

Tutoriel n°4



Focus Stacking avec *Hugin*



difficulté : 4 / 6

Réalisé avec : **OOo 3.2.1**

Rédaction : **Juin 2011**

Plate-forme / OS : **Tous**

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</u>	<u>7</u>
<u>1) « align_image_stack » et « enfuse »</u>	<u>7</u>
<u>2) Il ne sert à rien de cliquer !</u>	<u>7</u>
<u>V) Focus Stacking avec Hugin</u>	<u>8</u>
<u>1) Rôle de « align_image_stack »</u>	<u>8</u>
<u>2) Utilisation de « align_image_stack »</u>	<u>8</u>
<u>3) Recherche des points de contrôle</u>	<u>9</u>
<u>4) Recadrage de l'image</u>	<u>9</u>
<u>5) Assemblage</u>	<u>9</u>
<u>VI) Tous les paramètres de « align_image_stack »</u>	<u>10</u>
<u>VII) Tous les paramètres de « enfuse »</u>	<u>11</u>
<u>Annexe : Liste des tutoriels disponibles :</u>	<u>13</u>
<u>1) Découverte du logiciel Hugin</u>	<u>13</u>
<u>2) Réalisation du premier panorama avec Hugin</u>	<u>13</u>
<u>3) Focus Stacking : ligne de commande avec « align_image_stack » et « enfuse »</u>	<u>13</u>
<u>4) Focus Stacking avec Hugin</u>	<u>13</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.



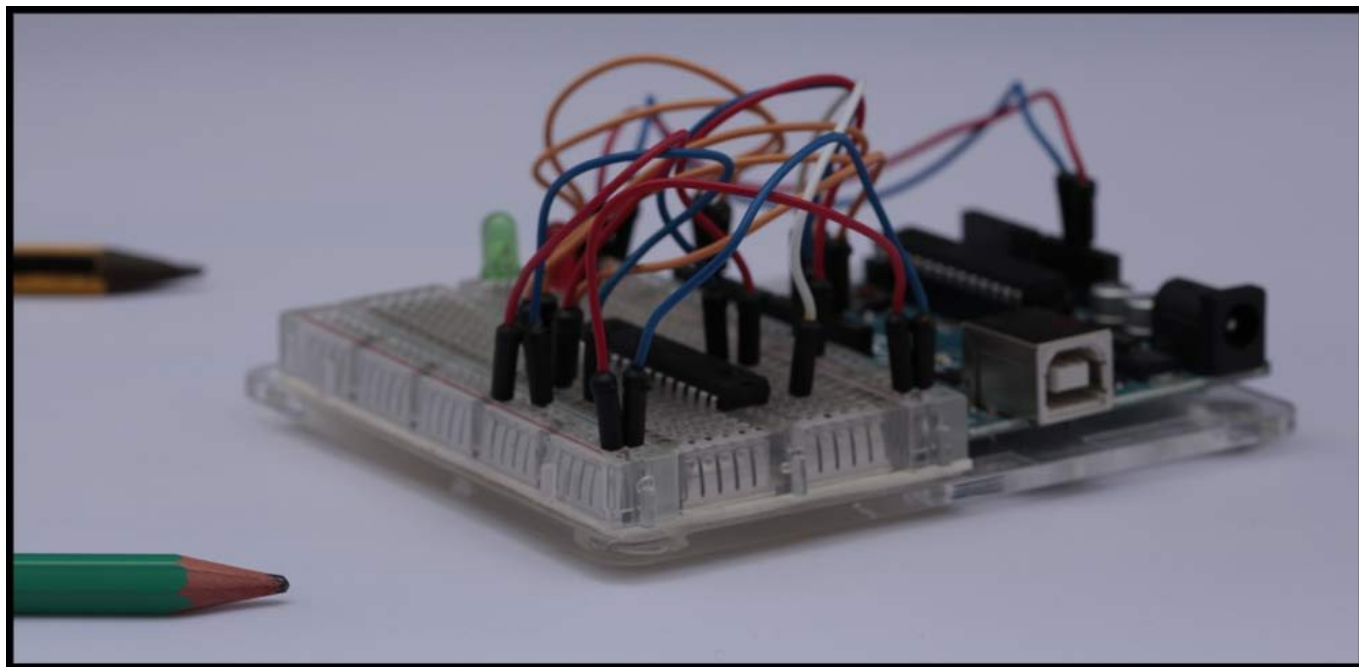
© SELME Mathieu

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^e 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*)

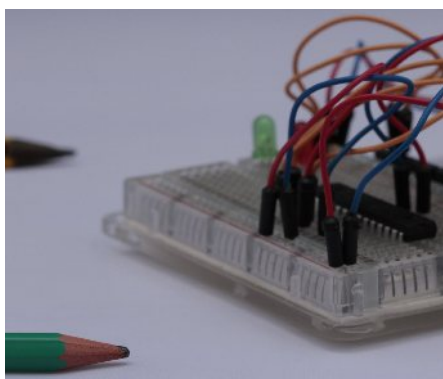


Image n°3

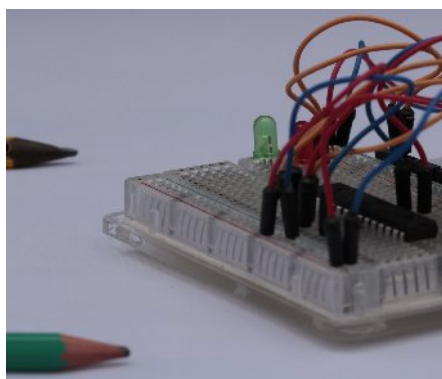


Image n°40

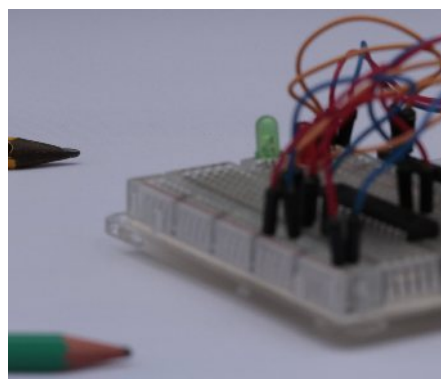
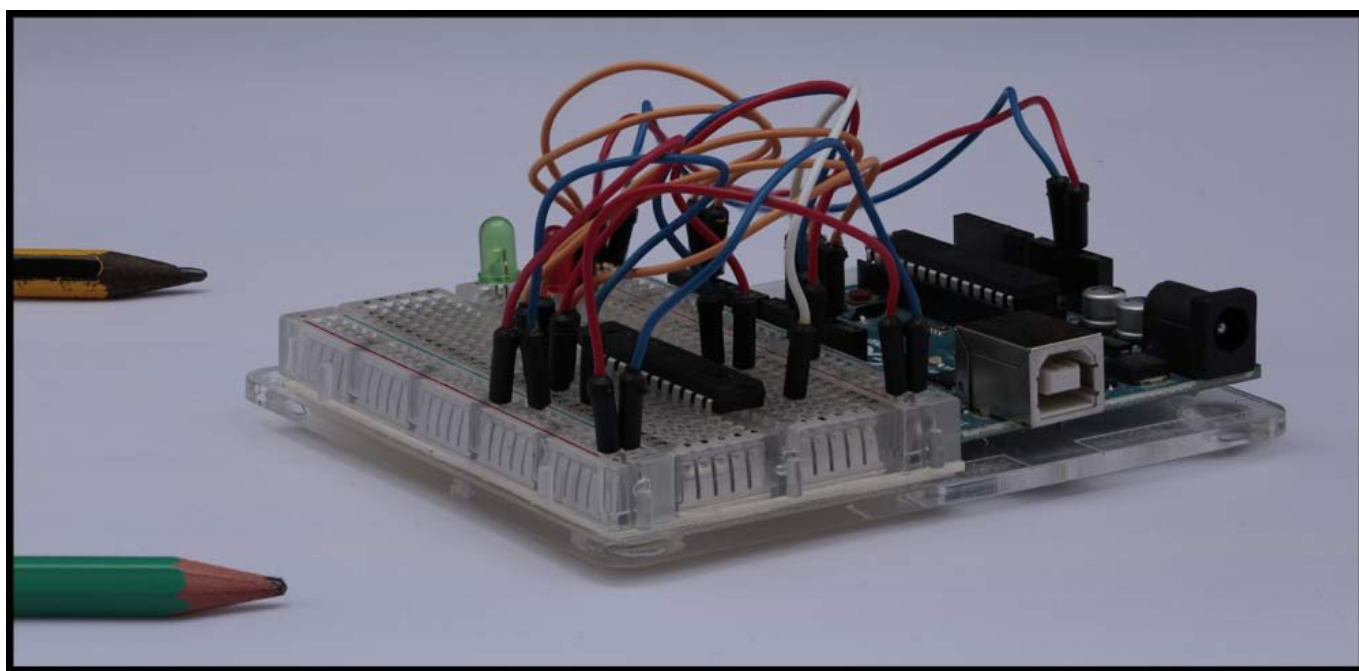


Image n°74

(*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.

[Un premier tutoriel](#) a été rédigé, utilisant les outils « [align_image_stack](#) » et « [enfuse](#) », tous deux fournis dans le package d'Hugin. Il faut pour cela utiliser le « Terminal », ou « Invite de commande », et entrer les lignes de code. Cela fonctionne, mais pourra rebuter certains utilisateurs peut familier avec cette fenêtre de commande !

Dans ce tutoriel, je vais expliquer la méthode à suivre pour obtenir les mêmes résultats, mais sans ouvrir le « Terminal », juste en utilisant le logiciel Hugin.

IV) Prérequis

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 l'assemblage.

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

2) Il ne sert à rien de cliquer !

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 « Terminal », en ligne de commande ([premier tutoriel](#)) soit via le logiciel « Hugin », l'objet de ce tutoriel !

V) Focus Stacking avec Hugin

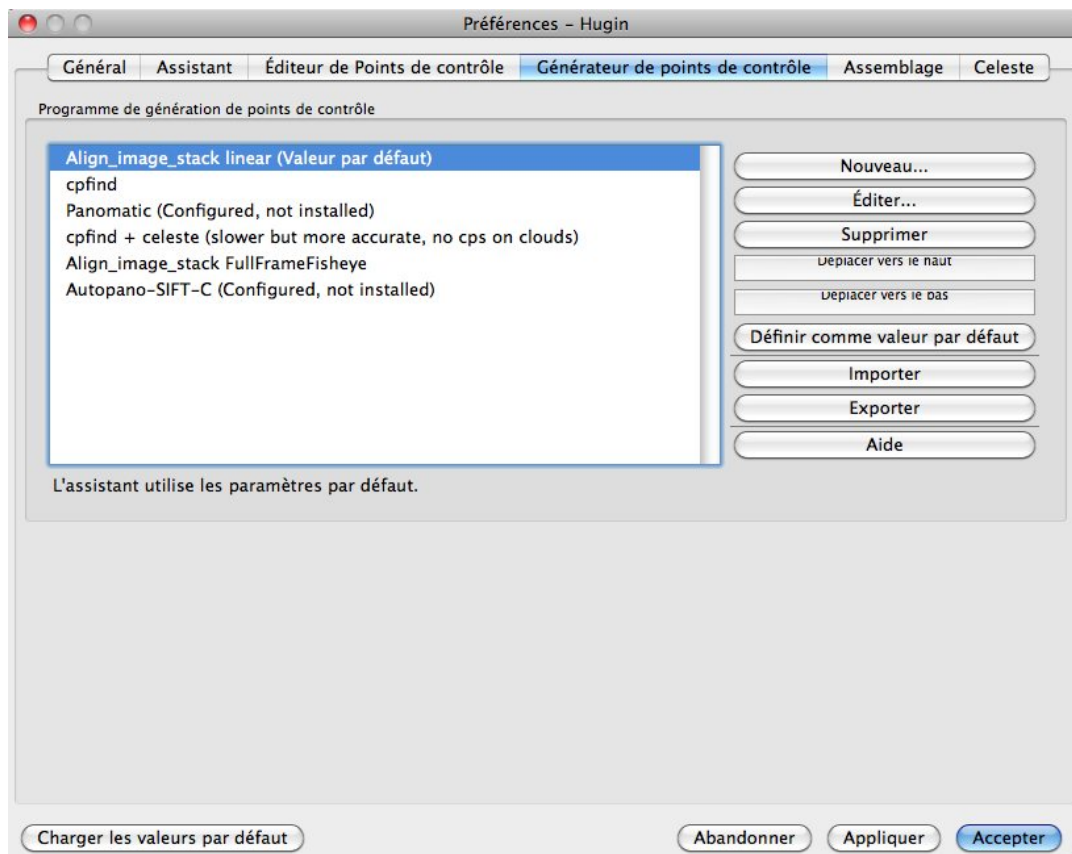
1) Rôle de « align_image_stack »

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^{ère} et la 2^o image, puis entre la 2^o et la 3^o, puis entre la 3^o et la 4^o, et ainsi de suite.

2) Utilisation de « align_image_stack »

Il faut indiquer à Hugin quel générateur de points de contrôle utiliser. Pour cela, rendez-vous dans les préférences du logiciel, puis dans l'onglet « Générateur de points de contrôle »



Vous devez avoir, dans la liste des programmes de génération de points de contrôle, « Align_image_stack », ou peut-être « Align_image_stack linear ». Cliquez une fois dessus, il est surligné de couleur, puis cliquez sur « déplacer vers le haut », jusqu'à ce qu'il se trouve en première position. A ce moment là, cliquez sur « Définir comme valeur par défaut ».

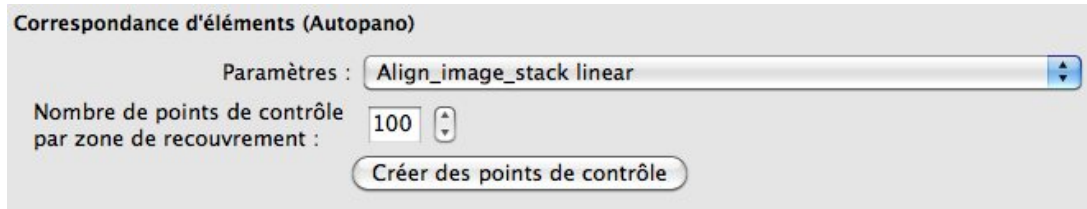
Lors de la recherche de points de contrôle, c'est donc ce petit programme qui se lancera par défaut.

Pensez à redéfinir « cpcfind » comme valeur par défaut pour l'assemblage de vos prochains panoramas sphériques, une fois cet assemblage terminé...

3) Recherche des points de contrôle

Fermez la fenêtre des préférences, et revenez à la fenêtre principale d'Hugin. Chargez toutes les images du projet (pensez à sauvegarder le projet), et rendez-vous dans le deuxième onglet, intitulé « Images ».

Tout en bas à gauche, vérifiez bien que c'est « Align_image_stack » qui est pré-choisi, puis cliquez sur « créer des points de contrôle » :



Une fenêtre s'ouvre, indiquant que le logiciel travaille à la détection des points de contrôle. Attendez que le logiciel Hugin vous rende la main.

Faites une optimisation (ctrl + t ou pomme + t), vérifiez qu'il n'y a pas de couple de points aberrants...

4) Recadrage de l'image

Si vous ouvrez la fenêtre de « l'aperçu rapide du panorama », vous vous rendez compte que vos images sont toutes petites au milieu de l'écran, et qu'elles n'occupent pas tout l'espace disponible. Pour cela, rendez-vous dans l'onglet « Recadrer ».

Approchez la souris de l'image, et vous devez voir apparaître des rectangles gris. Ils vont vous permettre de définir la zone utile. Déplacez ces rectangles à votre guise.

Vous pouvez aussi cliquer sur « Recadrage automatique », le résultat sera le même.

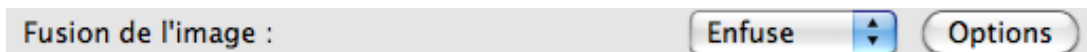
5) Assemblage

Procédons maintenant à l'assemblage des images. Ici, ce sera une fusion entre les images de départ qui sera effectuée.

- Cliquez sur « Calculer la taille optimale », afin d'avoir l'image finale de la même taille que les images de départ. Laissez les valeurs de « recadrage » telles quelles, car vous venez de les définir juste avant...

- Ensuite, cochez uniquement la case : **Fusionné en exposition à partir d'ensembles**

- Puis, cliquez sur les options d'Enfuse, et inscrivez cette ligne de commande :



```
--exposure-weight=0 --saturation-weight=0.1 --contrast-weight=1 --hard-mask
```

- Enfin, cliquez sur « Assembler » pour créer l'image finale ! Patientez quelques minutes, et vous aurez dans votre dossier initial (celui contenant les images de départ) votre image nette partout... A vous de jouer avec les différents paramètres pour avoir l'image parfaite !

VI) Tous les paramètres 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 » :

Les [options] disponibles :

[options] : mode opératoire

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

[options] : personnaliser le traitement

-v	Affiche à l'écran la progression de l'alignement.	Exemple : -v
-e	Considère que les images de départ ont été prises avec un fish-eye (par défaut, l'objectif utilisé est rectilinéaire)	Exemple : -e
-t nb	Supprime tous les points de contrôle qui ont une erreur plus grande que nb pixels d'écart (par défaut : 3)	Exemple : -t 3
-f HFOV	Angle de vue horizontal approximatif (HFOV) des images de départ. Le logiciel va lire les EXIF si la commande n'est pas entrée.	Exemple : -f 40
-m	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.	Exemple : -m
-c num	Nombre de points de contrôle créés entre deux images adjacentes (par défaut : 8)	Exemple : -c 8
-l	Suppose que les images de départ sont linéaires. Numérotation continue ?	Exemple : -l
-s nb	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.	Exemple : -s 2
-g gsize	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)	Exemple : -g 5
-h	Affiche l'aide.	Exemple : -h

VII) Tous les paramètres de « enfuse »

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

Les [options] disponibles :

[options] : mode opératoire

<code>-h</code>	Affiche l'aide
<code>-l nb</code>	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.
<code>-o output-file</code>	Spécifie le nom de l'image finale
<code>-v</code>	Affiche à l'écran la progression de la fusion.
<code>-w</code>	Effectue la fusion autour de la limite $-180^\circ / +180^\circ$. Utile pour les panoramas à 360° .
<code>--compression=COMP</code>	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

<code>-b kilobytes</code>	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.
<code>-c</code>	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.
<code>-g</code>	Enfuse crée une image de sortie avec le jeu de balises alpha associé pour Gimp et Cinepaint.
<code>-f WIDTH x HEIGHT + x0 + y0</code>	Taille et position de sortie manuels. Ceci est utile quand les images de départ sont des fichiers TIFF recadrés.
<code>-m megabytes</code>	Spécifie la taille du cache de l'image d'enfuse. La valeur par défaut est 1Go.

[options] : fusion

W est un nombre compris entre 0 (poids nul) et 1 (poids max)

<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.

[options] : expert

<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.

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 : ligne de commande 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.