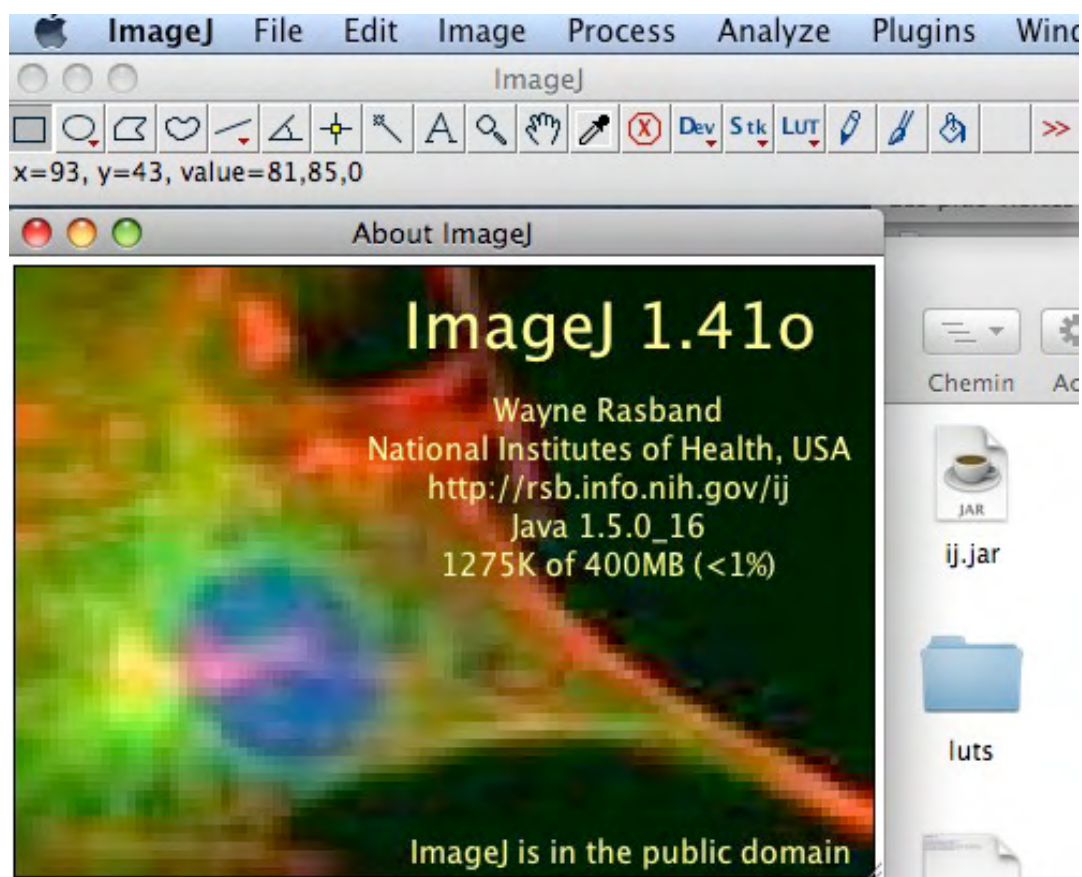
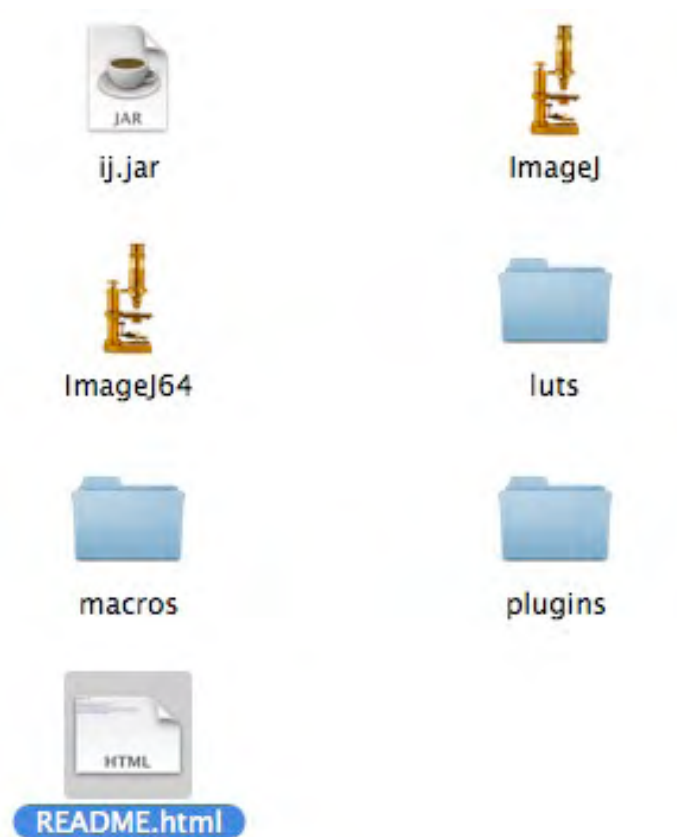


# ImageJ



## Table des matières

Logiciel d'analyse et de traitement d'images .....	3
Résumé des fonctions offertes par IJ .....	4
Environnement de travail.....	5
Outils et opérations de base.....	6
Sélection.....	6
Tracés.....	6
Réticule (crosshair).....	7
Baguette magique (wand tool).....	7
Texte.....	7
Loupe.....	7
Défilement (scrolling tool).....	7
Pipette (color picker).....	7
Traitement d'image (image processing).....	8
Mesurer et compter des objets.....	10
Échelle et codage couleur .....	11
Enregistrement des données traitées.....	12
Pile d'images : Stack et slices.....	13
Macros.....	14
Plugins .....	15
Le format FITS.....	16
Unité de capacité de mémoire.....	17
Travaux pratiques.....	18

# Logiciel de calcul, d'analyse et de traitement d'images

**ImageJ est écrit en Java par le National Institute of Health (NIH).**

ImageJ fonctionne selon deux modes:

- \* en tant qu'applet dans un navigateur web,
- \* en tant qu'application sur n'importe quelle plate-forme supportant Java.

Vous pouvez le télécharger sur votre ordinateur à partir du site

<http://rsb.info.nih.gov/ij/download.html>.

La première version, NIH-image, écrite en langage Pascal a été développée pour le système d'exploitation Macintosh.

- ImageJ est maintenant écrit en Java et est multiplateforme (Mac, Windows, Linux).
- C'est un logiciel du domaine public («disponible gratuitement» ; «domaine public» est un terme légal qui signifie que le logiciel n'est pas «soumis au copyright»), le code source est libre et disponible.

Des mises à jour de ce logiciel sont régulièrement mises à disposition des utilisateurs sur le site d'ImageJ, ainsi que de la documentation des plugIns et des macros commandes.

- ImageJ permet de lire de nombreux formats de fichiers , en particulier, le format de données FITS très utilisé en astronomie (Flexible Image Transport System).

Manipulation scientifique d'images :

L'auteur d'ImageJ est,

Wayne Rasband ([wayne@codon.nih.gov](mailto:wayne@codon.nih.gov))

Research Services Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA.

# Résumé des fonctions offertes par IJ

## **Multiplateforme :**

ImageJ (développé en langage Java) tourne sur les ordinateurs équipés des systèmes d'exploitation Linux, Mac OS 9, Mac OS X, Windows, et le Sharp Zaurus PDA.

## **Logiciel Libre :**

ImageJ et son code source Java sont librement distribués et sont dans le domaine public, pas de licence obligatoire

## **Communauté d'utilisateurs:**

Il existe une grande communauté internationale d'utilisateurs d'ImageJ. Plus de 1500 utilisateurs et développeurs sont inscrits à la liste de diffusion ImageJ.

## **Macros:**

Pour automatiser un ensemble de tâches et créer des outils de traitement de données personnalisés, on utilise les Macros commandes. Une Macro est générée automatiquement, grâce à la commande « Plugins > Macros > Record... » lors de l'utilisation des commandes d'ImageJ. Plus de 200 Macros sont disponibles sur le site web d'ImageJ.

## **Plugins (plugiciel, extension des possibilités, additif) :**

Le développement de plugins en java permet d'étendre les possibilités de traitement des données d'ImageJ. ImageJ possède un éditeur intégré et un compilateur Java ; il y a plus de 300 plugins disponibles pour ImageJ.

## **Toolkit (Boîte à outil) :**

Les bibliothèques de classes java d'ImageJ peuvent être utilisées pour développer des petites applications de traitement d'images (applets Java).

## **Vitesse de calcul :**

ImageJ, programme purement java de traitement d'image, est le plus rapide. Il peut filtrer une image 2048x2048 en 0.1 secondes (\*), soit 40 millions de pixels par seconde !

## **Types de données :**

8-bit niveaux de gris ou couleur indexée ou indexed color, 16-bit unsigned integer, 32-bit floating-point and RGB color.

## **File Formats :**

Permet de lire et enregistrer de nombreux formats de fichiers comme le TIFF (uncompressed) ou bien les données brutes (raw data), GIF, JPEG, BMP, PNG, PGM, FITS and ASCII. Permet d'ouvrir les DICOM. Via une URL, permet d'ouvrir TIFFs, GIFs, JPEGs, DICOMs et les données brutes. Ouvrir et fermer de nombreux autres formats de fichiers en utilisant des plugins.

## **Affichage d'images (Image display):**

ImageJ propose des outils pour zoomer (de 1 à 32, de 32 à 1), pour faire défiler l'image dans la fenêtre d'affichage. Toutes les fonctions d'analyse et de calculs sont applicables à n'importe quel facteur de zoom.

## **Selections :**

Des outils de sélection d'aires rectangulaire, elliptique, circulaire, irrégulière ; sélection par création de lignes (droites, brisées, libres, segmentées), de points. ImageJ permet de gérer les sélections, les éditer, les enregistrer, les transférer sur une autre image. on peut effectuer des opérations, des mesures, des statistiques sur les sélections. ROI = Region Of Interest (Région d'Intérêt).

**Amélioration des images, Image Enhancement:**

Détection de contours, accentuation (plus net), médiane, filtre et seuillage sur les images 8 bit niveaux de gris, RGB. Ajustement interactif de la lumière et contraste sur les images 8, 16 and 32-bit.

**Opérations géométriques :**

Extrait d'image, modification de l'échelle, modification de la taille, rotation, retournement vertical ou horizontal.

**Analyse des données : statistiques et mesures :**

Mesure d'aire, moyenne, déviation standard, calcul du min et du max. mesure de longueur et d'angles. Utilisation des unités physiques (mm, km ...) . Calibration, génération d'histogramme et de tracés graphiques.

**Editing :**

Couper, copier ou coller images ou sélections. Plusieurs modes de collage : AND, OR, XOR or "Blend". Possibilité d'ajouter sur l'image du texte, des flèches, rectangles, ellipses, polygones ...

**Calculs sur le codage couleur : Color Processing:**

Séparation d'une image 32-bit couleur en composants RGB ou HSV. Fusion d'images 8bit en une image indexée couleur. Conversion d'une image RGB image en une image couleur 8-bit indexée. Application de palettes de pseudo-couleurs à des images niveaux de gris.

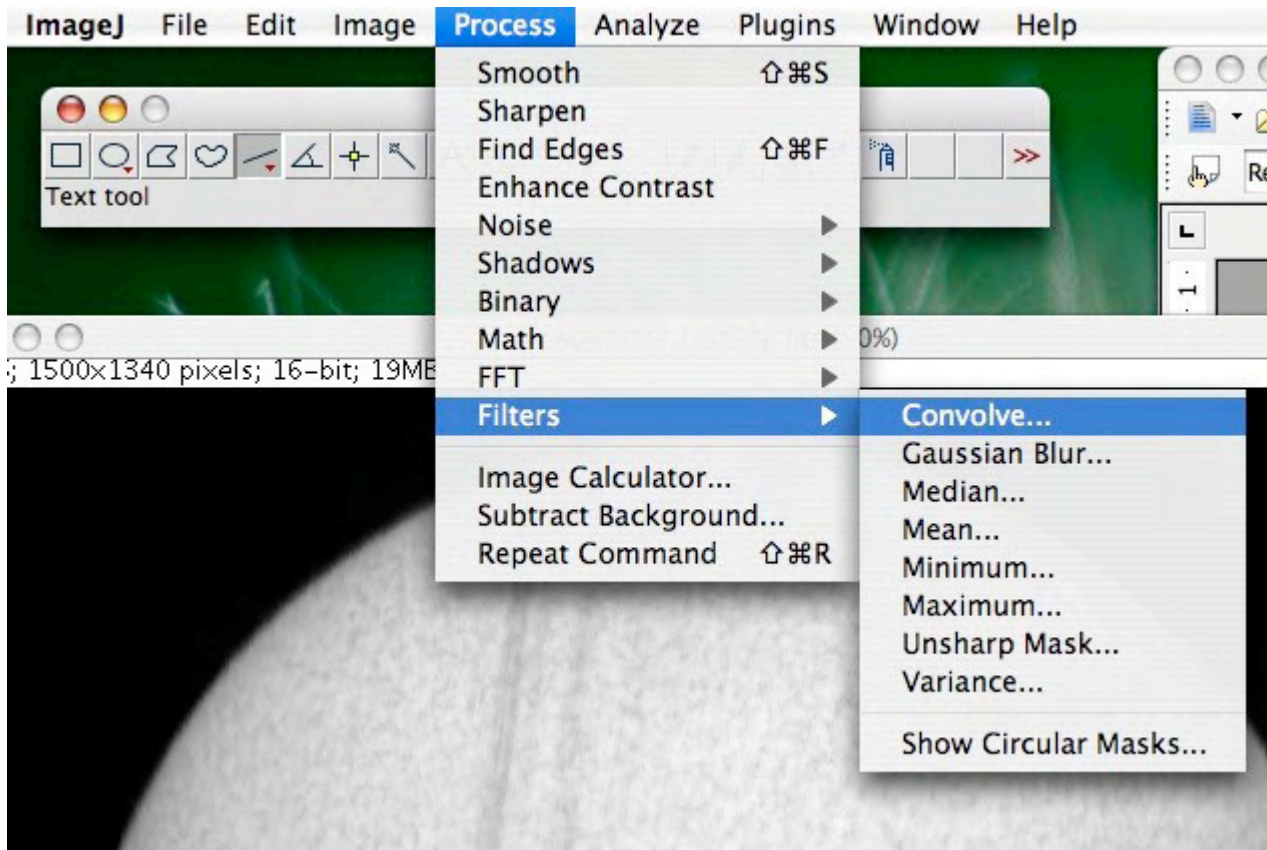
**Stacks:**

Affichage d'images en tant que pile d'images, "stack" dans une seule fenêtre avec curseur permettant de faire défiler les images.. Calculs, statistiques ... une seule commande pour traiter l'ensemble de la pile. On peut également ouvrir les images d'un dossier en tant que pile. Sauvegarde des piles en tant que multi-images TIFF, animation QuickTime ...

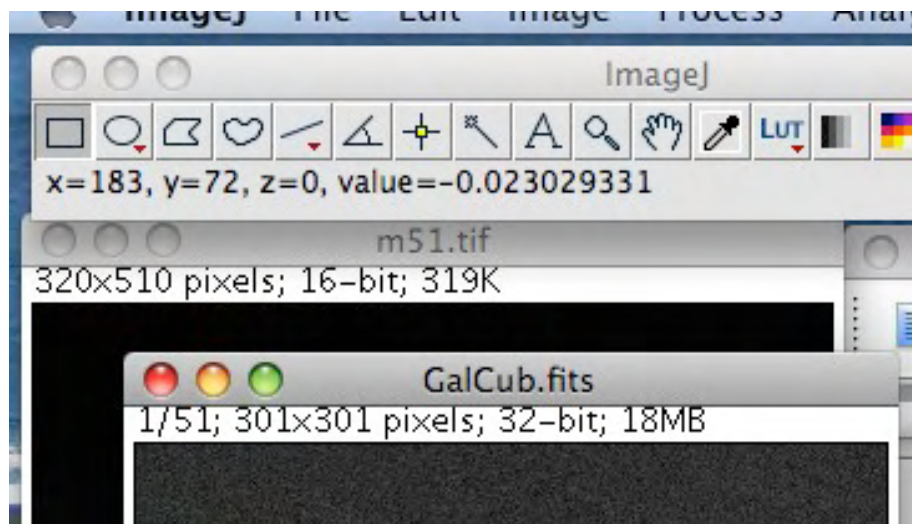
## Environnement de travail

Une fois le programme ImageJ lancé ,

- Une barre de menus et de sous-menus .
  - Pour travailler sur des fichiers existants, pour créer des fichiers image, animation ou texte, éditer, effectuer des calculs ...
- Une barre d'outils de tracés, de manipulations, sélections...



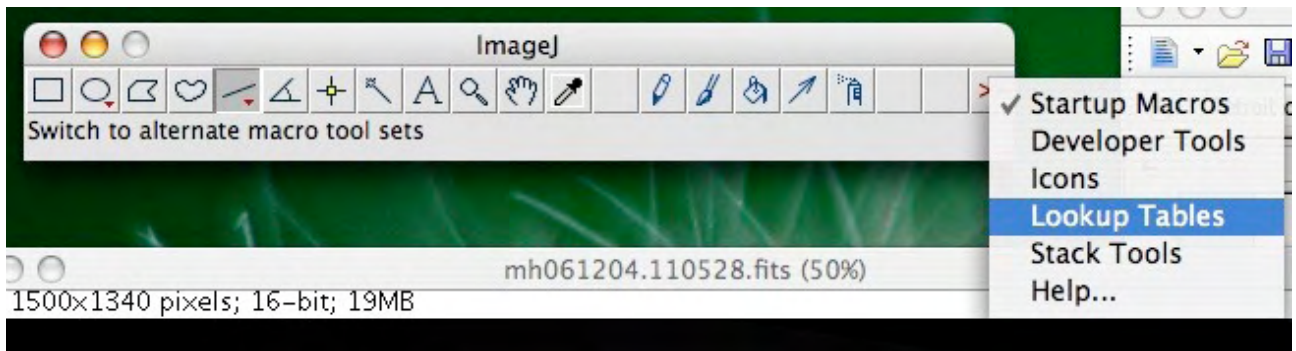
- Lorsque vous ouvrez un fichier, l'image numérique est affichée dans une fenêtre ; au dessus de l'image les caractéristiques suivantes sont affichées :
  - taille en pixels, codage couleur, poids de l'image





## Outils et opérations de base

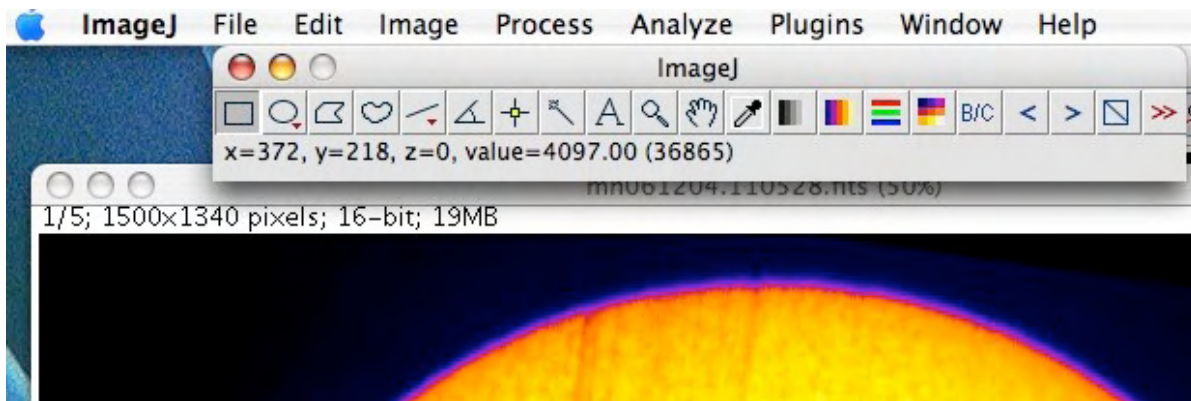
Dans la fenêtre nommée ImageJ vous avez à votre disposition une série d'outils (barre d'outils) de tracés, de sélections spatiales, de codage, coloration des pixels ... :



## Sélections

Les 4 premiers boutons de la barre d'outils sont des outils de sélection. Ils vous permettent de sélectionner une aire : zone de pixels rectangle (carrée), ovale (ronde), polygone ou à « main libre ».

- Grâce aux menus Image, Process, Analyse ...
  - Vous pourrez appliquer un traitement particulier aux pixels de la zone sélectionnée (ROI : Region Of Interest) : effectuer un calcul, des mesures, une analyse, une copie ....
  - Sous les outils, dans la barre d'outils vous pouvez voir s'afficher la position du pixel pointé dans l'image et sa valeur.
  -



## Tracés

Le bouton suivant permet de tracer des droites de différents types : droites , droites segmentées ou à main libre :

- En fait 3 boutons se cachent derrière ; ils sont obtenus avec « clic-droit » : Straight – Segmented - Freehand.
- Si « double-clic » sur l'outil de tracé choisi, vous obtenez une boîte de dialogue pour choisir la largeur du tracé.
- Si clic hors du tracé, il disparaît.

- Pour faire une sélection multiple, ou plus élaborée il suffit de maintenir une touche :
  - pour *ajouter* : la touche *Majuscule* (Shift) en même temps que l'on fait d'autres sélections,
  - pour *retrancher* : la touche *alt* (option) en même temps que l'on fait d'autres sélections.
- « ctrl D » ou menu Edit > Draw (ou menu contextuel avec le bouton droit de la souris) pour tracer les lignes de façon permanente.
- Il est possible de mémoriser les différentes sélections effectuées dans l'image :
  - menu **Edit > Selection > Add to Manager**
  - menu **Analyse Tools > ROI Manager ...**

## Réticule (crosshair)

Le réticule vous permet d'indiquer un point de l'image. À chaque clic sur un endroit de l'image, les coordonnées (x,y,z) du pixel et sa composante d'intensité (valeur de 0 à 255) sont enregistrées dans la fenêtre de données (data window).

*Remarque* : pour un pixel (x,y,z), ses coordonnées spatiales (x,y) dans l'image z (slice numéro z) de la pile d'images (stack)

Dans le cas des images codées en RVB, ayant donc 3 composantes d'intensité, dans le rouge, le vert et le bleu, le vecteur  $value=(r, g, b)$  des intensités est affiché dans la fenêtre des données.

## Baguette magique (wand tool)

Cet outil trouve automatiquement les bords d'un objet et en trace la forme. Cet outil fonctionne mieux avec des images au fort contraste. (Voir seuillage = thresholding).

- Placez la baguette magique à gauche d'un « bord », cliquez et l'algorithme de calcul va chercher à droite du pixel concerné la présence d'un « bord » et va tracer un contour le long du bord de l'objet jusqu'à ce qu'il se retrouve au point de départ.
- Pour étendre ou diminuer une sélection il suffit de maintenir une touche :
  - pour *ajouter* : la touche *Majuscule* (Shift) en même temps que l'on fait d'autres sélections,
  - pour *retrancher* : la touche *alt* (option) en même temps que l'on fait d'autres sélections.

## Texte

Vous permet d'éditer du texte (commentaires, légendes, titres ...) sur l'image.

- « Double clic » sur l'outil texte affiche une boîte de dialogue de choix de la police de caractères, taille et style.
- « Clic simple » sur le bouton texte, une boîte apparaît, placez-la où vous le souhaitez , entrez le texte, et pour le tracer définitivement « ctrl D » ou menu Edit > Draw (ou menu contextuel avec le bouton droit de la souris).

## Loupe

Pour « zoomer » :

- « clic gauche » augmente la taille de l'image
- « clic droit » réduit la taille de l'image



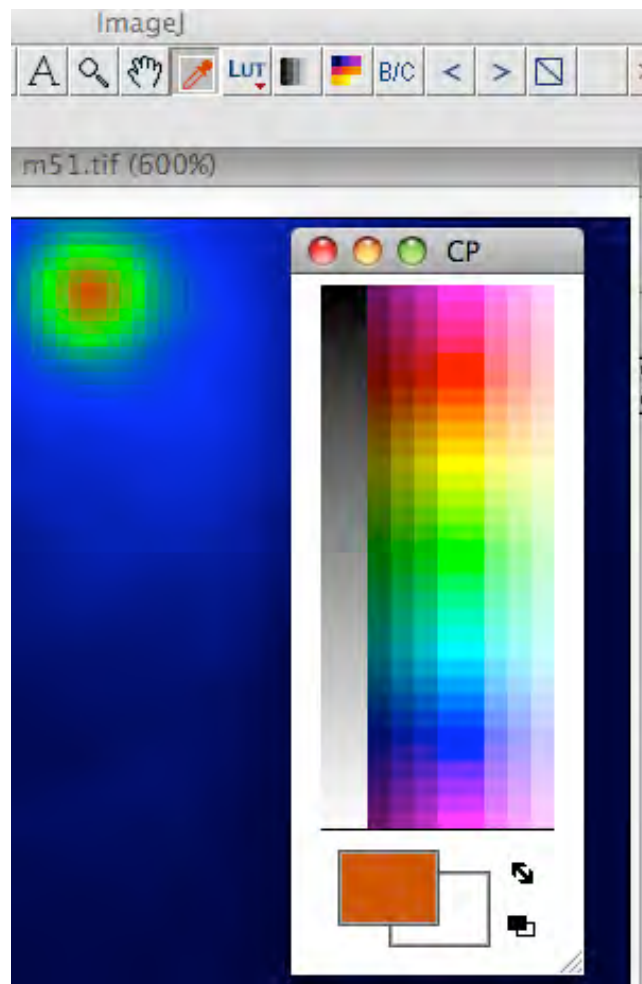
## Défilement (scrolling tool)

L'outil, petite main, permet dans le cas où l'image est plus grande que la fenêtre de visualisation des données à l'écran, de déplacer l'image et d'en voir les parties cachées.

## Pipette (color picker)

Cet outil vous permet de définir les couleurs de premier plan (texte) et d'arrière plan en sélectionnant une couleur de l'image avec la pipette.

- La couleur de l'outil change lorsque vous sélectionnez un pixel de l'image : la pipette prend la couleur de premier plan et le cadre la couleur d'arrière plan (fond).
- Dans le cas d'une image codée en RVB, le vecteur des valeurs des intensités (R,V,B) sont affichées sous la barre des outils lorsque vous cliquez sur un pixel de l'image.
- « Double clic » sur l'outil pipette ouvre une fenêtre de la table des couleurs (nommée CP), vous pouvez sélectionner les couleurs de votre choix pour les premier plan et arrière plan, à la souris, en cliquant dans la palette.

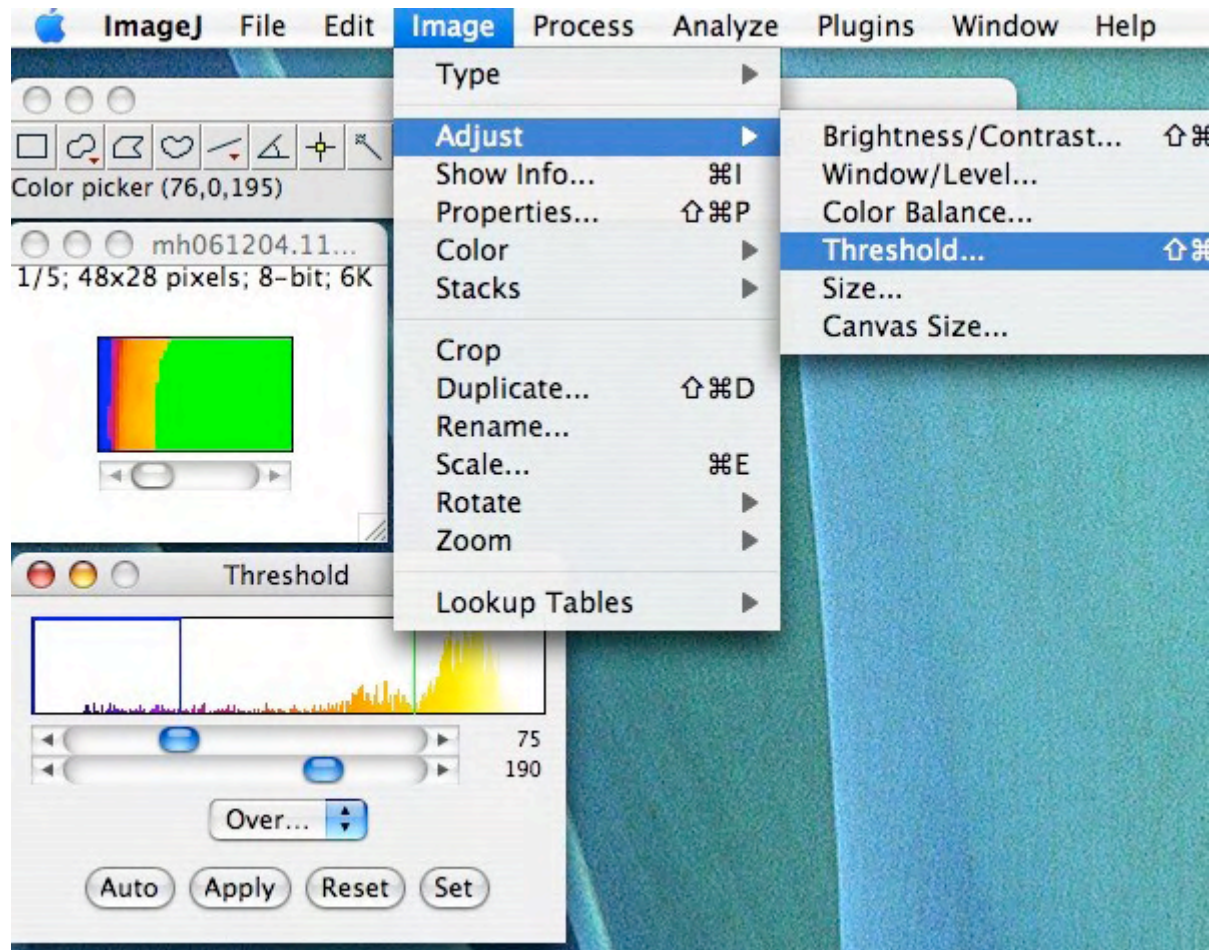


## Traitement d'image (image processing)

Quelques exemples de techniques de traitement des données (image affichée) réalisables. ImageJ est adapté à l'analyse des données, d'autres logiciels de traitement des images (Gimp, Photoshop ....) seront plus adaptés à la mise en page, la retouche,...

*Attention* : il est très important de travailler sur une copie de l'image originale (bien la sauvegarder avant toute manipulation).

- **Undo** menu **Edit** > **Undo**, pour annuler la dernière action,
  - attention cette action n'est pas toujours possible.
- **Revert** menu **File** > **Revert** pour revenir à l'image originale,
  - attention cette action n'est pas toujours possible.
- **Crop** menu **Image** > **Crop** permet de retailler une image, avec l'outil rectangle, sélectionnez la région de l'image que vous souhaitez conserver.
- **Clear Outside** menu **Edit** > **Clear Outside** avec un outil de sélection entourez la région qui vous intéresse,
  - Clear Outside va effacer tout ce qui est à l'extérieur,
  - Clear va effacer l'intérieur de la région sélectionnée.
- **Enhancing Brightness and Contrast** menu **Image** > **Adjust** vous permet d'améliorer la luminosité et les contrastes de l'image.
- **Removing Noise** (enlever le bruit) menu **Process** > **Noise** > **Despeckel** ou **Process** > **Filters** > **Median**
- **Rotating an Image** menu **Image** > **Rotate**, puis sélectionnez le type de rotation.
- **Converting to Greyscale** menu **Image** > **Type** > **8 bit** convertit l'image en 256 niveaux de gris de 0 noir à 255 blanc.
- **Thresholding** (Binary Contrast Enhancement) seuillage, utilisé pour la détection de contours, le comptage de particules ou pour les mesures.
  - **Image** > **Adjust** > **Threshold** utilise un curseur pour ajuster la valeur de seuillage.

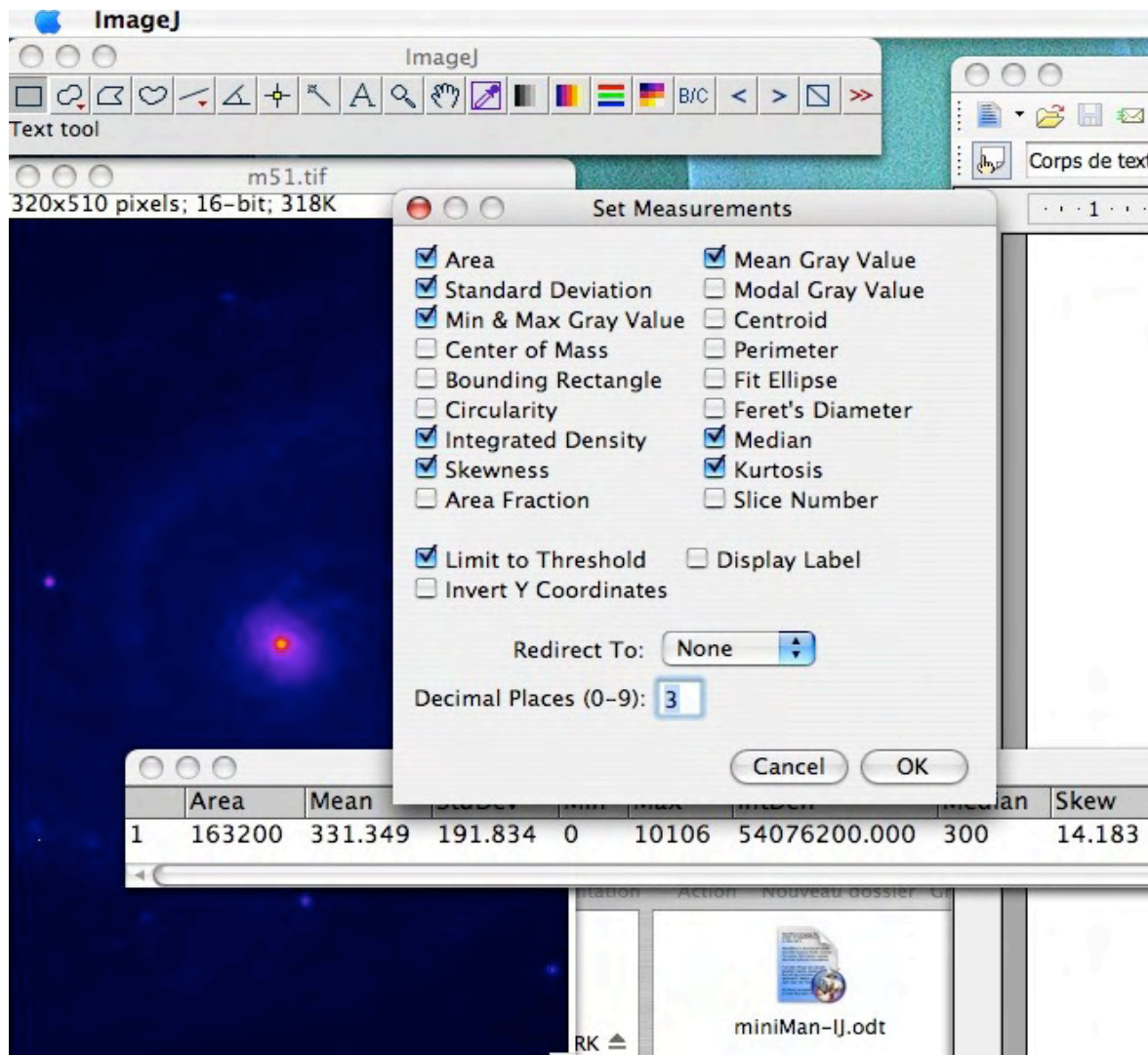


ImageJ propose plusieurs fonctions de filtrage dans le menu Proces. Quelques exemples :

- **Process > Filters > Convolve** ( Gaussian Blur, Median, Mean ....)
  - une boîte de dialogue permet de paramétrer le calcul.
- **Process > Math > Add, Subtract, Multiply ...**
- **Process > Image Calculator**
  - une boîte de dialogue permet d'effectuer des opérations mathématiques de soustraction, multiplication, division ... entre deux images (ou piles),
  - en astronomie ceci est très pratique pour réduire les données (soustraction du « dark field » et division par le « flatfield »).
- etc

## Mesurer et compter des objets

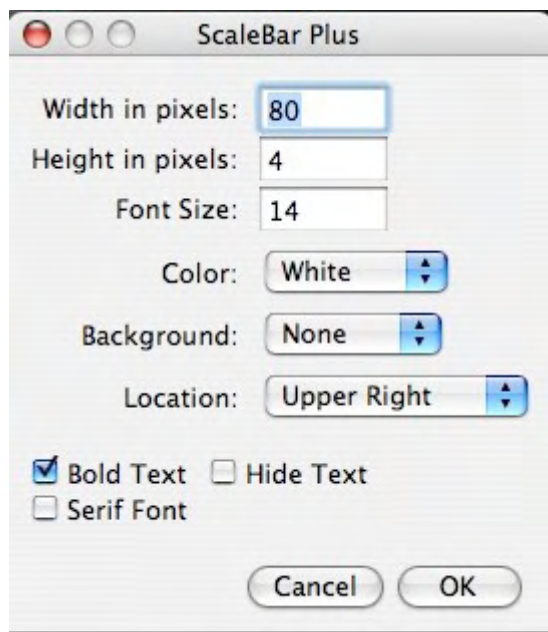
- **De nombreuses fonctions de mesures** : Area, Min/Max, Mean, Standard deviation, etc, pourront être appliquées à une image (ou aux images d'une pile)
- **Mesurer la distance entre des points** : Tracez un trait entre deux points, sous la barre des outils s'affichent leur distance en pixels et l'angle formé par rapport à l'horizontale.
- **Définir l'échelle de mesure** : tracez un trait entre deux points dont vous connaissez la distance. Le menu **Analyse > Set Scale** ouvre une fenêtre de dialogue qui affiche la distance en pixel, vous n'avez plus qu'à entrer la distance connue dans l'unité choisie. Le bouton « global » permet de définir cet échelle (par ex : cm / pixels) à toutes les images affichées.
- **Mesures d'aires** : Entourez, grâce à un des outils de sélection, une région de l'image. Ou bien utilisez le Menu **Analyse > Analyser Particules**.
  - **Analyse > Measure** affiche une fenêtre « Results » contenant les mesures (moyenne, déviation standard, min, max ...), *une nouvelle barre de menus* permet de sauvegarder, éditer, sélectionner d'autres mesures à réaliser.
  - Le menu **Analyse > Set Measurements** permet de définir les mesures que l'on désire effectuer sur l'image ou sur une ROI.



## Échelle et codage couleur

En plus de l'outil Texte qui vous permet de légender vos images numériques, ImageJ vous donne la possibilité de placer dans la fenêtre d'affichage de l'image les informations :

- d'échelle (ex : « km/pixels ») : grâce au menu **Analyse > Tools > Scale Bar ...**
- de codage des couleurs (affichage de la LUT utilisée) : grâce au menu **Analyse > Tools > Calibration Bar ...**



## Enregistrement des données traitées

Les images obtenues à partir d'appareils photo numériques sont souvent au format JPEG (jpeg ou jpg), ce format de compression effectue à chaque ré-enregistrement une perte d'information.

Chaque fois que vous ouvrez une image, la manipulez puis la re-sauvegardez, **elle se dégrade**.

Il vaut donc mieux utiliser le format sans perte de qualité TIFF sans compression (tif ou tiff) pendant le travail de traitement des données de l'image avec ImageJ.

- Lorsque vous enregistrez, ou lorsque vous appuyez sur la touche **S** du clavier, l'enregistrement se fait en tiff par défaut (fichier dont l'extension du nom est .tif), une fenêtre de dialogue « Save as TIFF » s'affiche.

ImageJ peut lire et créer des fichiers dans de nombreux formats : TIFF, GIF, JPEG, BMP, PGM, RAW, AVI, QuickTime, text ... et le format **FITS**.



## Pile d'images : Stack et slices

Les piles dans ImageJ permettent le traitement par lot : vous pouvez effectuer un traitement spécifique à l'ensemble des images contenues dans la Pile. Une pile peut contenir des données évoluant dans le temps ...

Vous pouvez lire des animations (Gifs animés, avi, quicktime), travailler et enregistrer une séquence d'images avec ImageJ, les « Images Stack » (Pile d'images) permettent d'appliquer une action sur toutes les images en même temps, ou juste sur l'image du dessus de la pile.

Chacune des images de la pile est appelée « Slice ». Un curseur permet de passer d'une image à l'autre et de les faire défiler.

- **File > Import > Image Sequence ...** permet de charger dans une pile les fichiers d'un répertoire. Seule la mémoire vive disponible est une limite au chargement de fichiers dans la pile.
- **File > Import > QuickTime**
- **File > Open** permet de lire des fichiers au format **FITS** contenant plusieurs images (2D, 1D ...), des cubes de données (3D).
- Les manipulations des images pourront se faire sur une image particulière ou sur toutes les images à la fois dans la pile.
  - Vous pourrez appliquer un traitement numérique à toutes les images (« feuilles ») de la pile en une seule commande.
  - Les données pourront être projetées le long d'un axe choisi,
  - On peut effectuer des coupes et leur tracé, un histogramme, des mesures ...
- **Image > Stacks > Images to Stack**, créez une pile à partir des images affichées à l'écran
- **Image > Stacks > Stack to Images**, sortez les images de la pil et affichez les comme des images individuelles à l'écran

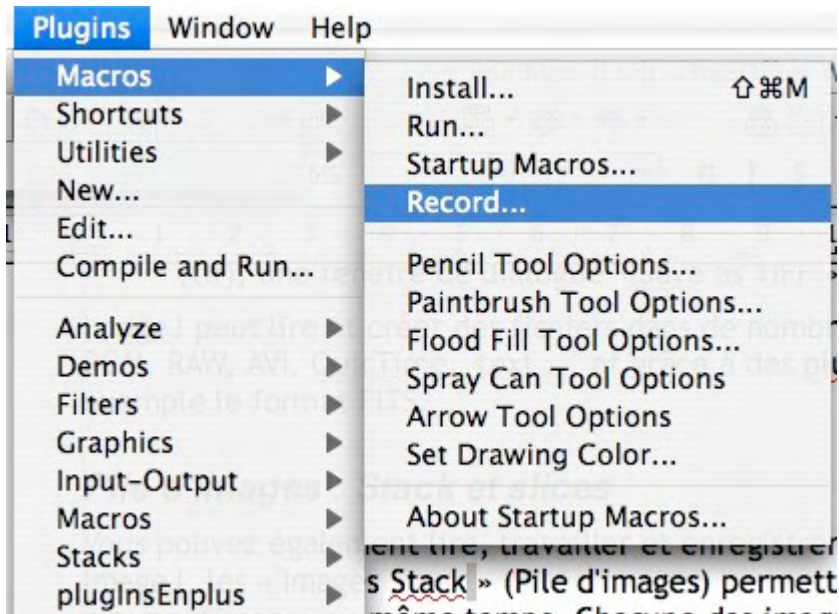


## Macros

Il est possible de créer des macro-commandes d'ImageJ, un langage de script permet d'automatiser une succession d'actions.

Une fonction « Record » d'enregistrement des actions menées dans ImageJ simplifie la tâche et permet d'écrire simplement une macro.

Vous trouverez de nombreuses Macros à télécharger sur les sites web.



## Plugins

Plusieurs centaines de plugins sont à votre disposition sur le site d'ImageJ. Les plugins sont très faciles à installer : simplement déposer les plugins dans le dossier ImageJ/plugins.

Les plugins sont en général écrits en Java, mais d'autres langages tels que JPython sont aussi supportés.

*Installer, par exemple, le pack de plugins*

- astronomy <http://www.astro.physik.uni-goettingen.de/~hessman/ImageJ/>
- de thevenaz : <http://bigwww.epfl.ch/thevenaz/stackreg/>  
et <http://bigwww.epfl.ch/thevenaz/turboreg/>
- de tony collins <http://ijm2.ijm.jussieu.fr/imagerie/Ressources/ImageJ/PlUGINS>

D'autres plugins sont disponibles, par exemple :

<http://rsb.info.nih.gov/ij/plugins/index.html>

<http://ij-plugins.sourceforge.net/>

[http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group\\_id=44711](http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=44711)

[http://www.pp.rhul.ac.uk/~cowan/astro\\_course.html](http://www.pp.rhul.ac.uk/~cowan/astro_course.html)



## Le format FITS

Flexible Image Transport System (FITS) est très répandu en astronomie et en astrophysique. Il permet la sauvegarde de données de type entier ou réel structurées en tableau à plusieurs dimensions. Il est souvent utilisé pour sauvegarder également d'autres données, comme le spectre, des listes de photons, des cubes de données, et bien d'autres choses encore.

Un fichier FITS peut contenir plusieurs extensions, et chacune de celles-ci peut contenir des données. Par exemple, il est possible de sauvegarder dans le même fichier FITS des images à la fois dans le domaine des rayons X et dans celui de l'infrarouge.

- Pour visualiser les images au format FITS :
  - DS9, ImageJ (logiciels en licence libre), HOU (SasaJ) et bien entendu les logiciels professionnels de l'astronomie tels que midas, iraf, idl ...
  - voir <http://fits.gsfc.nasa.gov/>

Les fichiers images numériques au format FITS comportent :

- un entête ou header, contenant des informations sur l'image,
- puis le flux de chacun des pixels en format binaire.

## Unité de capacité de mémoire

1bit = la plus petite quantité d'information utilisable par un microprocesseur (0 ou 1).

1 octet (ou byte ou caractère) = 8 bits

1 kilo-octet (Ko) = 1024 octets

1 méga-octet (Mo) = 1024 Ko

1 giga-octet (Go) = 1024 Mo

1 téra-octet (To) = 1024 Go

### Remarque :

Pour télécharger les fichiers nécessaires aux TDs à partir du « ftp anonyme de l'Observatoire » il faut entrer dans le champ adresse du navigateur, l'url :

`ftp://ftp.obspm.fr/`

répondre aux questions :

- utilisateur (login) : anonymous
- mot de passe : prenom.nom@obspm.fr (votre adresse mail)

puis dans le répertoire outgoing vous trouverez le répertoire DUOP

**Travaux pratiques**