

# Tutoriel n°3



## Focus Stacking avec « align\_image\_stack » et « enfuse » ( Exécutables fournis dans le package d'Hugin )



difficulté : 6 / 6

Réalisé avec : **OOo 3.2.1**

Rédaction : **Juin 2011**

Plate-forme / OS : **Mac**

Auteur : [SELME Matthieu](#)

# Table des matières

<u>I) « Une image vaut mille mots »</u>	<u>3</u>
<u>II) C'est quoi le Stacking ?</u>	<u>4</u>
<u>III) Procédé général</u>	<u>6</u>
<u>1) La prise de vue de toutes les images nécessaires.</u>	<u>6</u>
<u>2) Le traitement via un ordinateur pour combiner ces images.</u>	<u>6</u>
<u>IV) Prérequis sous Mac</u>	<u>7</u>
<u>1) « align_image_stack » et « enfuse »</u>	<u>7</u>
<u>2) Le Terminal</u>	<u>7</u>
<u>3) Quelques commandes de base du Terminal :</u>	<u>8</u>
<u>4) Première navigation via le Terminal !</u>	<u>9</u>
<u>5) Il y a plus simple !</u>	<u>9</u>
<u>IV) « align_image_stack »</u>	<u>10</u>
<u>1) Rôle de « align_image_stack »</u>	<u>10</u>
<u>2) Utilisation de « align_image_stack »</u>	<u>10</u>
<u>a) Se placer dans le bon dossier</u>	<u>10</u>
<u>b) Aligner toutes les images</u>	<u>10</u>
<i>    <u>i) Emplacement de « align_image_stack »</u></i>	<u>10</u>
<i>    <u>ii) Paramètres de « align_image_stack »</u></i>	<u>10</u>
<i>    <u>iii) Ligne de commande globale</u></i>	<u>12</u>
<u>3) Tous les paramètres disponibles de « align_image_stack »</u>	<u>13</u>
<u>V) « enfuse »</u>	<u>14</u>
<u>1) Rôle de « enfuse »</u>	<u>14</u>
<u>2) Utilisation de « enfuse »</u>	<u>14</u>
<u>a) Se placer dans le bon dossier</u>	<u>14</u>
<u>b) Fusionner les images</u>	<u>14</u>
<i>    <u>i) Emplacement de « enfuse »</u></i>	<u>14</u>
<i>    <u>ii) Paramètres de « enfuse »</u></i>	<u>14</u>
<i>    <u>iii) Ligne de commande globale</u></i>	<u>15</u>
<u>3) Tous les paramètres disponibles de « enfuse »</u>	<u>16</u>
<u>VI) Plus simple !</u>	<u>18</u>
<u>Annexe : Liste des tutoriels disponibles :</u>	<u>19</u>
<u>1) Découverte du logiciel Hugin</u>	<u>19</u>
<u>2) Réalisation du premier panorama avec Hugin</u>	<u>19</u>
<u>3) Focus Stacking avec « align_image_stack » et « enfuse »</u>	<u>19</u>
<u>4) Focus Stacking avec Hugin</u>	<u>19</u>

## **I) « Une image vaut mille mots »**



*1 - La feuille au premier plan est nette.*



*2 - L'intérieur de la fleur est nette.*



*3 - La feuille au dernier plan est nette.*



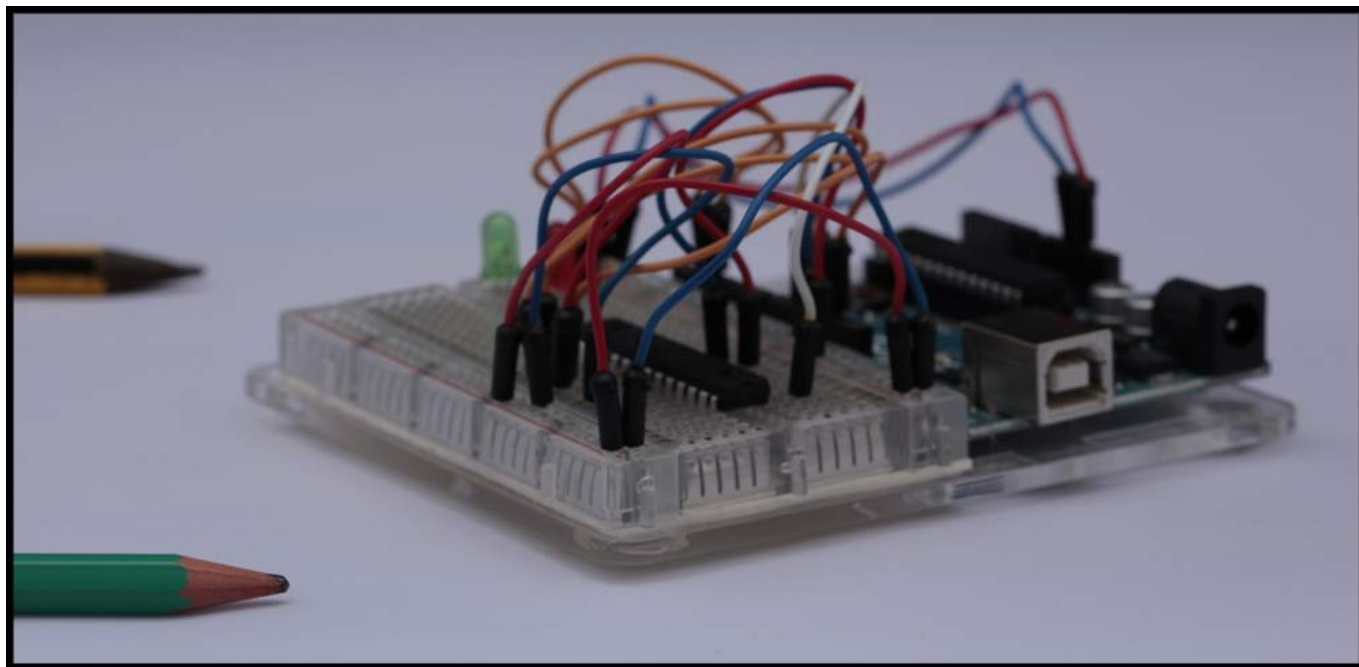
© SELME Mathieu

*En combinant ensemble plusieurs images, on obtient une image nette partout !*

## II) C'est quoi le Stacking ?

Le stacking, ou plus précisément le Focus Stacking, est un procédé informatique permettant d'obtenir une image avec une très grande profondeur de champ, à partir d'une multitude d'images n'ayant qu'une zone restreinte nette.

Voici un exemple d'image en mode macro, où la netteté a été faite sur le crayon vert :



© SELME Matthieu

*Photographie prise avec un Canon EOS 5D Mark II avec un objectif Canon 100mm f/2.8 Macro USM*

En mode macro, la profondeur de champ à F/8 est assez faible, elle doit se résumer à environ 1mm à peine. Sur cette première image, nous remarquons qu'à part le crayon vert, tout le reste de l'image est flou. C'est tout le problème de la prise de vue en macro : il n'y a qu'une partie de l'image qui est nette. Autant sur certains sujets cet effet est recherché, pour mettre en valeur une partie de l'image (*par exemple les yeux d'une mouche, le pollen déposé sur les pattes d'une abeille...*), autant pour d'autres sujets, il est intéressant d'avoir la plus grande profondeur de champ possible (*bijoux, montres...*).

L'assemblage de photographies dans un plan (*en 2 dimensions : horizontal et vertical*) est assez courant, c'est ce que nous faisons lorsque nous réalisons des panoramas circulaires, sphériques... Ici, nous allons faire la mise au point successivement, en partant du plan le plus proche, jusqu'à prendre la dernière photo, avec le dernier plan net. L'assemblage va donc se faire dans la 3<sup>e</sup> dimension, celle de la profondeur.

Toutes les photos vont être prises avec le même cadrage, la même focale, les mêmes réglages de vitesse et d'ouverture, il n'y a que la mise au point (*map*) qui va changer progressivement.

Lors de la prise de vue de cet assemblage de fils (*en fait une télécommande infrarouge en test, sur un module Arduino, rien à voir avec le sujet de ce tutoriel*), nous nous sommes servis du logiciel « Canon Eos Utility », ayant à piloter un boîtier Canon. L'avantage d'utiliser ce type de logiciel est que la mise au point est contrôlée via le logiciel, ce qui permet de faire la mise au point de manière assez précise, sans avoir à tourner la bague de map à la main. On évite ainsi des micro-bougés de l'objectif lors de la rotation de la bague.

Dans cet exemple, il a fallu 76 photos pour couvrir toute la zone de netteté du sujet. (*Entre les 2 crayons, il y a environ 9cm*)

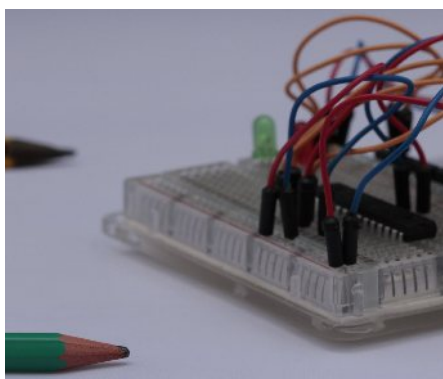


Image n°3

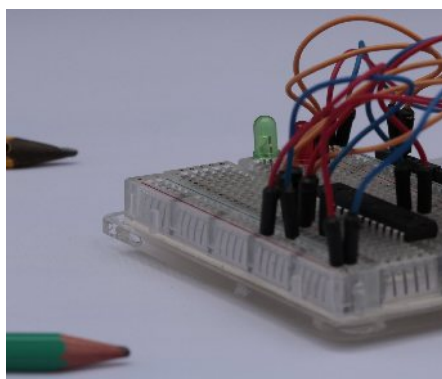


Image n°40

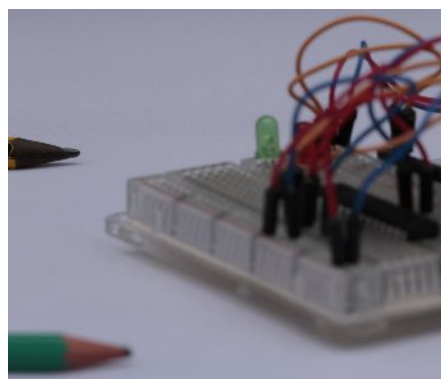
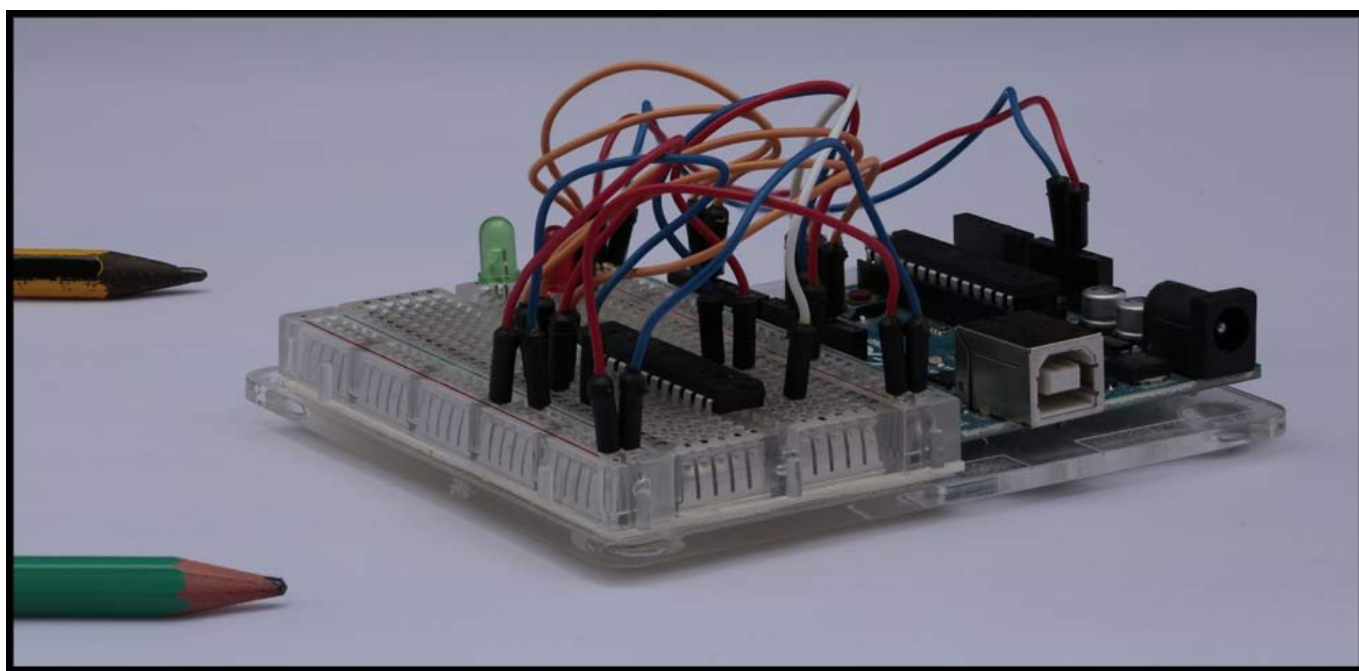


Image n°74

(*Les 3 images ci-dessus ont été retouchées, afin de voir la zone de netteté évoluer*)



© SELME Matthieu

Image combinée : tous les plans entre les crayons vert et jaunes sont nets !

### **III) Procédé général**

Pour réaliser une photographie en Focus Stacking, il y a 2 étapes incontournables :

#### **1) La prise de vue de toutes les images nécessaires.**

Il faut tout d'abord photographier le sujet à différentes mises au point : aucune des photographies prise individuellement n'a le sujet entièrement net, mais à elles toutes, elles contiennent toutes les zones nettes afin de reformer une image entièrement nette.

Un trépied est indispensable, pour ne pas bouger entre les différentes prises de vues. Il faut aussi veiller à ne pas bouger le sujet (ou qu'il ne bouge pas tout seul). Enfin, un logiciel peut être utile, pour piloter le boîtier et la mise au point sans avoir à toucher l'objectif. En effet, en touchant l'objectif pour faire la mise au point, on introduit de légers décalages, pas toujours faciles à récupérer par la suite.

Lors de la prise de vue, essayez de commencer par une photo ayant une zone nette légèrement en avant du sujet, et de terminer par une photo ayant une zone nette légèrement après le sujet.

La prise de vue est terminée ? Il va falloir maintenant combiner ensemble toutes ces images !

#### **2) Le traitement via un ordinateur pour combiner ces images.**

Une fois les photos prises, il faut détecter les zones nettes. Cela peut se faire automatiquement, par exemple par détection de contours, ou encore manuellement. Les zones nettes sélectionnées sont ensuite fusionnées pour le rendu final.

- Vous êtes sous windows ? Il existe un logiciel gratuit, « **combine ZP** », permettant d'assembler ces images. Je ne détaillerais pas ce logiciel ici, simple d'utilisation.

- Vous êtes sous Mac ? Il existe des logiciels payants, mais lors de la rédaction de ce tutoriel, aucun n'est gratuit ! Vous souhaitez continuer à utiliser les outils d'Hugin, gratuitement ? Ce tutoriel est fait pour vous !

- Vous êtes sous Linux ? Je pense que vous savez assez bien bidouiller votre ordinateur pour comprendre les (rares) lignes de code présentées pour Mac, et les adapter à votre environnement...

## IV) Prérequis sous Mac

Code couleur utilisé :

**Le bleu** pour les instructions à écrire dans le terminal.

**Le vert** pour le nom des dossiers et des applications.

### 1) « align\_image\_stack » et « enfuse »

Les deux fichiers exécutables « **align\_image\_stack** » et « **enfuse** » sont gratuits, et le moyen le plus simple de les télécharger sur votre ordinateur est de récupérer [la dernière version d'Hugin](#), et de l'installer. Ils seront alors automatiquement installés.

Une fois le logiciel Hugin installé, les deux fichiers exécutables se trouvent à cet emplacement :

[Applications / Hugin / Hugin](#)

*Puis clic droit sur le fichier exécutable, et « **Afficher le contenu du paquet** »  
Une nouvelle fenêtre s'ouvre alors, et il suffit d'aller :*

[Contents / MacOS](#)

Vous trouverez alors dans ce dossier tous les composants qu'Hugin utilise pour créer le panorama.

**Si ces fichiers ne sont pas présents, vous ne pourrez pas réaliser la suite de ce tutoriel !**

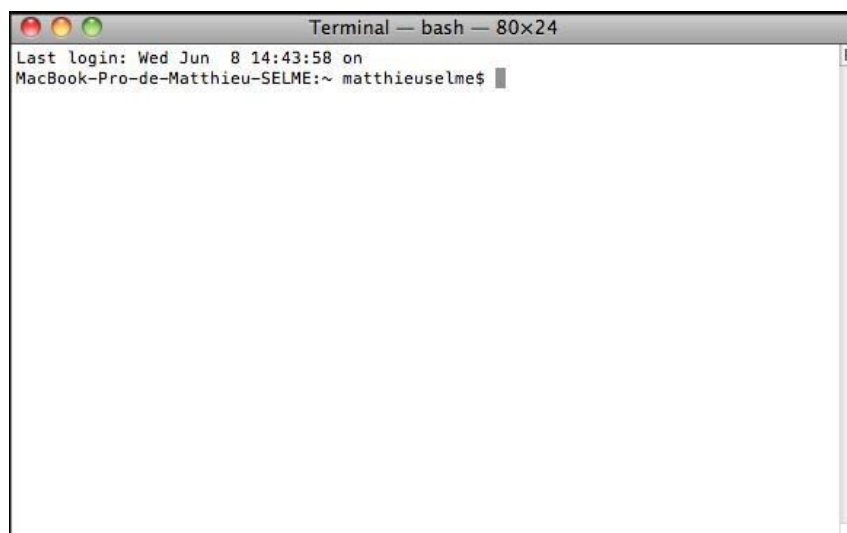
### 2) Le Terminal

Il ne sert à rien de cliquer, ou double cliquer sur les deux fichiers ci-dessus. Ce sont des composants qui doivent être appelés, soit via le logiciel « Hugin », soit via le « Terminal », alors en ligne de commande... Ce tutoriel est donc rédigé le plus simplement possible, pour faire le moins peur possible aux « non-initiés » !

*Pour trouver le « Terminal », rendez-vous dans :*

[Applications / Utilitaires / Terminal](#)

Une fenêtre doit se lancer, avec marqué le nom de votre ordinateur, et peut-être votre nom, suivant comment vous avez configuré votre ordinateur lors de la première utilisation...



### 3) Quelques commandes de base du Terminal :

Voici les commandes que nous allons utiliser, afin de nous placer dans le bon répertoire (celui contenant `align_image_stack` et `enfuse`), et d'écrire dans le bon dossier (celui contenant les images à assembler) :

<code>cd ../</code>	Permet de changer de répertoire, en remontant d'un niveau (dossier parent). ( Touches <i>c, d, espace, point, point, slash</i> )
<code>ls</code>	Permet de lister le contenu du répertoire dans lequel on se trouve.
<code>&amp;&amp;</code>	Permet d'enchaîner deux instructions à la suite. La deuxième sera traitée une fois que la première sera complètement terminée.
<code>TAB</code>	La touche « TAB », située la plupart du temps au dessus de la touche MAJ (majuscule) du clavier. Le mot tab n'est pas toujours inscrit sur cette touche, parfois seules deux flèches à contre-sens sont représentées (symbole ↵), ou encore une seule flèche pointant vers la droite et accolée à une barre verticale. Cette touche permet de faire de l'auto-complétion : il suffit de taper les quelques lettres du dossier, ou du mot, puis la touche « TAB », pour que le reste du mot, ou du dossier soit complété automatiquement.
<code>Flèches</code>	Les touches flèches vers le haut et vers le bas permettent de rappeler la dernière instruction sans la réécrire complètement ! Si vous souhaitez rappeler une instruction plus ancienne, appuyez plusieurs fois sur la flèche du haut !
<code>espace</code>	Si vous voulez entrer le nom d'un dossier ou d'un fichier qui comporte un espace, vous devrez le rentrer en utilisant un caractère d'échappement. Un espace est entré sous la forme <code>option majuscule /</code> suivi d'un espace. Les chemins peuvent également être entrés entre guillemets " " , ce qui permet d'entrer plus facilement les caractères accentués ou autres caractères nécessitant un caractère d'échappement.
<code>entrée</code>	La touche entrée permet de valider l'instruction et de l'exécuter.

#### **! ATTENTION !**

*Les commandes du Terminal sont sensibles à la casse : les mots « `applications` » et « `Applications` » ne sont pas les mêmes, car il y a une **majuscule** dans le second ! Si un dossier n'est pas trouvé, pensez à regarder s'il ne comporte pas une majuscule...*



#### 4) Première navigation via le Terminal !

Placez-vous dans la fenêtre du Terminal, nous allons essayer de trouver le dossier contenant `align_image_stack`.

Ecrivez l'instruction `ls`

Cela va lister le contenu du dossier dans lequel vous vous trouvez. Par défaut, vous devez être à la racine de votre ordinateur, et vous devez donc voir le mot « `Applications` » qui apparaît. Nous allons alors rentrer dans ce dossier :

Pour cela, tapez : `cd /Applications` et appuyez sur entrée pour valider l'instruction.

(touches : c, d, espace, slash, a majuscule, b ... )

Vous venez de vous placer dans le dossier « `Applications` », pour preuve, au lieu du « `~` » à la suite du nom de votre ordinateur, il y a maintenant marqué « `Applications` ». Il suffit d'écrire la commande `ls`, pour voir le contenu de ce dossier, et se rendre compte qu'on est bien rentré dans le dossier contenant les applications...

On écrit maintenant `cd Hugin\ 2011.0.0`, puisque je travaille avec la version 2011.0.0 d'Hugin, et que mon dossier se nomme « `Hugin 2011.0.0` » ... à vous d'adapter suivant la version utilisée et le nom de votre dossier !

Puis : `cd Hugin\2011.0.0.app`

Et enfin : `cd Contents`

Si on liste le contenu du dossier « `Contents` », on aperçoit « `align_image_stack` »

La succession de toutes les commandes précédentes peut être écrite en une seule fois :

<code>cd /Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\ 2011.0.0.app/Contents/MacOS/</code>					
<code>cd</code>	<code>/Applications/</code>	<code>Hugin\ 2011.0.0/</code>	<code>Hugin 2011.0.0.app/</code>	<code>Contents/</code>	<code>MacOS/</code>
Change de dossier	Dossier <code>Applications</code>	Dossier <code>Hugin 2011.0.0</code>	Dossier <code>2011.0.0.app</code>	Dossier <code>Contents</code>	Dossier <code>MacOS</code>

*Sur la première ligne se trouve la commande complète.*

*Sur la seconde ligne, la commande, découpée par dossiers.*

*Sur la troisième ligne, la navigation dans les différents dossiers.*

Cette suite d'instructions nous a permis de nous placer dans le dossier contenant `align_image_stack`. C'est la première étape de ce tutoriel !

#### 5) Il y a plus simple !

Cependant, il y a plus simple pour naviguer via le Terminal, et se placer directement dans le bon dossier. Commencez par écrire « `cd` » (touches : c, d, espace) dans le Terminal.

Puis, utilisez l'explorateur de dossiers classiques, pour trouver le dossier MacOS, comme défini à la page 7 de ce tutoriel. Une fois le dossier MacOS trouvé, faites-le tout simplement glisser avec la souris dans la fenêtre du Terminal... et appuyez sur « `entrée` » ! Le chemin à parcourir pour arriver au dossier MacOS est alors inscrit automatiquement.

Ecrivez « `ls` » pour vérifier qu'il y a bien « `align_image_stack` » présent... Plus rapide, non ?

## IV) « align\_image\_stack »

### 1) Rôle de « align\_image\_stack »

Lorsque vous avez pris les différentes photographies du sujet, même si vous étiez sur un trépied, avec pilotage de la mise au point via un ordinateur, il est probable que les images ne soient pas parfaitement alignées. Une des explications est que le groupe de lentille de l'objectif bouge, lors de la mise au point...

Avant de fusionner les images, il va falloir donc parfaitement les aligner, sous peine d'avoir une image finale complètement floue, comportant des micro-décalages. C'est le rôle de ce petit fichier exécutable. Il va rechercher des points de contrôle entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>o</sup> image, puis entre la 2<sup>o</sup> et la 3<sup>o</sup>, puis entre la 3<sup>o</sup> et la 4<sup>o</sup>, et ainsi de suite.

A la fin, il crée autant d'images au format \*.tif que d'images au départ. Les images créées sont parfaitement alignées, et on pourra alors les fusionner.

### 2) Utilisation de « align\_image\_stack »

#### a) Se placer dans le bon dossier

Maintenant que vous savez naviguer (avec la méthode longue, ou la courte) avec le Terminal, relancez une nouvelle fenêtre du Terminal (pomme + n, ou encore cmd + n) et fermez l'ancienne. Cela remettra le Terminal dans le dossier initial, à la racine de votre ordinateur.

Il va falloir trouver le dossier contenant les différentes images à aligner, et se placer dedans. Le plus simple, et de créer un dossier sur le bureau, qu'on appellera « **test\_stacking** », et d'y placer toutes les images à aligner.

Voici la commande pour se placer dans le dossier « **test\_stacking** », contenant les images :

<code>cd Desktop/test_stacking/</code>		
<code>cd</code>	<code>Desktop/</code>	<code>test_stacking/</code>
Change de dossier	Dossier <b>Desktop</b>	Dossier <b>test_stacking</b>

Tapez la commande « `ls` », et vérifiez qu'apparaissent toutes les images. Si ce n'est pas le cas, soit vous n'avez pas copié les images dans le dossier « **test\_stacking** », soit vous n'avez pas trouvé le bon dossier !

#### b) Aligner toutes les images

Pour aligner toutes les images, il va falloir indiquer deux choses dans le Terminal :

- Où se trouve le logiciel « **align\_image\_stack** » dans l'ordinateur
- Quelques paramètres d'alignement

##### *i) Emplacement de « align\_image\_stack »*

On a déjà recherché à la page 9 l'emplacement exact de « **align\_image\_stack** ». Il est situé ici :

[/Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\ 2011.0.0.app/Contents/MacOS/](#)

##### *ii) Paramètres de « align\_image\_stack »*

Voici les paramètres qu'on va indiquer à align\_image\_stack (Si vous êtes vraiment perdus, vous n'avez pas besoin de les comprendre, contentez-vous de recopier la ligne de code un peu plus bas !)

	-v	Le terminal va écrire tout ce qui se passe dans l'ordinateur. Cette commande n'est pas indispensable, mais comme les étapes de calculs sont un peu longues, cela permet de vérifier que l'ordinateur n'est pas bloqué.
	-a	La commande qui indique qu'il faut aligner les images
*	temp	Le nom du fichier de sortie. Il sera suivi de 0001 pour la première image, 0002 pour la 2de, 0003 pour la 3°...
*	-t 3	Nombre de points de contrôle dans une case du découpage (voir -g 7)
	-m	Magnificience : applique une correction d'objectif
	-i	Aligner le centre de l'image
	-C	Crop : autorise la découpe des images, si elles ont tournées les unes par rapport aux autres : garde uniquement la partie utile des images.
*	-g 7	Découpe chaque image en un quadrillage de 7 cases sur 7 cases (49 cases au total dans cet exemple)
*	-s 4	Permet de réduire la taille de l'image à analyser, et donc accélère le calcul. En fait, divise par 2 « puissance le nombre indiqué ». Dans cet exemple, divise l'image initiale par 16 ( $2^4=2 \times 2 \times 2 \times 2=16$ )
*	DSC_9*.JPG	Le nom des images à aligner. Dans mon dossier, les images se nomment : DSC_9196.JPG DSC_9197.JPG DSC_9198.JPG DSC_9199.JPG DSC_9200.JPG DSC_9201.JPG ... On indique juste la partie commune à toutes les images, »DSC_9 « et « * » pour indiquer ce qui va changer dans la numérotation. Ne pas oublier l'extension des images de départ ! « .JPG »

Les lignes où une étoile « \* » est inscrite indique que l'utilisateur peut modifier les paramètres : soit le nom des fichiers temporaires, soit un nombre, soit le nom des images de départ.

Dans l'ordre, on obtient la ligne de commande :

`-v -a temp -t 3 -m -i -C -g 7 -s 4 DSC_9*.JPG`

iii) *Ligne de commande globale*

Il reste à regrouper, avant d'écrire dans le Terminal :

- la commande indiquant où trouver « `align_image_stack` »,
- rajouter le nom du programme à exécuter « `align_image_stack` »,
- indiquer quels paramètres utiliser « `-v -a temp -t 3 -m -i -C -g 7 -s 4 DSC_9*.JPG` »,
- taper sur « *entrée* »,
- laisser travailler l'ordinateur !

Voici la commande globale :

```
/Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\ 2011.0.0.app/Contents/MacOS/align_image_stack  
-v -a temp -t 3 -m -i -C -g 7 -s 4 DSC_9*.JPG
```

S'il y a 6 images dans le dossier de départ, le logiciel va créer 6 images, nommées :

temp0000.tif	temp0001.tif	temp0002.tif
temp0003.tif	temp0004.tif	temp0005.tif ...

Vous pouvez visionner les images créées les unes à la suite des autres, elles sont parfaitement alignées ! Il va maintenant falloir les fusionner, pour ne garder que la partie nette de chaque image, afin d'obtenir une image globalement nette.

### 3) Tous les paramètres disponibles de « align\_image\_stack »

Si vous souhaitez personnaliser la commande, ou effectuer des opérations particulières, voici la liste complète des options disponibles pour « align\_image\_stack » :

#### Utilisation en ligne de commande :

Il faut tout d'abord indiquer où trouver « align\_image\_stack », puis les options, et enfin les images de départ :

```
répertoire/align_image_stack [options] images de départ
```

#### Les [ options ] disponibles :

[ options ] : mode opératoire

<b>-p file</b>	Crée un fichier de sortie du style .pto. (utile pour le débogage)	<i>Exemple : -p test</i>
<b>-a prefix</b>	Aligne les images, les images alignées seront nommées du type : prefix_xxxx.tif	<i>Exemple : -a nom_des_images_alignées</i>
<b>-o output</b>	Fusionne les images en HDR, crée un fichier de sortie du style output.hdr	<i>Exemple : -o nom_du_fichier_de_sortie</i>

[ options ] : personnaliser le traitement

<b>-v</b>	Affiche à l'écran la progression de l'alignement.	<i>Exemple : -v</i>
<b>-e</b>	Considère que les images de départ ont été prises avec un fish-eye (par défaut, l'objectif utilisé est rectilinéaire)	<i>Exemple : -e</i>
<b>-t nb</b>	Supprime tous les points de contrôle qui ont une erreur plus grande que nb pixels d'écart (par défaut : 3)	<i>Exemple : -t 3</i>
<b>-f HFOV</b>	Angle de vue horizontal approximatif (HFOV) des images de départ. Le logiciel va lire les EXIF si la commande n'est pas entrée.	<i>Exemple : -f 40</i>
<b>-m</b>	Optimise l'angle de vue de toutes les images, exceptées la première. Utile pour aligner les piles d'images avec un zoom légèrement différent entre les images.	<i>Exemple : -m</i>
<b>-c num</b>	Nombre de points de contrôle créés entre deux images adjacentes (par défaut : 8)	<i>Exemple : -c 8</i>
<b>-l</b>	Suppose que les images de départ sont linéaires. Numérotation continue ?	<i>Exemple : -l</i>
<b>-s nb</b>	Divise la taille de l'image par 2^nb (par défaut : 1) La réduction de la taille des images améliore la vitesse de traitement, au détriment de la précision.	<i>Exemple : -s 2</i>
<b>-g gsize</b>	Découpe l'image en une grille rectangulaire (gsize x gsize), et tente de trouver des points de contrôle dans chaque zone découpée. (par défaut : 5, soit une grille de 5x5 = 25 zones)	<i>Exemple : -g 5</i>
<b>-h</b>	Affiche l'aide.	<i>Exemple : -h</i>

## V) « enfuse »

### 1) Rôle de « enfuse »

Voici l'étape essentielle du Focus Stacking : il faut fusionner les images parfaitement alignées, et ne garder que la partie nette de chaque image, pour créer une image entièrement nette. La démarche à suivre est sensiblement la même que pour l'alignement. On utilise une fenêtre du Terminal : on se place dans le dossier contenant les images alignées, puis on utilise la commande qui va indiquer où trouver « enfuse », et on précise quelques paramètres, ainsi que le nom du fichier de sortie.

### 2) Utilisation de « enfuse »

#### a) Se placer dans le bon dossier

De la même façon que pour « align\_image\_stack », on se place dans le dossier contenant les images alignées précédemment, avant de les fusionner. Si vous avez travaillé dans le dossier « test\_stacking » placé sur le bureau, alors la commande pour se placer dans ce dossier est inchangée, à savoir :

<code>cd Desktop/test_stacking/</code>		
<code>cd</code>	<code>Desktop/</code>	<code>test_stacking/</code>
Change de dossier	Dossier Desktop	Dossier test_stacking

Tapez la commande « ls », et vérifiez qu'apparaissent toutes les images alignées.

#### b) Fusionner les images

Pour fusionner toutes les images pré-alignées, il va falloir indiquer deux choses dans le Terminal :

- Où se trouve le logiciel « enfuse » dans l'ordinateur
- Quelques paramètres de fusion

##### i) Emplacement de « enfuse »

On a déjà recherché à la page 9 l'emplacement exact de « enfuse ». Il est situé ici :

[/Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\ 2011.0.0.app/Contents/MacOS/](#)

##### ii) Paramètres de « enfuse »

Voici les paramètres qu'on va indiquer à enfuse (Si vous êtes vraiment perdus, vous n'avez pas besoin de les comprendre, contentez-vous de recopier la ligne de code un peu plus bas !)

*	<code>-o resultat.tif</code>	Nom de l'image finale.
*	<code>--exposure-weight=nb</code>	Exposition, essayez 0
*	<code>--saturation-weight=nb</code>	Saturation, essayez 0.1
*	<code>--contrast-weight=nb</code>	Contraste, essayez 1
	<code>--hard-mask</code>	Améliore considérablement la netteté des piles d'images.
*	<code>temp*.tif</code>	Nom des images de départ

Les lignes où une étoile « \* » est inscrite indique que l'utilisateur peut modifier les paramètres : soit le nom des fichiers temporaires, soit un nombre, soit le nom des images de départ.

Dans l'ordre, on obtient la ligne de commande :

```
-o resultat.tif --exposure-weight=0 --saturation-weight=0.1 --contrast-weight=1 --hard-mask temp*.tif
```

### iii) Ligne de commande globale

Il reste à regrouper, avant d'écrire dans le Terminal :

- la commande indiquant où trouver « **enfuse** »,
- rajouter le nom du programme à exécuter « **enfuse** »,
- indiquer quels paramètres utiliser « **-o resultat.tif --exposure-weight=0 --saturation-weight=0.1 --contrast-weight=1 --hard-mask temp\*.tif** »,
- taper sur « **entrée** »,
- laisser travailler l'ordinateur !

Voici la commande globale :

```
/Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\ 2011.0.0.app/Contents/MacOS/enfuse  
-o resultat.tif --exposure-weight=0 --saturation-weight=0.1 --contrast-weight=1 --hard-mask temp*.tif
```

Enfuse va créer une image unique de sortie (appelée ici **resultat.tif**), avec l'extension tif. Cette image regroupe toutes les zones nettes des images temporaires (appelées ici **temp\*.tif**). C'est terminé !

*Nous verrons un peu plus loin comment regrouper les commandes de « `align_image_stack` » et de « `enfuse` » en une seule ligne de commande. Ainsi, il suffit de lancer la commande et de laisser travailler l'ordinateur. Une fois qu'il aura terminé, vous aurez dans votre dossier initial toutes les images alignées, ainsi que l'image finale complètement nette !*

### 3) Tous les paramètres disponibles de « enfuse »

Si vous souhaitez personnaliser la commande, ou effectuer des opérations particulières, voici la liste complète des options disponibles pour « enfuse » :

Utilisation en ligne de commande : Il faut tout d'abord indiquer où trouver « enfuse », puis les options, et enfin les images de départ :

répertoire/enfuse [options] images de départ

#### Les [ options ] disponibles :

[ options ] : mode opératoire

<a href="#">-h</a>	Affiche l'aide
<a href="#">-l nb</a>	Utilise ce nombre de niveaux pour la fusion en pyramide. Un petit nombre diminue la qualité, mais favorise la rapidité d'exécution, et abaisse la quantité de mémoire utilisée. La valeur par défaut utilise autant de niveaux que possible, étant donné la taille des images de départ.
<a href="#">-o output-file</a>	Spécifie le nom de l'image finale
<a href="#">-v</a>	Affiche à l'écran la progression de la fusion.
<a href="#">-w</a>	Effectue la fusion autour de la limite $-180^\circ$ / $+180^\circ$ . Utile pour les panoramas à $360^\circ$ .
<a href="#">--compression=COMP</a>	Comprime l'image finale. Les valeurs possibles pour COMP sont « NONE », « PACKBITS », « LZW » et « DEFALTE » pour les fichiers tiff, ou un nombre compris entre 0 et 100 pour les fichiers jpeg.

[ options ] : options étendues

<a href="#">-b kilobytes</a>	Taille du bloc pour le cache des images : quantité de données qu'enfuse déplace en une fois vers le disque. La valeur par défaut est 2 Mo.
<a href="#">-c</a>	Utilise le modèle de couleurs CIECAM02 pour fusionner les couleurs. Si aucun profil ICC n'est présent dans les fichiers TIFF, enfuse considère que l'image utilise l'espace colorimétrique sRGB.
<a href="#">-g</a>	Enfuse crée une image de sortie avec le jeu de balises alpha associé pour Gimp et Cinpaint.
<a href="#">-f WIDTH x HEIGHT + x0 + y0</a>	Taille et position de sortie manuels. Ceci est utile quand les images de départ sont des fichiers TIFF recadrés.
<a href="#">-m megabytes</a>	Spécifie la taille du cache de l'image d'enfuse. La valeur par défaut est 1Go.



<code>--wExposure=W</code>	Etablit le poids relatif pour le critère de bonne exposition. Augmenter ce poids par rapport aux autres fera accroître la contribution des pixels bien exposés dans le résultat final.
<code>--wSaturation=W</code>	Etablit le poids relatif pour le critère de forte saturation. Augmenter ce poids par rapport aux autres fera accroître la contribution des pixels fortement saturés dans le résultat final.
<code>--wContrast=W</code>	Etablit le poids relatif pour le critère de fort contraste. Augmenter ce poids fera accroître la contribution dans le résultat final des pixels ayant un voisinage coloré différemment. Particulièrement utile pour les empilages de mises au point.
<code>--wMu=mu</code>	Pour le critère de bonne exposition seulement, utilise une fonction gaussienne du poids (de 0 à 1). La valeur par défaut est 0.5. Ceci déplace le sommet de la courbe vers les extrémités plus claires ou plus foncées de l'histogramme. Une valeur importante récupère plus de pixels clairs sur les images sources, une valeur plus faible, plus de foncés.
<code>--wSigma=sigma</code>	Pour le critère de bonne exposition seulement, déviation standard de la fonction gaussienne du poids (à partir de 0). La valeur par défaut est 2. Une valeur importante provoque une courbe plus large et davantage de pixels sont pris sur une image particulière (possibilité d'y inclure les images sur ou sous exposées). Une valeur plus faible provoque une courbe plus étroite et moins de pixels sont pris, pouvant créer un effet de bandes.
<code>--HardMask</code>	Impose des masques de fusion à fort contraste (NdT : <i>hard</i> traduit par <i>fort contraste</i> dans <i>Force hard blend masks on the finest scale</i> ) sur l'échelle la plus fine. Ceci évite de flouter les fins détails (seulement), au prix d'un accroissement du bruit. Ceci améliore considérablement le piqué des empilages de mises au point.

<code>--ContrastWindowSize= s</code>	Taille de la fenêtre pour l'analyse du contraste local. Les valeurs supérieures à 5 peuvent provoquer une augmentation du temps de calcul. Les valeurs entre 3 et 7 ont donné de bons résultats sur les empilages de mises au point. L'impact sur la qualité du résultat n'est pas facile à déterminer.
<code>--GrayProjector= OPERATOR</code>	Applique la projection en échelle de gris OPERATOR, où OPERATOR est l'un de : "average", "l-star", "lightness", "value", "luminance", ou "channel-mixer : RED - WEIGHT : GREEN - WEIGHT : BLUE - WEIGHT". Par défaut : "average"
<code>--EdgeScale= EDGESCALE[:LCESCALE[:LCEFACTOR]]</code>	LCESCALE[:LCEFACTOR]] : Echelle sur laquelle regarder les bords. LCESCALE positif bascule sur l'amélioration du contraste local par LCEFACTOR (EDGESCALE, LCESCALE, LCEFACTOR >= 0). Ajouter "%" à LCESCALE pour les valeurs relatives à EDGESCALE; Ajouter "%" à LCEFACTOR pour les valeurs relatives. Par défaut : 0:0:0
<code>--MinCurvature= CURVATURE</code>	Pour qualifier la CURVATURE minimum (NdT le terme français pour courbure semble être sabrage) d'un bord. Ajouter "%" pour les valeurs relatives. Par défaut : 0.
<code>--debug</code>	Images intermédiaires en sortie pour le débogage.

## VI) Plus simple !

Comme annoncé précédemment, on peut regrouper les deux instructions, afin de laisser l'ordinateur travailler. La commande « **&&** » permet de regrouper deux instructions dans le Terminal.

Exemple :  
*instruction1 && instruction2*

L'instruction n°2 ne sera exécutée que lorsque la n°1 sera complètement terminée.

Dans notre exemple de Focus Stacking :

instruction1 : aligner les images, soit la ligne de commande :

```
/Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\ 2011.0.0.app/Contents/MacOS/align_image_stack  
-v -a temp -t 3 -m -i -C -g 7 -s 4 DSC_9*.JPG
```

instruction2 : fusionner les images, soit la ligne de commande :

```
/Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\ 2011.0.0.app/Contents/MacOS/enfuse  
-o resultat.tif --exposure-weight=0 --saturation-weight=0.1 --contrast-weight=1 --hard-mask temp*.tif
```

Voici donc la ligne de commande globale, regroupant les deux instructions :

```
/Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\  
2011.0.0.app/Contents/MacOS/align_image_stack -v -a temp -t 3 -m -i -C -g 7 -s 4  
DSC_9*.JPG && /Applications/Hugin\ 2011.0.0/Hugin\  
2011.0.0.app/Contents/MacOS/enfuse -o resultat.tif --exposure-weight=0  
--saturation-weight=0.1 --contrast-weight=1 --hard-mask temp*.tif
```

*Vous pouvez copier et coller cette instruction directement dans le Terminal.*

### Remarques :

**&&** : Permet de regrouper les deux commandes.

**temp** : Les images temporaires : veillez à bien inscrire deux fois le même nom. Lors de la première commande, l'ordinateur crée les images, et s'en sert dans la deuxième commande. Deux noms différents, et la deuxième commande est perdue, car elle cherche des fichiers d'existant pas !

**resultat.tif** : Le nom de votre image finale.

## **Annexe : Liste des tutoriels disponibles :**

### **1) Découverte du logiciel Hugin**

Disponible sur [cette page](#).

*Difficulté:* 1 / 6



*Détails :* Découverte du logiciel Hugin, première approche des différentes fonctionnalités.

### **2) Réalisation du premier panorama avec Hugin**

Disponible sur [cette page](#).

*Difficulté:* 2 / 6



Un dossier [compressé est disponible ici](#) (10,7 Mo), regroupant toutes les images nécessaires à la réalisation du premier panorama, ainsi que le projet Hugin final.

*Détails :* Réalisation pratique d'un panorama, toutes les étapes sont détaillées et documentées.

### **3) Focus Stacking avec « align\_image\_stack » et « enfuse »**

Disponible sur [cette page](#).

*Difficulté:* 6 / 6



*Détails :* Comment réaliser une image en macro, avec une forte profondeur de champ, sous mac : Le stacking.

### **4) Focus Stacking avec Hugin**

Disponible sur [cette page](#).

*Difficulté:* 4 / 6



*Détails :* Comment réaliser une image en macro, avec une forte profondeur de champ : Le stacking.