

# INTERFACEMICMAC

## DOCUMENTATION UTILISATEUR

Isabelle CLÉRY

Institut Géographique National, Laboratoire MATIS  
73, avenue de Paris, 94165 Saint Mandé, France

Université Paris-Est  
isabelle.clery@ign.fr

## Sommaire

I PRÉSENTATION DE L'INTERFACE.....	3
1. Important.....	3
2. Principe.....	3
II INSTALLATION.....	3
1. L'interface.....	4
2. Exécutables associés.....	4
3. Bibliothèques et autres binaires nécessaires.....	5
III UTILISATION DE L'INTERFACE.....	5
1. Démarrage.....	5
a. Menus de l'interface.....	5
b. Fenêtre principale et lancement de l'interface.....	6
c. Réglage des paramètres globaux de l'interface.....	7
2. Importer des images.....	8
3. Rechercher des points homologues.....	8
a. Ajouter les calibrations (étalonnages) de la caméra.....	9
b. Définir le type de chantier.....	11
c. Sélectionner les couples d'images.....	11
d. Saisir les autres paramètres.....	13
e. Lancement du calcul.....	14
f. Résultats du calcul.....	14
g. Messages d'erreur fréquents.....	14
4. Calculer les orientations (aérotriangulation).....	15
a. Sélectionner les images à orienter.....	16
b. Spécifier l'image maîtresse.....	17
c. Orientation absolue du chantier.....	18
d. Orientation initiale.....	23
e. Auto-calibration préalable.....	24
f. Calcul multi-échelle.....	25
g. Dissociation des calibrations.....	26
h. Autres options des points homologues.....	27
i. Lancement du calcul.....	27
j. Résultats du calcul.....	28
k. Si le calcul ne converge pas.....	28
5. Calculer des cartes de profondeur.....	29
a. Liste des cartes.....	30
b. Images de corrélation.....	30
c. Repère de corrélation.....	33
d. Masque.....	34

e. Orthoimages.....	36
f. Paramètres de profondeur.....	36
g. Validation des paramètres.....	37
h. Lancement du calcul.....	37
e. Résultats du calcul.....	38
<b>6. Utilisation de l'outil de dessin du masque.....</b>	<b>39</b>
a. Masque automatique.....	40
b. Masque manuel.....	40
<b>7. Enregistrer le calcul - Ouvrir et reprendre un calcul précédent.....</b>	<b>42</b>
<b>8. Visualisation des résultats.....</b>	<b>42</b>
a. Affichage des points homologues.....	42
b. Vue du chantier en 3D.....	44
c. Vue des nuages de points.....	47
<b>9. Conversion des cartes de profondeur au format tif 8 bits.....</b>	<b>48</b>
<b>10. Conversion des cartes de profondeur en nuages 3D.....</b>	<b>50</b>
<b>11. Calcul des orthoimages mosaïquées.....</b>	<b>52</b>
<b>IV Contact.....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXE ACQUISITION DES DONNÉES.....</b>	<b>53</b>
<b>1 Réglages.....</b>	<b>53</b>
<b>2 Protocole de prise de vue.....</b>	<b>53</b>
a. Prise de vue convergente.....	54
A Prise de vue pour une carte de profondeur.....	54
B Prise de vue pour relier les cartes de profondeur.....	55
b. Prise de vue parallèle.....	56
c. Auto-calibration.....	57

# I PRÉSENTATION DE L'INTERFACE

## 1. Important

L'interface est entièrement open source.

Pour toute question concernant l'acquisition des données, l'installation et l'utilisation de l'interface, les résultats obtenus, vous pouvez envoyer un e-mail à [isabelle.clery@ign.fr](mailto:isabelle.clery@ign.fr).

Pour toute utilisation (en phase de test ou en production), merci d'envoyer un e-mail à la même adresse afin de me donner un aperçu des utilisations, du nombre de personnes utilisant l'interface, de recentrer les fonctionnalités sur les applications effectives ou souhaitées, et de corriger les bugs.

Pour toute publication intégrant l'interface, veuillez citer le laboratoire MATIS (IGN, Laboratoire MATIS, 73, avenue de Paris, 94165 Saint Mandé, <http://recherche.ign.fr/labos/matis/accueilMATIS.php>).

## 2. Principe

InterfaceMicmac est une interface pour un ensemble de programmes du laboratoire MATIS permettant de traiter des chantiers photogrammétriques.

Elle permet d'effectuer l'intégralité du traitement d'un chantier de base de manière simplifiée et totalement graphique, dont:

- l'extraction des points homologues de couples d'images (outil Pastis)
- l'estimation des poses de la caméra (outil Apero)
- la création de cartes de profondeur et d'orthoimages (outil MicMac), pouvant être converties en nuages de points 3D texturés, orthoimages mosaïquée ou cartes de profondeur ombrées.

Du fait de la simplification des paramètres certains chantiers ne pourront pas être traités via l'interface.

Dans ce cas, les différents outils sont accessibles à cette adresse :

<http://www.micmac.ign.fr/svn/micmac/> (la documentation se trouve dans le dossier : Documentation/DocMicMac/DocMicMac.pdf).

L'interface est un logiciel gratuit, open-source, fonctionnant sous Linux et Mac, ne nécessitant pas de connexion Internet pour son utilisation et pouvant être téléchargée sous forme de fichier zip ou par svn.

# II INSTALLATION

Pour installer l'interface, il suffit de télécharger le fichier zip correspondant à votre OS à partir du dossier [http://www.micmac.ign.fr/svn/micmac\\_data/trunk/DocInterface/](http://www.micmac.ign.fr/svn/micmac_data/trunk/DocInterface/) : Linux32bits.zip, Linux64bits.zip ou Mac.zip.

Le contenu du dossier téléchargé est détaillé ci-dessous.

L'interface doit toujours être lancée via une console d'erreur afin de pouvoir y lire les erreurs. De plus l'interface doit avoir les droits du dossier parent de celui de la console.

Pour lancer l'interface, double-cliquer sur le fichier lanceur puis sélectionner « lancer dans un terminal ». Pour y accéder depuis un autre dossier, copier le fichier lanceur, l'ouvrir dans un éditeur

de texte, modifier la ligne « cd . » par « cd *dossierInterface* » et taper dans le terminal « chmod +x *nouveauDossier/lanceur* ».

Il faut éviter au maximum les accents, espaces et caractères spéciaux (« - » et « \_ » ne posent pas de problème) dans les noms des dossiers (chemins complets), même si les espaces et certains caractères spéciaux sont (normalement) gérés.

## 1. L'interface

Elle comprend :

- le fichier exécutable interfaceMicmac,
- la documentation doc.pdf,
- les bases de données (BDCamera.xml, répertoire xml),
- les fichiers d'aide en ligne (help.qhc et help.qch, répertoire help) et le programme assistant pour les lire (help/assistant),
- le programme tiff2rgba (répertoire lib/).
- le programme convert (répertoire lib/).

## 2. Exécutables associés

L'interface fait appel à un ensemble d'outils qui doivent avoir été installé dans un répertoire micmac/bin/ dont l'utilisateur a directement les droits.

Les exécutables utilisés sont :

- MyRename
- Devlop
- tiff\_info
- MapCmd
- ElDcraw
- MpDcraw
- Pastis
- test\_ISA0
- Bascule
- Tarama
- Apero
- MICMAC
- GrShade
- Nuage2Ply
- ScaleIm
- Porto.

Ainsi que deux autres programmes placés dans le dossier micmac/binaire-aux :

- siftpp\_tgi.LINUX (ou siftpp\_tgi.OSX pour Mac)

- ann\_mec\_filtre.LINUX (ou ann\_samplekey200filtre.OSX pour Mac)

### 3. Bibliothèques et autres binaires nécessaires

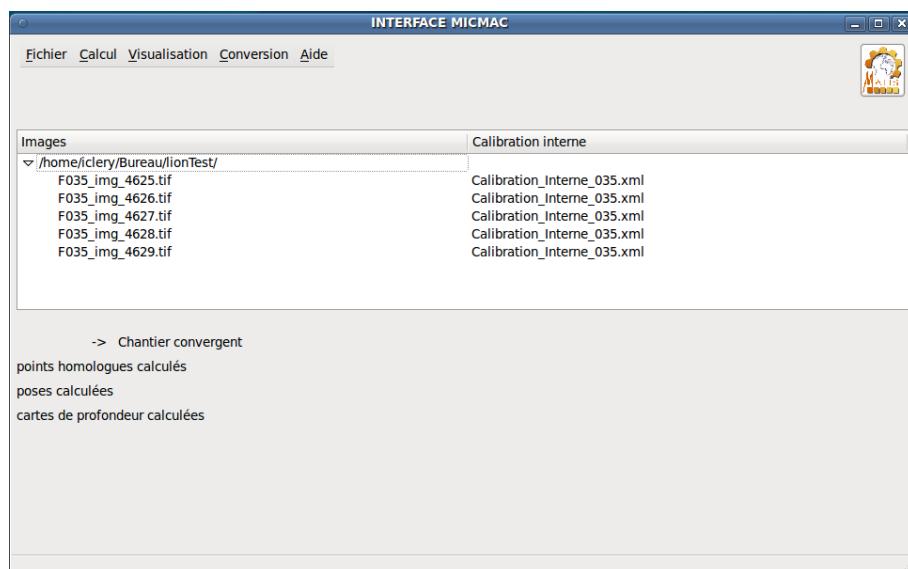
Les outils mv, sh et make (déjà installés par défaut pour Linux). Pour Mac, l'Apple Devloper doit être installé.

Il n'est plus nécessaire d'installer les librairies Qt, cependant selon les versions de Linux, il peut y avoir un problème de version avec la librairie libc. Dans ce cas il faut installer Qt et utiliser l'exécutable avec liens dynamiques (voir le fichier READ ME).

## III UTILISATION DE L'INTERFACE

### 1. Démarrage

L'interface ne nécessite pas de connexion Internet. Cependant, avant de l'utiliser sur le terrain, pensez à rechercher la taille du capteur ou la taille du pixel de l'appareil photo utilisé (voir partie Rechercher des points homologues), à vérifier que l'interface ne nécessite pas l'installation de Qt, et de manière générale à la tester intégralement sur un chantier type (protocole d'acquisition compris). N'hésitez pas à utiliser la « hotline » si vous avez des questions ou si vous rencontrez un bug.



#### a. Menus de l'interface

L'interface s'ouvre sur cette fenêtre principale. De là sont accessibles les menus suivants :

##### Gestion du chantier :

- **Fichier → Ouvrir un projet** : permet de recharger les paramètres d'un chantier dont le traitement a été commencé dans une session précédente et sauvegardé
- **Fichier → Importer des images** : permet de charger toutes les images du chantier ; c'est par là qu'il faut commencer
- **Fichier → Enregistrer et Fichier → Enregistrer sous** : enregistre tous les paramètres du chantier ainsi que l'avancement du traitement, ce qui permet de reprendre le calcul exactement
- **Fichier → Quitter**

## Traitement :

- **Calcul ->Points homologues** : conversion des images en images tif, création et import des calibrations initiales et recherche de points homologues entre les images ; c'est la première étape du traitement
- **Calcul → Poses** : aérotriangulation et réestimation des calibrations ; c'est la seconde étape du traitement
- **Calcul → Cartes de profondeur** : calcul des cartes de profondeur (c'est-à-dire d'images dont la troisième dimension est connue pour chaque pixel) ; c'est la troisième étape du calcul
- **Calcul → Reprendre** : reprend un calcul interrompu

## Visualisation des résultats pour chaque étape :

- **Visualisation → Vue des points homologues** : affiche les paires de points homologues par paire d'images
- **Visualisation → Vue du chantier** : affiche de manière dynamique et en 3D les caméras orientées et les points homologues obtenus
- **Visualisation → Vue des nuages de points** : affiche en 3D les cartes de profondeur sous forme de nuage de points

## Export des cartes de profondeur

- **Conversion → Cartes de profondeur 8 bits** : convertit les cartes de profondeur en images tif 8 bits représentant le modèle avec un ombrage et des couleurs hypsométriques
- **Conversion → Orthoimage** : convertit les cartes de profondeur en orthoimages mosaïquées avec gestion des parties cachées
- **Conversion → Modèles 3D** : convertit les cartes de profondeur en nuages de points au format \*.ply

## Aide et paramétrage global de l'interface

- **A propos** : présentation de l'interface
- **Aide** : accès à l'aide en ligne
- **Options** : réglage des paramètres de l'interface (voir ci-dessous)
- **Vérifier le calcul** : accessible uniquement pendant le calcul des cartes de profondeur, cette fenêtre permet de vérifier que le calcul se déroule bien afin de l'arrêter si ce n'est pas le cas
- **Nettoyage du dossier** : supprime du répertoire des données les fichiers inutiles ; utile surtout après le calcul des cartes de profondeur

### ***b. Fenêtre principale et lancement de l'interface***

La fenêtre principale indique à chaque étape l'avancement du calcul.

Les différentes étapes du calcul doivent être traitées successivement pour assurer la cohérence des données.

A chaque étape, le bouton  permet d'accéder à la rubrique de l'aide en ligne correspondant à l'étape du calcul en cours.

La plupart des paramètres demandés pour les calculs sont pré-remplis avec une valeur par défaut.



Sous Linux, le fichier exécutable doit être lancé à partir d'un répertoire dont l'utilisateur a directement les droits ainsi que ceux du répertoire parent, sinon un message d'erreur apparaît. L'utilisation du lanceur lanceurInterfaceMicmac résout ce problème.

Si l'invite de commande indique que l'utilisateur n'a pas les droits pour lancer le logiciel, sélectionner l'exécutable interfaceMicmac, faire clic droit, Propriétés, Permissions et cocher « Autoriser l'exécution du fichier comme un programme ». Vérifier de même que les autres binaires ont l'autorisation nécessaire.

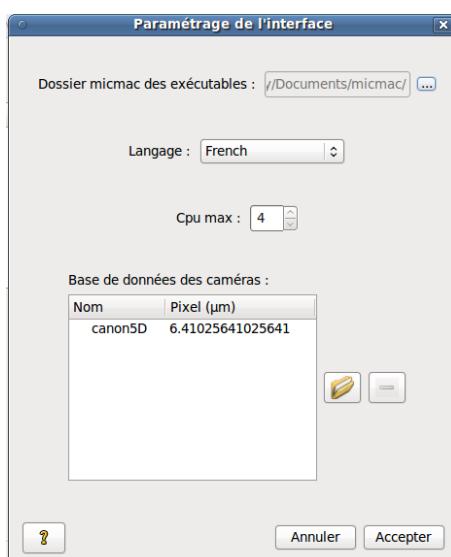


#### Note sur le répertoire des données :

- Toutes les données doivent se trouver dans le même répertoire.
- Les résultats et fichiers intermédiaires du calcul seront enregistrés dans ce même répertoire. Pensez donc à rassembler toutes ces données dans un répertoire à part pour que vos dossiers restent propres.
- Il faut éviter au maximum les accents, espaces et caractères spéciaux dans les noms des dossiers (chemins complets) et des fichiers (même si les espaces dans les dossiers et certains caractères spéciaux sont gérés).

### c. Réglage des paramètres globaux de l'interface

Il est possible de régler certains paramètres de l'interface via Aide → Options :



- Le répertoire micmac où sont regroupés les exécutables associés est recherché dans tout le système au premier démarrage de l'interface (le répertoire le plus proche est choisi) ; puis le chemin est enregistré dans les paramètres internes afin de ne pas réeffectuer cette recherche aux prochains démaragements. L'interface signale au passage à l'utilisateur s'il manque des exécutables dans le dossier micmac. Si le répertoire trouvé n'est pas le bon (le chemin est inscrit dans l'invite de commande au démarrage), cette fenêtre permet de spécifier le répertoire correct.
- L'interface peut être en Anglais ou en Français, la langue par défaut est celle du système (le Français si le système est dans une autre langue). L'aide en ligne n'a pas encore été traduite.
- Les calculs sont généralement effectués en parallèle avec plusieurs processeurs de la machine. Le nombre de processeurs utilisés est par défaut le nombre maximal de

processeurs reconnus ; mais il peut être utile d'en réserver un ou deux afin de conserver la main ou de lancer d'autres applications.

- Une base de données éditable permet de conserver en mémoire les tailles de pixel des caméras utilisées (voir partie Rechercher des points homologues). Elle est écrite dans le fichier xml/BDCamera.xml (qui est aussi éditable).

## 2. Importer des images

A partir de la fenêtre principale : **Fichier -> Importer des images**

Les images doivent être au format raw, jpg ou tif et peuvent être importées en plusieurs fois tant qu'aucun calcul n'a été effectué. Il est possible d'importer un mélange de ces différents formats.

La plupart des formats raw sont acceptés (y compris ceux ne figurant pas dans la liste de la fenêtre d'import) ; mais tous n'ont pas été testés.

 Certaines images jpg compressées ne peuvent être lues. Dans ce cas l'erreur « Les images n'ont pas pu être converties au format tif » apparaîtra (voir aussi de quelle image il s'agit dans la console). Dans ce cas, convertir les images au format tif à l'aide d'un autre logiciel (convert par exemple) puis importer ces images.

Les images tif sont ensuite renommées avec la focale lue dans les métadonnées (ce qui permet à l'interface de déterminer quelle calibration initiale leur associer). Si la focale n'est pas indiquée dans les métadonnées et que plusieurs calibrations sont possibles (voir **Rechercher des points homologues**), il faut renommer les images en incluant le nom de la focale.

Il n'est pas possible de calculer les calibrations de 2 objectifs distincts de même focale (hormis le cas de la modification de la mise au point d'un objectif, ce qui requiert le calcul de plusieurs calibrations différentes pour cet objectif mais se basant sur la même calibration initiale). Cela est dû au fait que les fichiers de calibration sont automatiquement associés aux images par comparaison de leur longueur focale. Si les images proviennent de plusieurs appareils photos, assurez-vous qu'elles n'ont pas été prises avec des objectifs de même focale.

Enfin, l'automatisme de l'exécution impose que les images aient toutes un nom différent (sans l'extension).

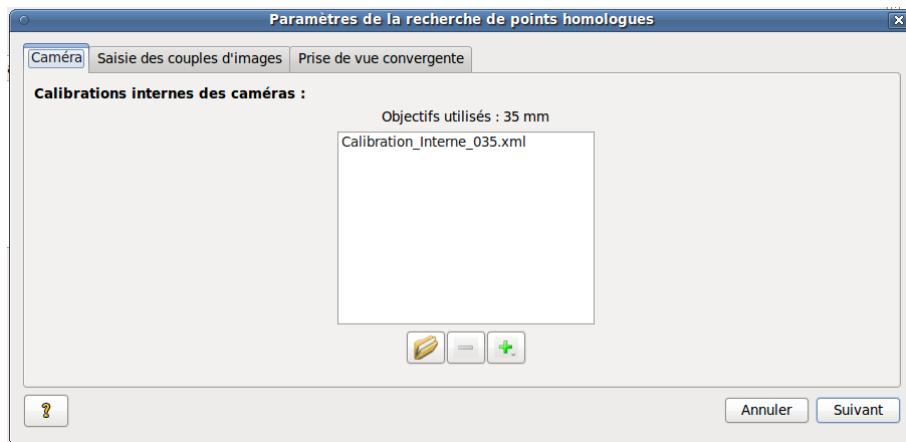
La liste des images est affichée dans la fenêtre principale et mise à jour à chaque étape du calcul.

## 3. Rechercher des points homologues

A partir de la fenêtre principale, après avoir importé des images : **Calcul -> Points homologues** ouvre une fenêtre secondaire permettant de saisir les paramètres du chantier.

Si des points ont déjà été calculés précédemment, ils seront effacés.

## a. Ajouter les calibrations (étalonnages) de la caméra



Pour chaque objectif utilisé, une calibration initiale est requise ; pour rappel la liste des objectifs reconnus est affichée au-dessus du cadre (ce sont les focales extraites des fichiers de métadonnées des images).

Si les calibrations sont définies dans des fichiers \*.xml, les importer avec le bouton .

Le format reconnu est le suivant :

```
<ExportAPERO>
  <CalibrationInternConique>
    <KnownConv>eConvApero_DistM2C</KnownConv>
    <PP>2795.98847336382187 1879.27298390805095</PP>
    <F>5589.63869908228298</F>
    <SzIm>5634 3754</SzIm>
    <CalibDistortion>
      <ModRad>
        <CDist>2781.29570412655767 1889.98979887786891</CDist>
        <CoeffDist>- 3.30498633578614097e- 09</CoeffDist>
        <CoeffDist>3.97829615349448931e- 16</CoeffDist>
        <CoeffDist>- 6.94597047759493191e- 23</CoeffDist>
        <CoeffDist>7.45724693290956314e- 30</CoeffDist>
        <CoeffDist>- 2.88246850479067714e- 37</CoeffDist>
      </ModRad>
    </CalibDistortion>
  </CalibrationInternConique>
</ExportAPERO>
```

où :

PP est le point principal,

F est la focale en pixel,

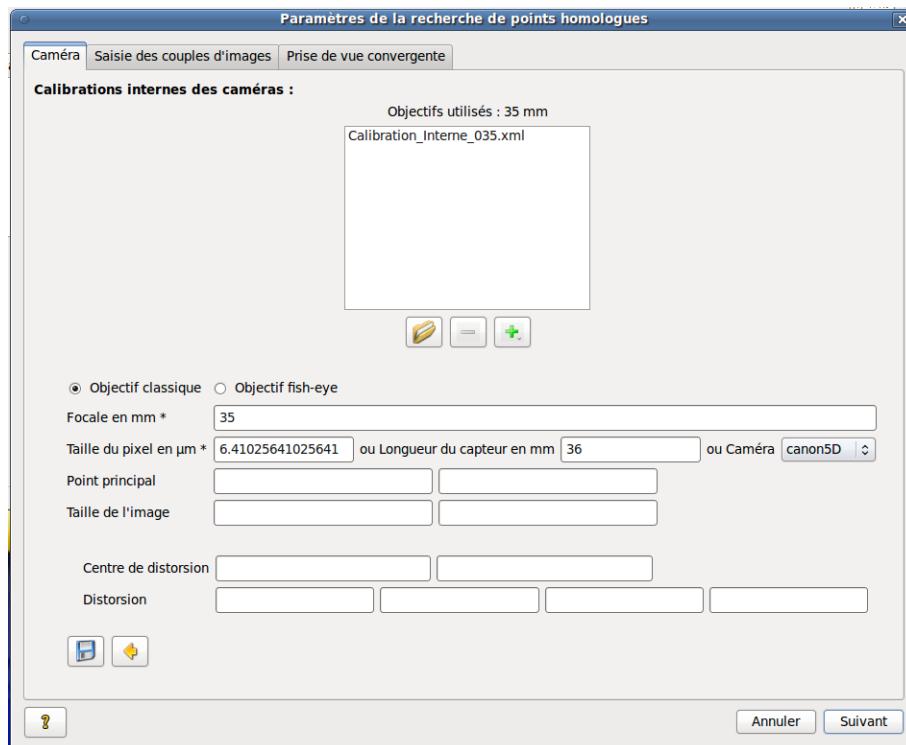
SzIm est la taille de l'image (largeur hauteur),

CDist est le centre de distorsion,

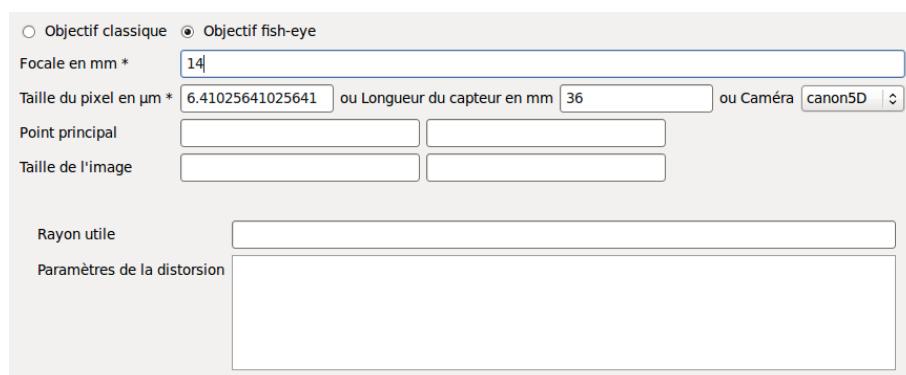
CoeffDist sont les coefficients de distorsion (r3, r5, r7 et r9).

Afin de traiter automatiquement les données, les fichiers de calibration doivent appartenir au répertoire des images importées et leur nom doit se terminer par la longueur focale en mm ; si ce n'est pas le cas, ils seront recopier dans ce répertoire.

Si les calibrations ne sont pas définies, les créer avec le bouton .



L'utilisateur peut créer une calibration pour un objectif fish-eye ou pour un objectif « classique ».



Seules la focale et la taille du pixel (ou la taille du capteur) sont des valeurs obligatoires.

La taille du capteur peut être trouvée dans le manuel de l'appareil photo ou bien sur le site Internet [www.dpreview.com/](http://www.dpreview.com/) qui recense la plupart des appareils photos du commerce (rubrique spécification, sélectionner le constructeur puis l'appareil photo ; la taille demandée est donnée par la plus grande longueur dans la ligne « sensor size »). L'interface calcule alors automatiquement la taille du pixel à partir de la taille du capteur.

Si la caméra est enregistrée dans la base de données des caméras (voir Options), il suffit de sélectionner la caméra pour obtenir la taille du pixel.

Ces deux paramètres permettent d'avoir d'une part la focale en mm afin d'associer automatiquement les images à la bonne calibration, et d'autre part de calculer la focale en pixel pour initialiser la calibration ; le pixel saisi peut donc être un pixel calculé pour avoir une focale équivalente.

Par défaut, la distorsion est nulle, les points principaux sont au centre de l'image et le rayon utile correspond à la diagonale de l'image. L'interface accepte la plupart des écritures de coefficients de distorsion.

Les paramètres facultatifs seront dans tous les cas (re)calculés lors de l'estimation des poses. Cependant il est recommandé d'avoir une calibration initiale assez fine pour les objectifs fish-eye afin de ne pas faire diverger le calcul.

Valider ensuite la nouvelle calibration interne avec le bouton (ou annuler avec le bouton ).

Les calibrations internes importées ou créées sont listées au-dessus du formulaire.

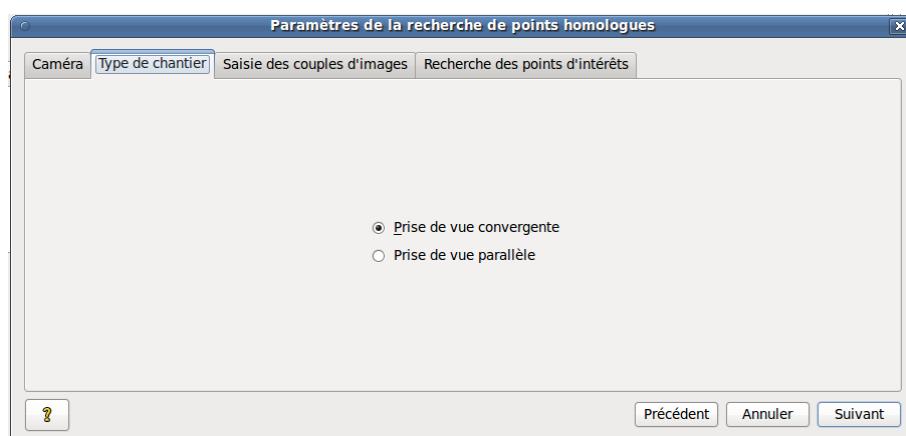
Les calibrations internes seront automatiquement associées aux images correspondantes, il est donc important de définir une calibration pour chaque objectif utilisé.

NB : L'interface ne prend pas en compte les images prises avec deux appareils différents de même longueur focale. Une méthode peut être de définir deux calibrations de focales différentes de 1 mm (afin de ne pas faire diverger le calcul) et de renommer les images avec la focale correspondant à la bonne calibration (afin d'associer les images à leurs calibrations).

Il est possible de supprimer une calibration de la liste avec le bouton .

Cliquer sur .

### b. Définir le type de chantier



Sélectionner le type de chantier :

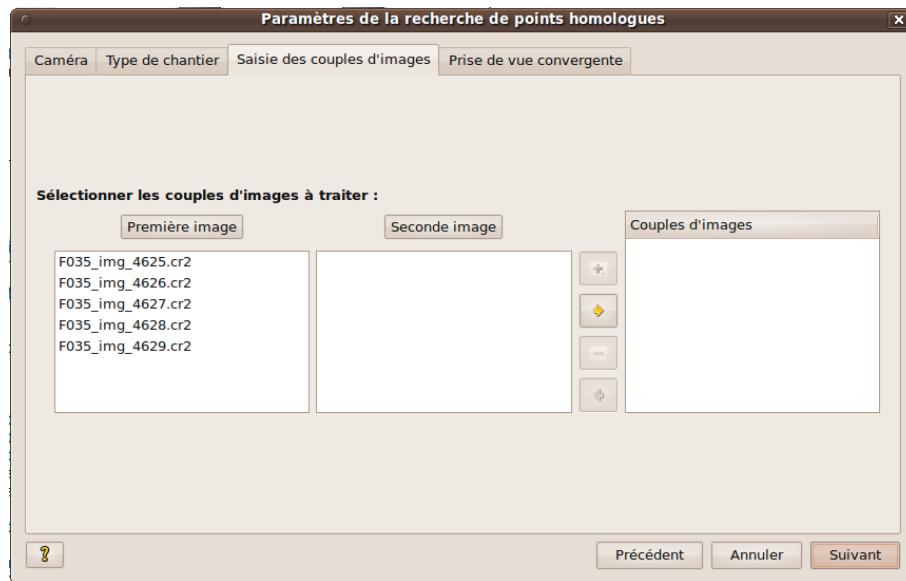
- **convergent** : toutes les prises de vue convergent vers le même point ;
- **parallèle** : toutes les prises de vues sont orientées dans la même direction.

Ce choix permet de simplifier la saisie des paramètres suivants.

Après sélection du type de chantier, cliquer sur .

### c. Sélectionner les couples d'images

Cet onglet apparaît dans le cas d'un chantier convergent. Dans le cas d'un chantier parallèle, il est difficile de saisir des couples d'images se recouvrant partiellement du fait des recouvrements intra-bandes ; tous les couples d'images sont alors sélectionnés.

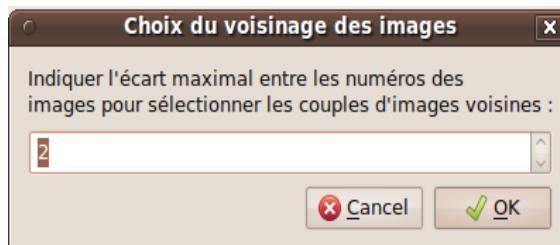


Sélectionner les couples d'images dans lesquels les points homologues seront cherchés.

Pour sélectionner tous les couples, cliquer sur le bouton

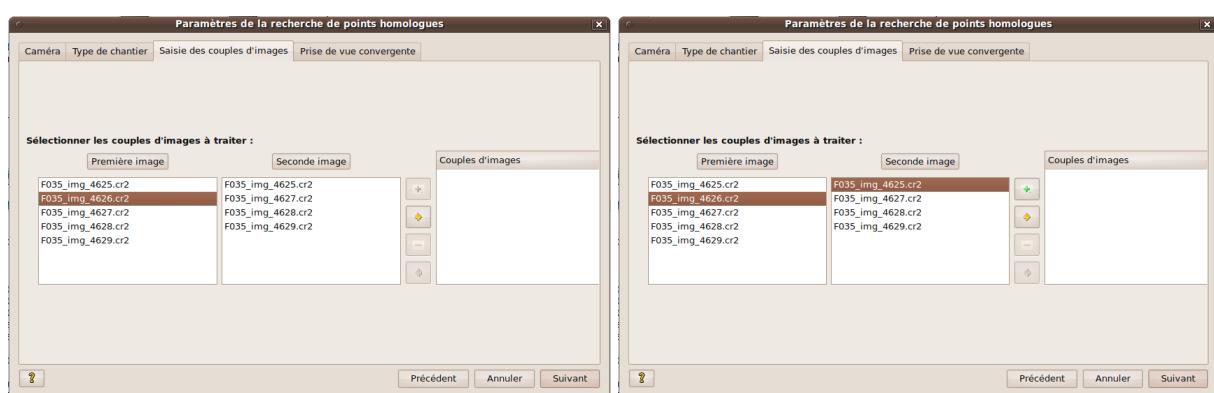
puis sélectionner « **Sélectionner tous les couples** ». Si le chantier comprend beaucoup d'images, il est déconseillé de sélectionner toutes les paires : le calcul pourrait être très long et l'ordinateur manquer de mémoire vive

Pour sélectionner tous les couples d'images voisines (cas notamment du tour complet d'un objet), cliquer sur le bouton , puis sélectionner « **Sélectionner les k plus proches couples** » :



Choisir combien d'images successives seront appariées avec chaque image puis cliquer sur **ok**.

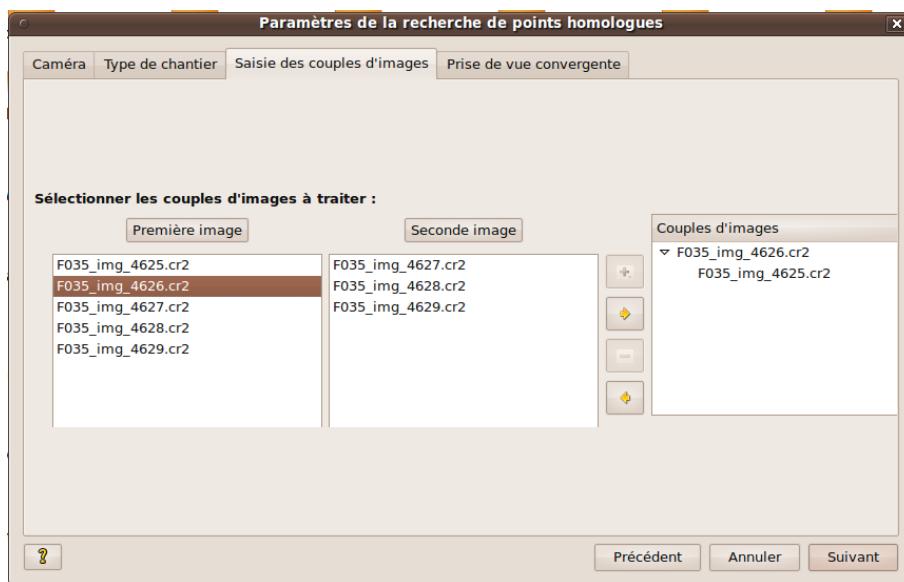
Selon la configuration du chantier, il peut être préférable de saisir les couples un à un :



- sélectionner la première image du couple dans la liste de gauche,
- sélectionner la seconde image du couple dans la liste suivante (seules les images non déjà appariées avec la première sont affichées),
- cliquer sur le bouton pour ajouter ce couple.

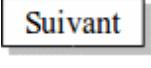
Pour ajouter tous les couples associés à une image, la sélectionner dans la liste de gauche et cliquer sur .

La liste des couples sélectionnés est affichée dans l'arborescence de droite.

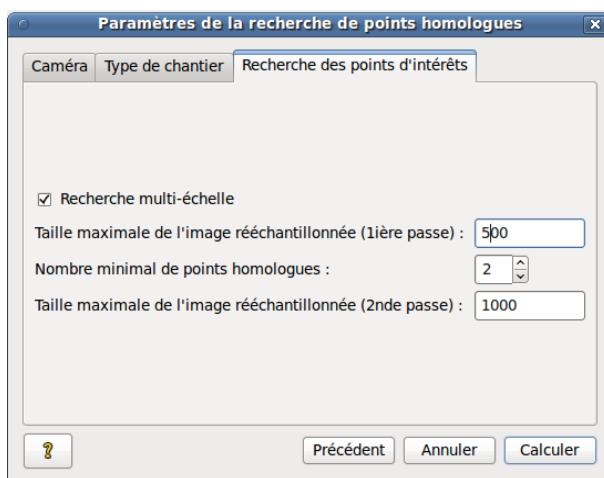


Pour supprimer un couple, sélectionner sa seconde image et cliquer sur le bouton  (pour supprimer tous les couples associés à une image, la sélectionner comme première image dans l'arborescence).

Pour supprimer tous les couples cliquer sur .

Après sélection des couples d'images, cliquer sur  .

#### d. Saisir les autres paramètres



La taille de l'image rééchantillonnée correspond à la largeur maximale de l'image sous-résolue dans laquelle les points homologues seront recherchés ; ceci permet d'accélérer le calcul et diminuer le nombre de points. Ce doit être un entier non nul.

Il est possible, si beaucoup de couples ont été sélectionnés, d'effectuer ce calcul en deux étapes (sélectionner « **Recherche multi-échelle** ») :

- les points homologues sont recherchés une première fois dans tous les couples d'images sélectionnés à une résolution faible

- puis une deuxième fois uniquement sur les couples dans lesquelles suffisamment de points homologues ont été trouvés lors de la première étape (cette sélection est déterminée par le critère « **Nombre minimal de points homologues** »), et à une résolution plus grande.

Ceci permet de ne conserver que les couples présentant un recouvrement et donc d'éliminer une partie des points homologues erronés.

### **e. Lancement du calcul**

Si tous les paramètres ont bien été renseignés, cliquer sur **Calculer**.

Le calcul effectué comprend :

- la conversion des images raw et jpg au format **tif**,
- l'écriture et l'initialisation des calibrations internes créées,
- le calcul des points homologues pour les couples d'images sélectionnés.

Si le calcul est trop long, il est possible de l'arrêter en cliquant sur le bouton **Arrêter le calcul** de la fenêtre de progression. Les paramètres saisis et l'avancement du calcul sont alors stockés pour permettre sa reprise au même point.

### **f. Résultats du calcul**

Les images converties au format tif sont listées dans la fenêtre principale avec leur fichier de calibration interne associé.

Les résultats se trouvent dans les répertoires **Homol** et **Pastis** :

- les points homologues calculés sont classés par couple d'images dans les fichiers **\*.dat** et dans les fichiers **\*.result**,
- les images rééchantillonnées utilisées au format **\*.tif**.

Les images raw et jpg ont été déplacées dans le répertoire **Images\_brutes**.

Les autres fichiers créés regroupent les paramètres saisis :

- les fichiers des calibrations internes créées,
- la liste des images **\*.tif** : **Liste\_images.xml**,
- la liste des couples : **Liste\_couples.xml**
- la liste des fichiers de calibration à utiliser : **Liste\_calibrations\_internes.xml**
- les paramètres par défaut selon le type de chantier : **MicMac-LocalChantierDescripteur.xml**

Il est possible de visualiser les points trouvés (voir [Affichage des points homologues](#)) ; cela est utile notamment si l'estimation des poses ne converge pas, afin de vérifier si les images sont bien connectées entre elles par des points homologues.

### **g. Messages d'erreur fréquents**

En général, il faut lancer l'interface via un terminal afin de voir quelle image produit une erreur et de vérifier s'il y a eu des problèmes avant l'erreur fatale.

**Une image n'a pas de calibration interne associée** : vérifier qu'il y a bien un fichier de calibration par objectif utilisé, sinon il faut en créer un. Il suffit pour cela de rechercher dans la fenêtre

principale les images qui n'ont pas de fichier de calibration associé. Si c'est une image tif, il se peut que ses métadonnées ne soient pas lisibles, dans ce cas il faut la renommer en lui associant la focale de l'objectif utilisé (par exemple l'image img\_4625.tif devient F035\_img\_4625.tif pour une focale de 35 mm).

**Une image n'a pas été convertie au format tif** : s'il s'agit d'une image jpg compressée, il se peut qu'elle ne soit pas lisible par les bibliothèques utilisées, dans ce cas il vaut mieux la convertir au format tif par un autre programme (convert ou gimp par exemple) et d'importer l'image convertie dans l'interface.

## 4. Calculer les orientations (aérotriangulation)

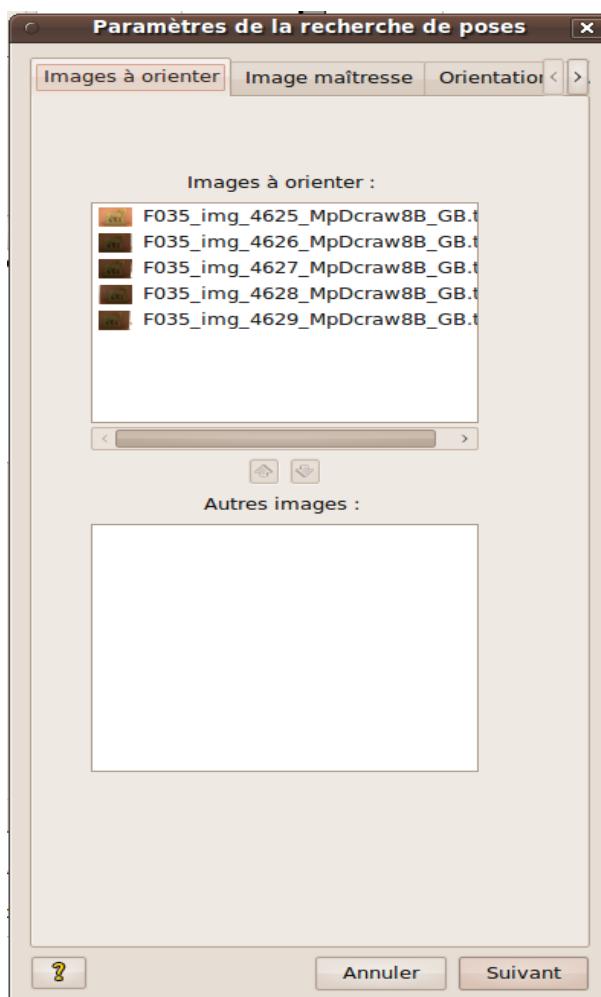
A partir de la fenêtre principale, après avoir obtenu des points homologues : **Calcul -> Poses** ouvre une fenêtre secondaire permettant de saisir les paramètres des poses.

Si des poses ont déjà été calculées précédemment, elles seront effacées du fichier de sauvegarde (mais les résultats seront conservés tant que de nouvelles poses n'auront pas été calculées).

Le calcul comprend l'orientation relative (les images entre elles), l'orientation absolue (le chantier dans son ensemble) et la réestimation des calibrations de chaque objectif.

Pour un calcul rapide, il est possible de laisser tous les paramètres par défaut.

### a. Sélectionner les images à orienter



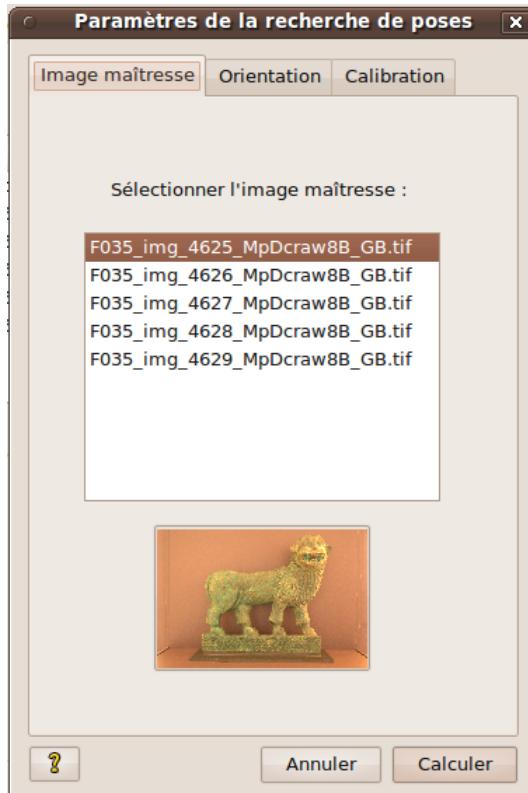
Les images à orienter sont à placer dans la liste du haut, les autres dans la liste du bas.

Par défaut, toutes sont sélectionnées, mais si le calcul des poses échoue une première fois à cause d'un problème d'enchaînement (trop peu de points de liaison entre deux blocs d'images), il peut être utile de séparer le chantier en plusieurs blocs d'images et de n'effectuer le calcul des poses que sur un groupe d'images à la fois.

Pour ajouter des images à orienter, les sélectionner dans la liste du bas et cliquer sur .

Pour ne pas orienter certaines images, les sélectionner dans la liste du haut et cliquer sur .

### b. Spécifier l'image maîtresse



Si aucune orientation absolue n'est définie dans l'onglet suivant, l'image maîtresse est l'image par rapport à laquelle toutes les autres images seront orientées (sa position sera l'origine et la rotation de la caméra sera l'identité). Son choix permet simplement de fixer une orientation globale du chantier qui en facilitera la visualisation.

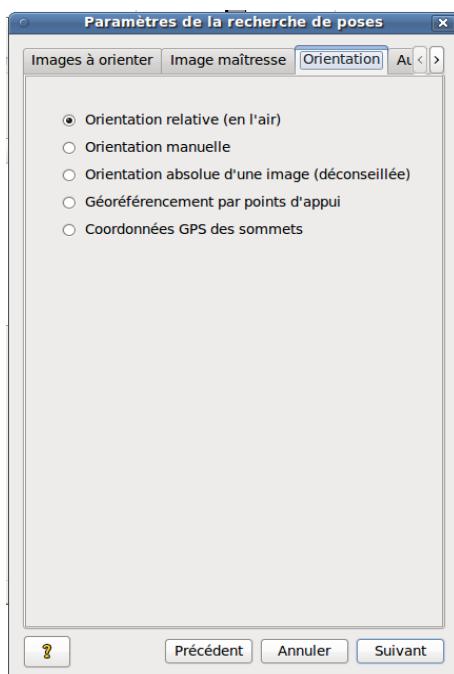
De plus l'orientation des images s'effectue en deux :

- d'abord les images sont orientées une à une relativement à l'image maîtresse, l'ordre de priorité étant fixé par le nombre et la répartition des points homologues
- puis toutes ces orientations initiales sont réajustées itérativement.

Pour assurer la convergence du calcul, l'image maîtresse doit donc faire partie d'un bloc d'images liées avec beaucoup de points homologues (on choisit généralement l'image située le plus au centre du chantier).

Un aperçu de l'image sélectionnée est affiché sous la liste.

### c. Orientation absolue du chantier



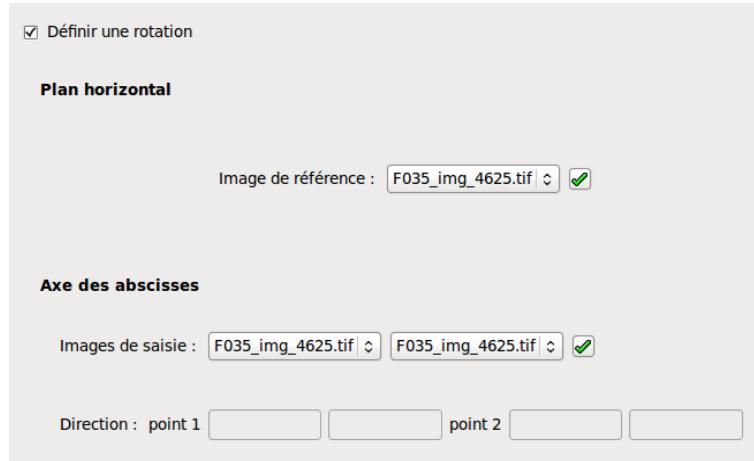
Il est possible de définir l'orientation absolue de cinq manières :

- la pose de l'image maîtresse définit l'orientation et l'origine ; la base (distance entre les sommets de prise de vue) entre l'image maîtresse et l'image suivante (selon un arbre construit à partir des points homologues) définit l'échelle (base = 1) ; pour cela sélectionner « **Orientation relative** » ;
- un plan, une direction et/ou une échelle saisis dans les images imposent une orientation globale ; pour cela sélectionner « **Orientation manuelle** » ;
- une image dont l'orientation a été définie par un calcul indépendant et une échelle permettent de rattacher le chantier à un autre chantier ; pour cela sélectionner « **Orientation selon une image** » ;
- un ensemble de points d'appuis (points saisis dans les images et de coordonnées terrain connues) définissent un géoréférencement précis ; pour cela sélectionner « **Géoréférencement par points d'appui** ».
- les sommets et éventuellement les orientations des poses (absolues) des caméras sont connues approximativement et permettent un géoréférencement initial ; pour cela sélectionner « **Coordonnées GPS des sommets** ».

#### ORIENTATION « MANUELLE » :

Pour définir l'orientation « manuelle », il faut définir une rotation ou une échelle ou bien les deux. Pour cela sélectionner le type de paramètres à saisir ; les paramètres non sélectionnés seront par défaut ceux de l'orientation relative (orientation selon l'image maîtresse et échelle selon la base).

La rotation est elle-même définie par un plan horizontal (qui donne l'axe vertical) et une direction dans le plan.



Pour définir le plan horizontal, il faut saisir un masque de ce plan dans une image. Pour cela, il est possible d'en créer un :

- sélectionner l'image dans laquelle le masque sera saisi et cliquer sur 
- sélectionner « **créer un nouveau masque** »,
- saisir le masque dans la fenêtre (voir [\*\*Utilisation de l'outil de dessin du masque\*\*](#)),
- valider le masque en cliquant sur  dans la fenêtre de dessin ; le masque est enregistré sous le nom « image » + **MasqPlan.tif**.

Il est aussi possible d'en importer un déjà existant :

- sélectionner l'image dans laquelle le masque a été saisi et cliquer sur 
- sélectionner « **ouvrir un masque existant** »,
- importer le masque au format \*.tif en cliquant sur le bouton  en face de « **Masque** ».

Il est possible de modifier le masque en cliquant sur « **Modifier le masque** ».



Le masque doit contenir des points homologues, qui permettront de définir un plan moyen définissant l'horizontale, sinon une erreur se produit lors du calcul.

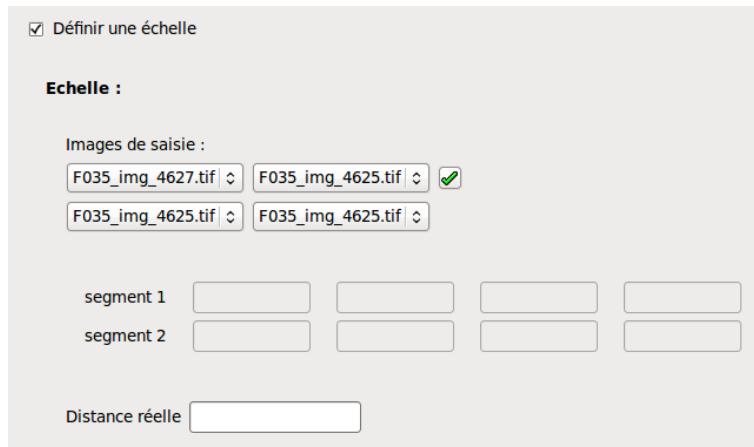
Pour définir la direction du repère, il faut saisir 2 points situés sur cet axe dans les images :

- sélectionner les 2 images dans lesquelles seront saisis ces points (cela peut être 2 fois la même),
- cliquer sur  et saisir 2 points dans les images (un dans chaque image s'il y en a deux), les outils sont les mêmes que dans la fenêtre précédente,
- valider le segment en cliquant sur  dans la fenêtre de dessin ; les coordonnées des points cliqués sont affichés en-dessous.
- Définir le sens du repère ; par défaut la direction saisie sera l'axe des abscisses.

Pour définir une échelle,

- il faut avoir photographié une mire avec au moins deux images du chantier,
- ou bien il faut connaître la taille d'un objet vu dans au moins deux images,

- ou sinon, dans le cas de deux blocs d'images d'un même chantier, calculés indépendamment mais qu'on veut mettre à la même échelle, il faut identifier un objet commun à ces deux blocs et lui attribuer la même taille réelle.



Pour définir l'échelle du repère, il faut saisir un segment en 3D, ie 2 segments dans 2 images ou paires d'images différentes :

- sélectionner les 4 images dans lesquelles seront saisis ces points (chaque segment peut être sélectionné dans 1 ou 2 images, selon sa longueur), comme suit :

image segment 1 point A

image segment 1 point B (ça peut être les mêmes)

image segment 2 point A

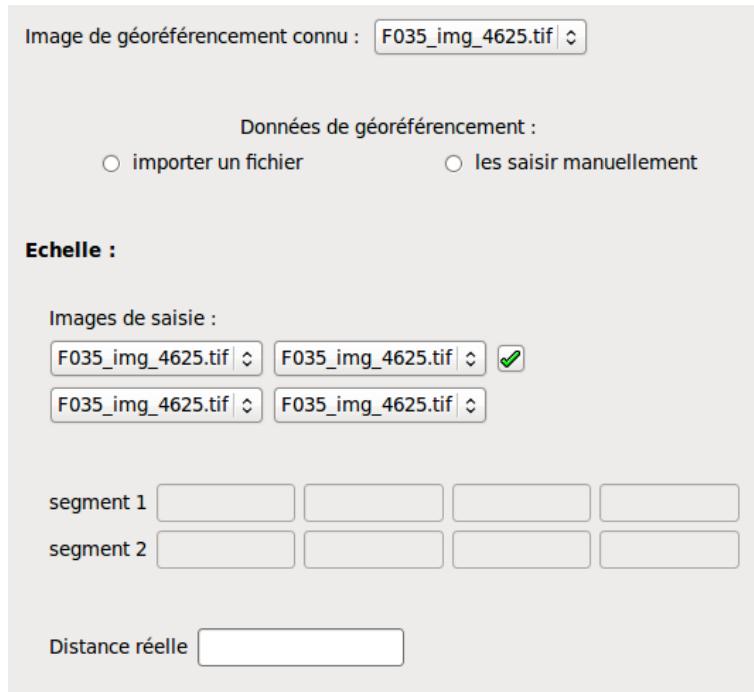
image segment 2 point B (ça peut être les mêmes),

- cliquer sur  et saisir 4 points dans les images (2 dans chaque image s'il y en a deux), les outils sont les mêmes que dans la fenêtre précédente,
- valider le segment en cliquant sur  dans chaque fenêtre de dessin ; les coordonnées des segments cliqués sont affichés en-dessous.
- indiquer la distance réelle correspondant au segment saisi.



L'orientation « manuelle » est soumise à la précision du tracé des différents segments ; elle ne peut donc pas être aussi précise qu'un géoréférencement par points d'appui mais la mise à l'échelle peut être utile pour considérer la précision du résultat final (notamment le bruit).

#### ORIENTATION SELON UNE IMAGE :

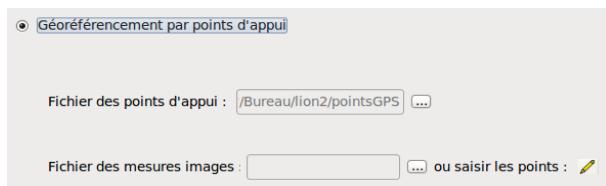


Ce choix permet de relier deux blocs d'images d'un même chantier ayant une image en commun mais traités indépendamment.

- sélectionner l'image commune
- saisir les paramètres de la pose correspondante de la caméra :
  - si la pose a été calculée lors d'un autre traitement, cocher « Importer un fichier » et sélectionner le fichier de géoréférencement de cette image en cliquant sur le bouton en face de «Fichier d'orientation»
  - si les paramètres ne sont pas dans le format de Apero, cocher « les saisir manuellement » et entrer les coordonnées du sommets et les paramètres de la rotation de la caméra.
- Saisir les paramètres pour fixer l'échelle (voir l'Orientation « manuelle »).

Ce type d'orientation absolue ne fait que basculer l'orientation relative calculée dans le référentiel de la pose connue. Dans le cas d'un chantier séparé en deux blocs, il vaut mieux recalculer l'ensemble des poses en un seul bloc, car il existe alors des points homologues entre les blocs qui permettent d'obtenir une aérotriangulation plus robuste. De plus si l'estimation de la pose de l'image commune est peu robuste dans un des deux blocs (peu de points homologues avec le bloc), l'orientation relative entre les deux blocs sera peu précise ; cette option est donc fortement déconseillée dans ce cas. Enfin, comme dans le cas de l'orientation « manuelle », la mise à l'échelle est soumise à l'imprécision du tracé.

#### GÉORÉFÉRENCEMENT PAR POINTS D'APPUI :



Les points d'appui sont des points vus sur les images et de coordonnées terrain connues.

Le fichier des points d'appui regroupe les coordonnées terrain et précisions de mesure terrain de ces points. Il peut être au format xml de Apero ou au format texte ; il est possible d'utiliser un logiciel tableur type Excel ou OpenOffice et d'enregistrer le fichier au format csv, en séparant les colonnes par un espace (pas de tab ni de « , »). Les points sont écrits par ligne, les données correspondantes dans cet ordre :

nomDuPointTerrain X Y Z dx dy dz

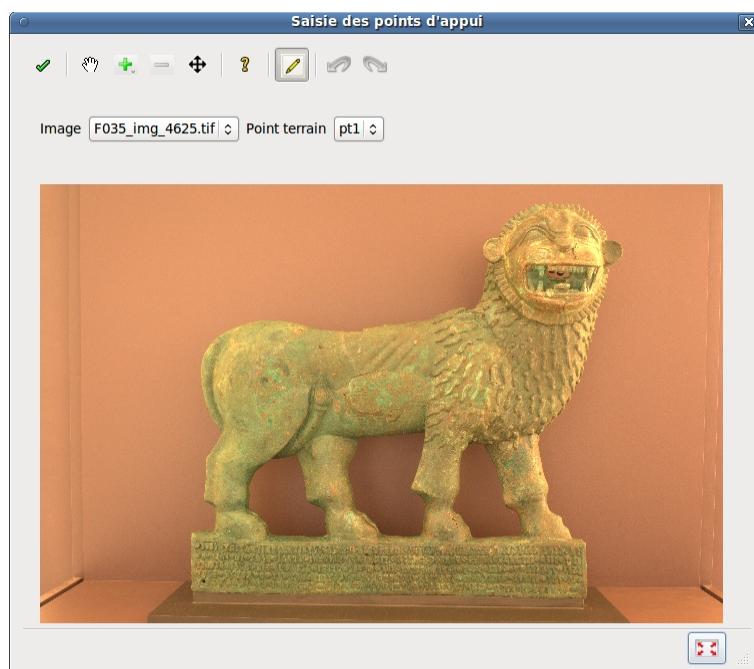
où dx et dy sont les précisions planimétriques et dz la précision altimétrique du point.

Le fichier des mesures images regroupe les coordonnées images des points d'appuis. Les formats possibles sont les mêmes que pour les coordonnées terrain (format xml d'Apero et format texte). Les données de chaque point doivent être écrites dans cet ordre :

nomImage colonne ligne nomDuPointTerrain

où colonne et ligne sont les coordonnées en pixel.

Il est possible aussi de créer de nouvelles mesures images en cliquant sur le bouton . Si un fichier de mesures a été importé avant, les mesures saisies seront rajoutées ou remplaceront les mesures importées, sinon un nouveau fichier sera créé. Une fenêtre de saisie graphique s'ouvre, pour son utilisation voir **Utilisation de l'outil de dessin du masque**.



Pour saisir une mesure, sélectionner l'image et le point terrain à mesurer puis cliquer dans l'image. Pour mesurer un autre point, sélectionner une autre image ou un autre point et recommencer.

Si une mesure du point sélectionné a déjà été effectué dans l'image sélectionnée (notamment si un fichier de points d'appui a été importé), supprimer d'abord l'ancienne mesure avec avant d'en effectuer une nouvelle.

Lorsque tous les points ont été mesurés, les valider en cliquant sur puis enregistrer le fichier. Si beaucoup de points sont à saisir, il est conseillé de valider et enregistrer régulièrement les mesures.

#### COORDONNÉES GPS DES SOMMETS :



Comme pour le géoréférencement par points d'appui, il est possible d'importer les données soit directement au format Apero (électionner « **Tous dossiers (\*)** »), soit au format texte (électionner « **Tous fichiers (\*)** »). Les poses sont écrites par ligne, les données correspondantes dans cet ordre : nomImage X Y Z et le fichier sera converti au format Apero dans le dossier Ori-BDDC.

#### **d. Orientation initiale**

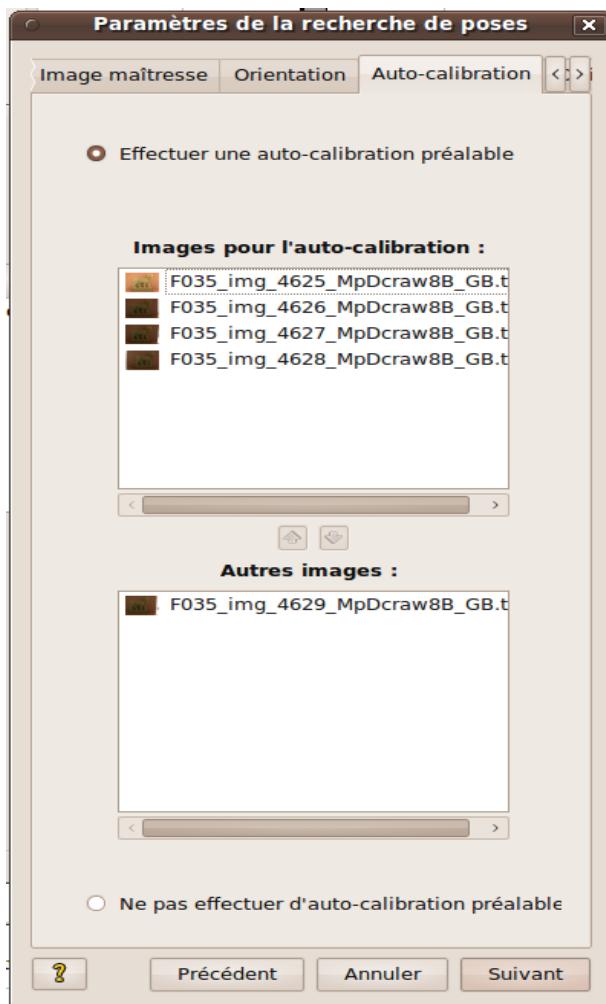


Cet onglet permet d'importer des poses relatives de certaines des images, indépendamment des contraintes d'orientation absolue (elles peuvent être ajoutées aux coordonnées GPS des poses).

Cela permet d'effectuer le calcul itérativement par blocs d'images si l'aérotriangulation de l'ensemble des images ne converge pas. Une méthode consiste alors à trouver un sous-ensemble d'images dont le calcul des poses converge, puis à ajouter itérativement dans le calcul une image à orienter en important le résultat précédent via cet onglet. Les aérotriangulations successives sont conservées dans les dossiers **Ori\_InitialeX**. Cet onglet peut aussi être utilisé pour améliorer la précision d'un résultat précédent en doublant le nombre d'itérations par moindres carrés du calcul.

Pour utiliser une orientation initiale, cocher la case et choisir le dossier voulu (**Ori-F** pour le résultat précédent).

### e. Auto-calibration préalable



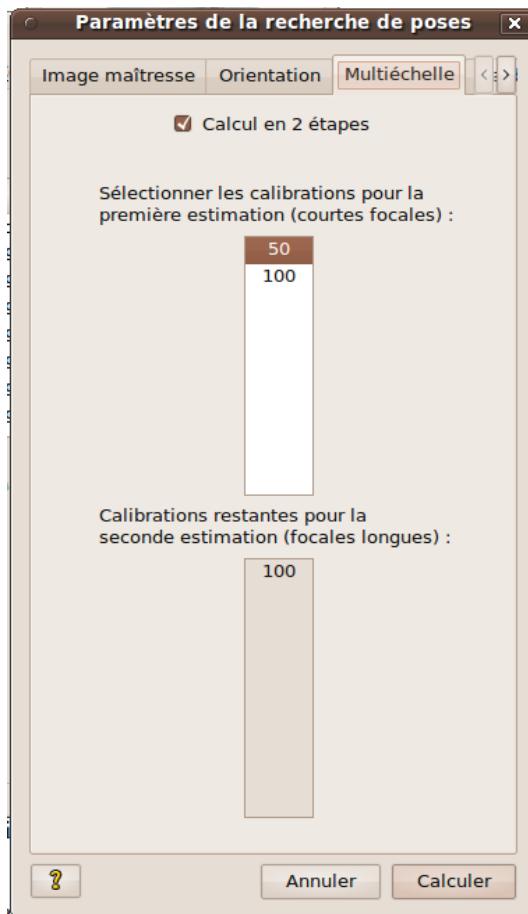
Cet onglet permet d'améliorer les calibrations fournies dans la première étape (Calcul des points homologues) afin d'assurer la convergence du calcul et d'améliorer sa précision.

Pour cela, sélectionner un groupe d'images (même système que pour les images à orienter) ; le calcul des poses sera alors lancé une première fois sur ces images et les calibrations réestimées (un calcul par calibration) ; le calcul sera ensuite lancé sur toutes les images à orienter en utilisant ces nouvelles calibrations.

Les images utilisées pour l'auto-calibration doivent avoir beaucoup de points homologues en commun afin d'assurer la convergence et la précision des calibrations ; c'est pourquoi il vaut mieux tenir compte de cette étape dans la prise de vue (ajouter des images au chantier spécifiquement pour l'auto-calibration, en photographiant une scène très texturée et présentant différentes profondeurs).

Les images utilisées pour l'auto-calibration ne font pas forcément partie des images à orienter lors de la deuxième étape ; ces deux calculs sont indépendants.

## f. Calcul multi-échelle



Cet onglet n'apparaît que si plusieurs objectifs différents ont été utilisés.

Par défaut, le calcul se fait en une étape (toutes les poses et les calibrations sont estimées en même temps).

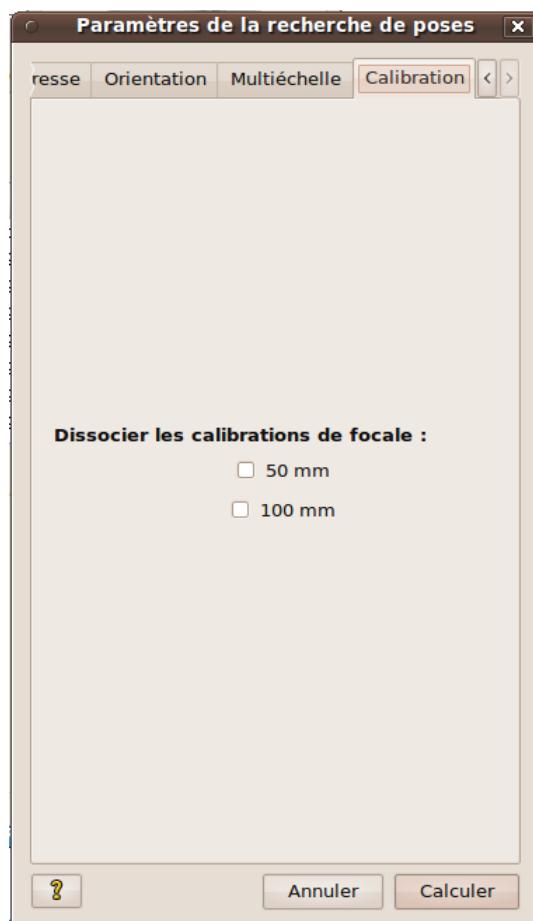
Dans le cas où les images auraient été prises avec des objectifs différents (multi-échelle) et où l'estimation de poses n'aurait pas convergé en une étape, il est possible d'effectuer le calcul en 2 étapes :

1. Une partie des poses seulement est estimée (généralement les images prises avec un objectif à courte focale)
2. Les poses restantes sont estimées en fixant les poses précédemment calculées ; dans un troisième temps, toutes les poses sont réestimées (avec pour valeur initiale les résultats des 2 étapes) afin de répartir les erreurs.

Pour cela, cocher la case **Calcul en 2 étapes** puis sélectionner les blocs d'images à orienter en premier (les blocs sont séparés par calibration et définis par la focale utilisée).

NB : L'image maîtresse doit appartenir aux blocs estimés lors de la 1ière étape.

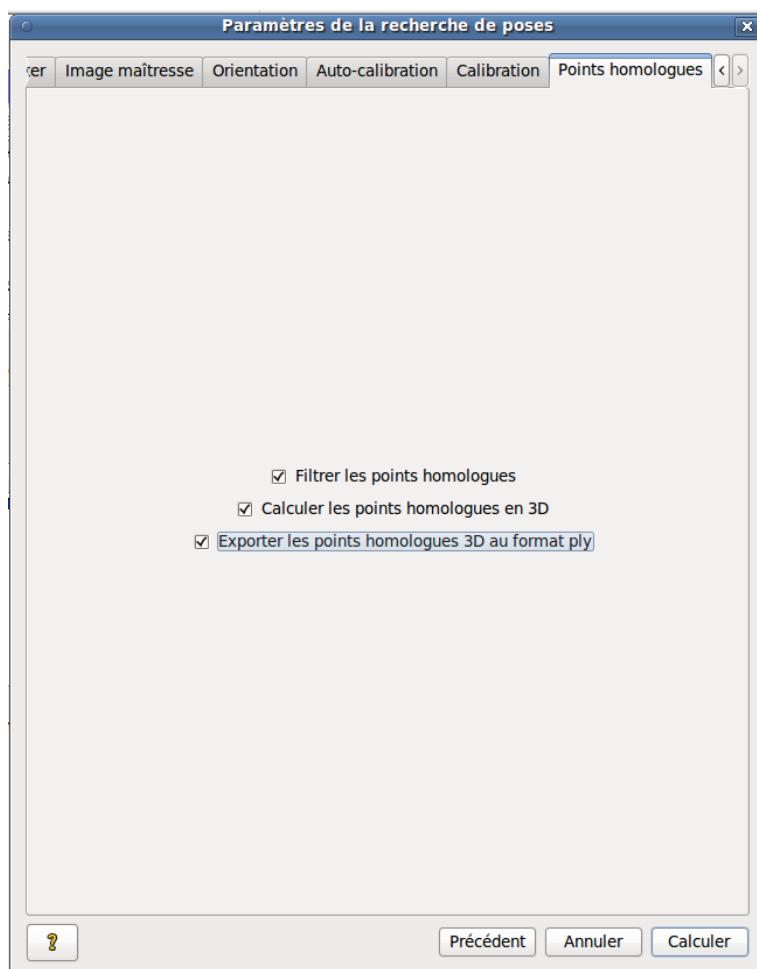
### **g. Dissociation des calibrations**



Si le modèle final est bruité même sur les parties bien corrélées ou (et surtout) si la calibration (notamment la mise au point) a été modifiée entre deux photos prises avec le même objectif (même calibration initiale), il est possible de dissocier les calibrations pour les images concernées, c'est-à-dire d'estimer dans le calcul une calibration différente pour chaque image.

Pour cela, cocher les calibrations correspondantes.

## ***h. Autres options des points homologues***



Le filtrage réduit le nombre de points homologues tout en conservant leur répartition, afin d'accélérer les calculs suivants (estimation de poses, calcul des points en 3D et affichage du chantier). Si le chantier ne présente pas de problème de cohésion des images (beaucoup de points homologues justes ont été trouvés), il est conseillé de l'appliquer, sinon il vaut mieux conserver tous les points trouvés (NB : la visualisation des points homologues tient compte du filtrage). Les points initiaux étant conservés, il est possible de relancer le calcul d'estimation de poses en décochant la case filtrage afin de les réutiliser.

Après estimation des poses, les points terrain correspondant aux points homologues sont calculés et peuvent être affichés dans l'interface ; s'il y a beaucoup d'images, ce calcul peut être long.

Il est aussi possible de demander à Apero d'exporter directement les points homologues et les poses des caméras dans un fichier au format ply, indépendamment de l'option précédente.

## ***i. Lancement du calcul***

Cliquer sur **Calculer**.

Si le calcul est trop long, il est possible de l'arrêter en cliquant sur le bouton **Arrêter le calcul** de la fenêtre de progression. Les paramètres saisis sont alors stockés pour permettre la reprise du calcul.

## j. Résultats du calcul

Les résultats se trouvent dans le répertoire **Ori-F** (les résultats intermédiaires sont dans **Orient et Ori-Interm**) :

- les poses calculées dans les fichiers **OrFinale\*.xml**,
- les calibrations internes recalculées dans les fichiers **\*\_AutoCalFinale.xml**.

Les autres fichiers créés regroupent les paramètres saisis :

- la liste des images \*.tif : **Images\_a\_orienter.xml**,
- l'image maîtresse : **Image\_Maitresse.xml**
- les paramètres par défaut selon le type de chantier : **Apero.xml**

Il est possible de visualiser le chantier en 3D : position et orientation des caméras, position des points homologues trouvés et emprise des images ; pour cela voir [\*\*Vue du chantier en 3D\*\*](#).

## k. Si le calcul ne converge pas...

- Si une orientation absolue a été définie, tester d'abord le calcul de l'orientation relative seule, afin de ne pas mélanger tous les problèmes

Il faut vérifier l'origine de l'erreur dans le fichier apero\_outstream.txt.

- Des images ne sont pas connectées au reste du chantier (« UNCONNECTED » ou « Nn »=0) :
  - relancer le calcul sans filtre des points homologues ;
  - vérifier les points homologues (voir [\*\*Affichage des points homologues\*\*](#)), notamment ceux reliant l'image déconnectée au bloc constitué de l'image maîtresse et des images déjà orientées (« Père », « Mère ») ;
  - recommencer le calcul sur un sous-ensemble d'images et tester différentes configurations jusqu'à trouver un bloc d'images dont le calcul converge ; puis ajouter itérativement chaque image restante au calcul en utilisant le résultat précédent comme orientation initiale ;
  - si quelques points corrects ont été détectés et qu'il peut y en avoir plus (bon recouvrement, images bien texturées), recommencer la 1ière étape (estimation des points homologues) avec une longueur d'image sous-échantillonnée plus grande (jusqu'à la taille de l'image initiale) ; généralement il faut qu'il y ait 2 couples reliant l'image au bloc orienté et comprenant au moins 8 points corrects chacun ;
  - sinon séparer le chantier en 2 chantiers distincts ou plus (conserver les images tif pour ne pas les recalculer).
- Le calcul ne converge pas (« RESIDU LIAISON MOYENS : » augmente ou « =nan ») :
  - vérifier rapidement les points homologues trouvés, il se peut qu'il y ait beaucoup plus de points faux que de points corrects ;
  - relancer le calcul sans filtre des points homologues ;
  - vérifier la focale de l'objectif utilisé, si c'est un fish-eye ou une très longue focale, utiliser une calibration initiale précise et complète,
  - ou intégrer une auto-calibration préalable pour obtenir une calibration correcte ;
  - si le chantier est multi-focale, effectuer un calcul multi-échelle en 2 étapes.

- recommencer le calcul sur un sous-ensemble d'images et tester différentes configurations jusqu'à trouver un bloc d'images dont le calcul converge ; puis ajouter itérativement chaque image restante au calcul en utilisant le résultat précédent comme orientation initiale ;
- s'il y a sur certaines images des groupes importants de points homologues faux (objets en mouvement dans la scène, objets semblables...) ou des paires d'images avec très peu de points homologues dont certains sont faux, utiliser l'outil de suppression manuelle des points faux dans la **vue des points homologues** ;
- si une orientation absolue a été définie, vérifier les paramètres saisis ;
- Il y a une ambiguïté et un paramètre ne peut être calculé (« ImProfAndL2App ») :
  - si une orientation absolue « manuelle » (par plan, abscisse et échelle) a été définie, le masque du plan peut ne contenir que trop peu de points homologues et donc ne pas être défini. Dans ce cas, il faut en saisir un autre ou ne pas définir d'orientation absolue ;
  - si une orientation absolue a été définie, vérifier la cohérence des paramètres ;
  - il se peut que les points homologues soient alignés, trop concentrés dans une image ou trop peu nombreux. On revient alors aux cas précédents.

Même si le calcul converge, il est important de vérifier dans la vue 3D du chantier que la solution est correcte avant de passer à l'étape suivante. Selon la précision souhaitée, vérifier aussi dans apero\_outstream.txt les résidus finaux (« RESIDU LIAISON MOYENS : »).

## 5. Calculer des cartes de profondeur

A partir de la fenêtre principale, après avoir obtenu les poses des caméras : **Calcul -> Cartes de profondeur** ouvre une fenêtre secondaire permettant de saisir les paramètres des cartes.

Une carte de profondeur est une image géoréférencée (sa position est connue dans l'espace) et dont chaque pixel représente la profondeur du point 3D correspondant par rapport au sommet de la perspective. Dans ce cas, elle est dite calculée en géométrie image.

Un MNT (modèle numérique de terrain) peut être calculé comme une carte de profondeur à partir de la géométrie d'une orthoimage, la profondeur à un sommet étant remplacée par l'altitude. Dans ce cas, la carte est dite calculée en repère terrain ou euclidien.

Dans l'interface, les cartes de profondeur peuvent être calculées :

- soit dans la géométrie d'une image appelée image de référence (calcul de la profondeur de chaque pixel de cette image) ; cette image de référence correspond au point de vue qu'aurait un scanner laser ; il y aura donc autant de cartes que de points de vue nécessaires pour modéliser toute la scène. Ce calcul est bien adapté aux chantiers convergents (objets complets, bas-reliefs marqués...) car l'ensemble de la scène est représentée par un nombre réduit d'images de référence et chaque partie de la scène est vue par beaucoup d'images, ce qui évite les parties cachées et permet une bonne redondance d'information pour extraire le relief.
- soit en géométrie terrain, c'est-à-dire dans la géométrie d'une orthoimage expédiée mosaïquée (qui regroupe plusieurs images) ; il y aura donc une carte par bloc d'images et la carte sera plus étendue que l'emprise d'une image de référence. Ce calcul est bien adapté aux scènes relativement planes et étendues (murs, falaises, sol...), car le calcul rapide d'une orthoimage expédiée est alors réaliste et la prise de vue s'effectuant plutôt par bandes et de manière parallèle, ce calcul permet de limiter le nombre de cartes nécessaires à la

modélisation de l'ensemble de la scène. Elle convient aussi à la prise de vue convergente de surfaces relativement planes car elle permet de calculer des orthoimages.

### a. Liste des cartes



Le premier onglet liste les cartes de profondeur ou MNT paramétrés et à calculer.

Pour ajouter une carte, cliquer sur

Il est possible de ne pas lancer le calcul d'une carte paramétrée. Dans ce cas, sélectionner la carte, faire clic droit et « **Ne pas recalculer** ». Cela est utile si l'on veut lancer le calcul sur une seule carte test, puis sur les autres cartes ; les résultats seront conservés.

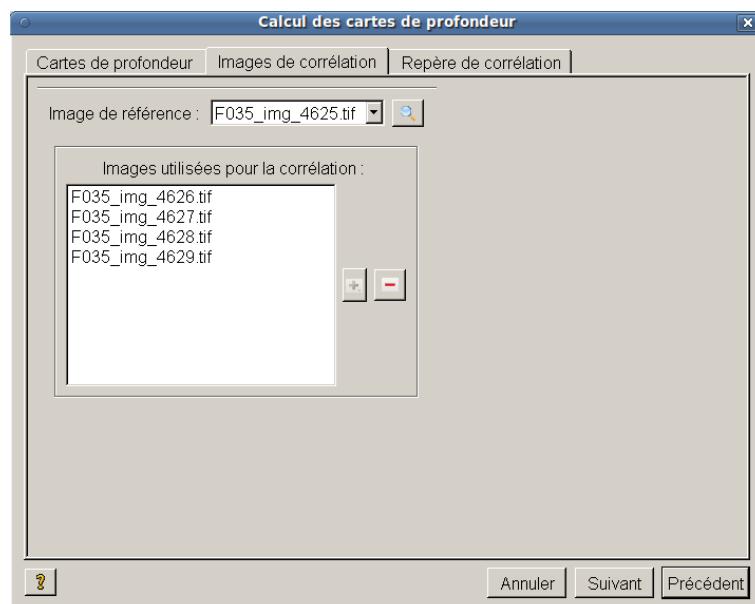
Pour supprimer une carte de la liste, la sélectionner et cliquer sur



Tous ses paramètres seront alors effacés de la mémoire de l'interface.

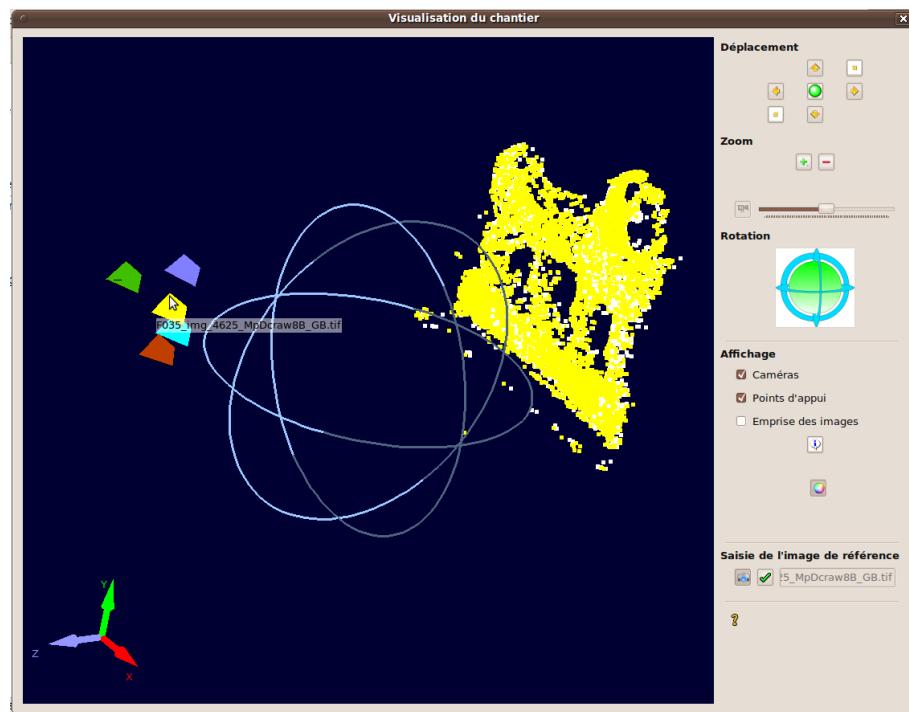
Pour modifier les paramètres d'une carte, cliquer sur

### b. Images de corrélation



La première étape consiste à sélectionner l'image de référence, c'est-à-dire l'image à partir de laquelle sera calculée soit la carte de profondeur (géométrie image) soit l'orthoimage expédiée (géométrie terrain). Elle doit correspondre à l'image centrale d'un bloc d'images la recouvrant et qui convergent vers le même point (géométrie image) ou qui représentent une surface relativement plane (géométrie terrain).

Le bouton permet de sélectionner l'image de référence dans la vue 3D (voir [Vue du chantier en 3D](#)).



Pour cela, sélectionner l'outil puis cliquer sur la caméra souhaitée (elle doit se colorer en jaune et son nom être indiqué en dessous), faire un clic droit dans la vue et cliquer sur « **Sélectionner cette caméra** » : son nom s'inscrit dans la barre d'outils. Enfin valider cette image avec le bouton , sinon elle ne sera pas prise en compte.

La deuxième étape consiste à sélectionner les images qui seront utilisées pour la corrélation

- Dans le cas d'une carte en géométrie image, ce sont l'ensemble des images qui représentent la même partie de la scène. Elles doivent bien encadrer l'image de référence afin que chaque pixel de l'image de référence ait un homologue dans une de ces images.
- Dans le cas d'une carte en géométrie terrain, ce sont l'ensemble des images qui délimiteront l'orthoimage et donc la carte de profondeur. (partie avec redondance).

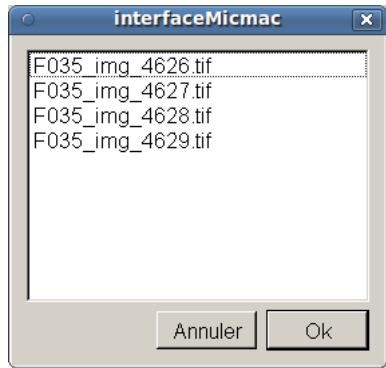
Il est conseillé d'utiliser des images de même résolution que l'image de référence afin de conserver la précision de la carte de profondeur.

Il est aussi conseillé de ne pas ajouter beaucoup d'images pour la corrélation (3-4 suffisent généralement), car chaque pixel de chaque image doit être corrélé avec un pixel de chaque autre image, l'augmentation du temps de calcul est donc rapide et il peut être plus judicieux de calculer plus de cartes.

Pour ajouter des caméras, cliquer sur le bouton et sélectionner l'une des 3 possibilités.

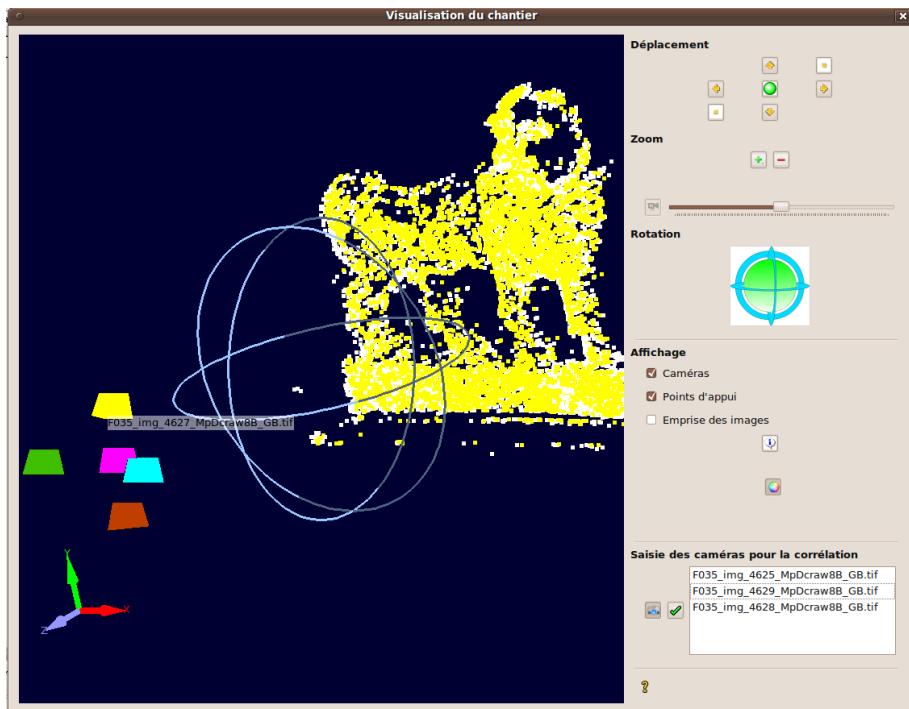
Pour supprimer des caméras, les sélectionner et cliquer sur le bouton .

#### **SÉLECTIONNER UNE CAMÉRA À PARTIR DE LA LISTE :**



Sélectionner une ou plusieurs images dans la liste déroulante et la valider en cliquant sur **Ok**.

### SÉLECTIONNER UNE CAMÉRA À PARTIR DE LA VUE 3D :



Sélectionner l'outil puis cliquer sur la caméra souhaitée (elle doit se colorer en jaune et son nom être indiqué en dessous), faire un clic droit dans la vue et cliquer sur « **Sélectionner cette caméra** » : son nom s'ajoute dans la liste de la barre d'outils.

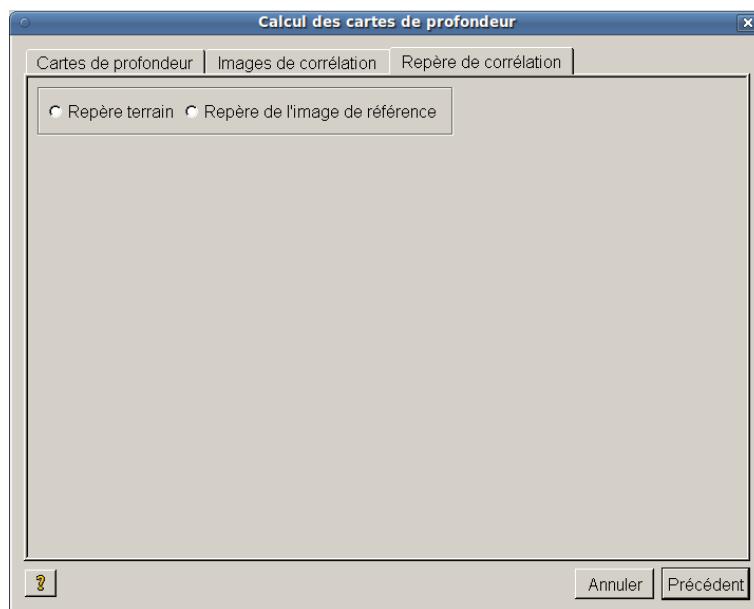
Pour supprimer une caméra, la sélectionner dans la liste de la barre d'outils, faire clic droit, « **Supprimer** ».

Enfin valider cette liste d'images avec le bouton , sinon elle ne sera pas prise en compte.

### AJOUTER LES MEILLEURES CAMÉRAS TROUVÉES :

Les quatre caméras remplissant le mieux le critère de recouvrement et encadrant la caméra de référence sont ajoutées à la liste (il est conseillé de vérifier la configuration des caméras).

### c. Repère de corrélation

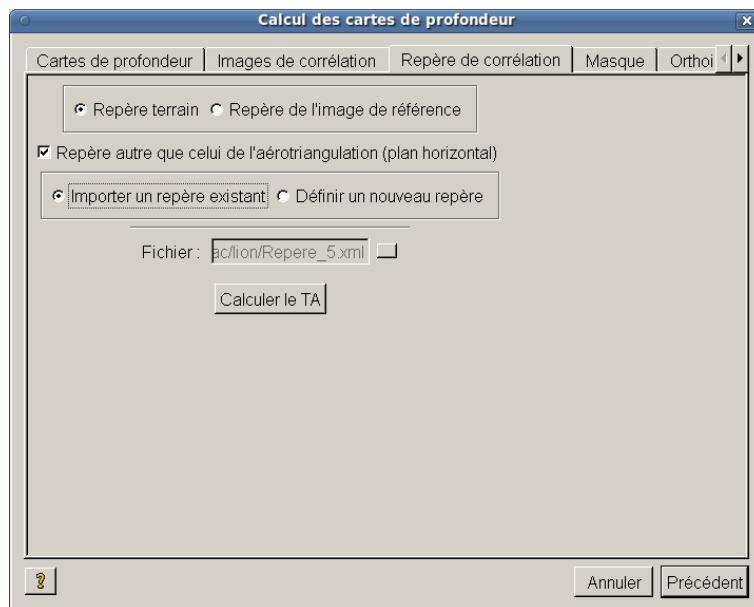


Cet onglet permet de sélectionner le repère de corrélation :

- soit le repère de l'image de référence (point de vue de la carte)
- soit en repère terrain (MNT)

Dans le cas du repère terrain, le MNT est calculé par défaut dans le repère défini par l'aérotriangulation, c'est-à-dire dans le plan horizontal.

Pour calculer le MNT dans autre repère, cocher « **Repère autre que celui de l'aérotriangulation** » (c'est utile pour les objets verticaux comme les murs, les falaises... lorsqu'une orientation absolue a été définie).



Il est possible d'importer un fichier de paramétrage du repère au format xml. Dans ce cas sélectionner « **Importer un repère existant** » puis sur en face de « Fichier ». Le format reconnu est le suivant :

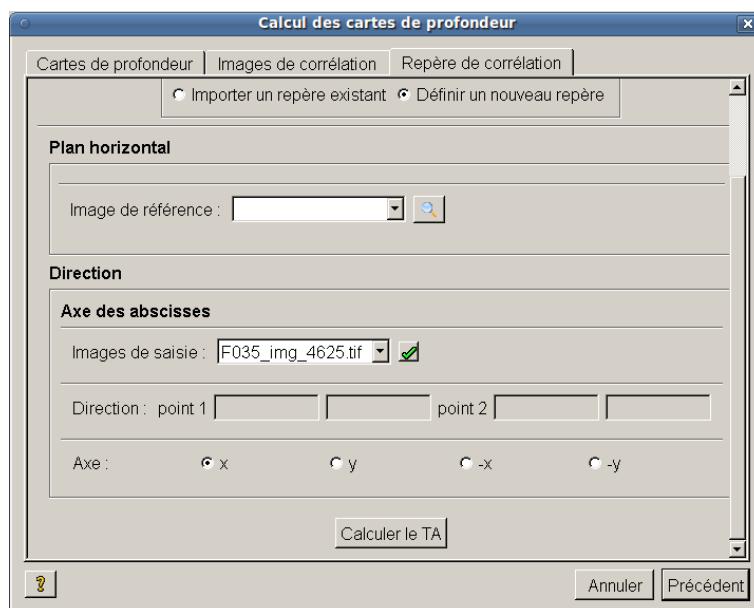
```

<RepereLoc>
  <RepereCartesien>
    <Ori>0 0 0</Ori>
    <Ox>1 0 0</Ox>
    <Oy>0 1 0</Oy>
    <Oz>0 0 1</Oz>
  </RepereCartesien>
</RepereLoc>

```

où Ori désigne la translation et Ox, Oy, Oz la rotation.

Sinon il est possible de paramétrier un nouveau repère via l'interface.



Pour cela, sélectionner « **Définir un nouveau repère** ».

Puis saisir un masque du plan horizontal et une direction dans ce plan et définir le sens de la direction (axe des abscisses ou des ordonnées). Pour cela, voir la partie orientation « manuelle » de l'aérotriangulation.

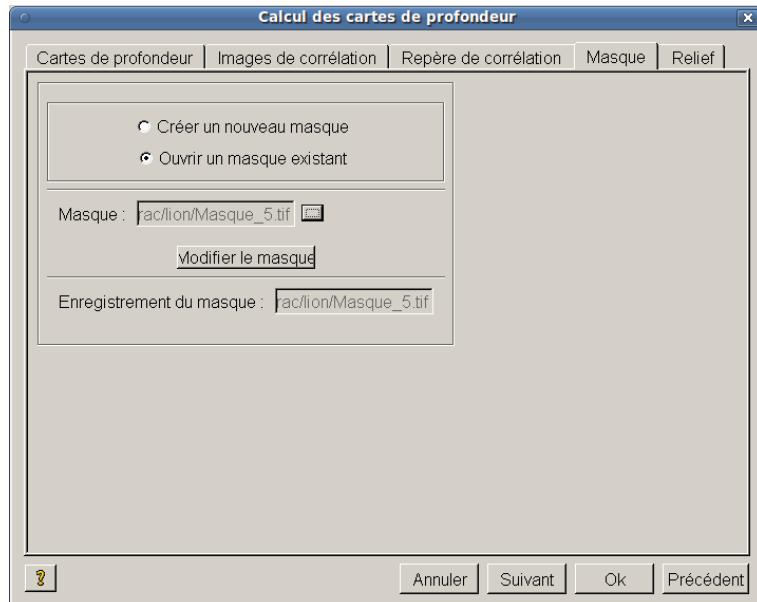
Quel que soit le repère terrain choisi, il faut ensuite calculer le tableau d'assemblage des images utilisées pour la corrélation. C'est une orthoimage expédiée regroupant les images projetées sur le plan horizontal du repère à l'altitude moyenne des points homologues (position a priori de l'objet). Cet orthoimage servira pour l'onglet masque.

Pour calculer le tableau d'assemblage et pour sauvegarder l'éventuel repère défini, cliquer sur « **Calculer le TA** ».

#### **d. Masque**

Le calcul nécessite un masque de la partie intéressante de la scène afin de ne pas cartographier l'arrière-plan (où la corrélation est généralement difficile et crée des artefacts) et de limiter le temps de calcul.

Dans le cas d'une carte calculée en repère image, le masque est saisi sur l'image de référence, dans le cas d'un repère terrain, le masque est saisi sur le tableau d'assemblage qui correspond à l'orientation et à peu près à l'emprise finale du MNT.



Si un masque a déjà été dessiné :

- sélectionner "**Ouvrir un masque existant**" ;
- importer le masque (au format **tif**) en cliquant sur le bouton en face de "Masque :".
- Si le masque nécessite des retouches,
- cliquer sur le bouton **Modifier le masque** ;
- la fenêtre de dessin s'ouvre pour permettre la saisie du masque ; pour son utilisation, voir le paragraphe [Utilisation de l'outil de dessin du masque](#) ;
- Indiquer le fichier où sera enregistré le masque modifié en cliquant sur le bouton en face de "Enregistrement du masque :".



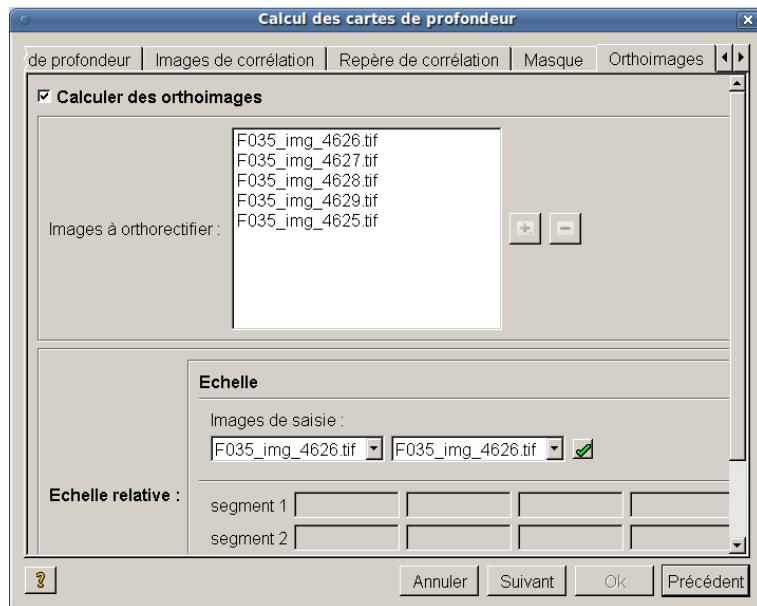
Sinon, il est possible de créer un masque :

- sélectionner "**Créer un nouveau masque**" ;
- une fenêtre de dessin s'ouvre pour permettre la saisie du masque ; pour son utilisation, voir le paragraphe [Utilisation de l'outil de dessin du masque](#) ;
- une fois le masque créé, l'enregistrer ; il est possible aussi de le modifier comme dans le cas de l'ouverture d'un masque existant.



Si la scène présente des discontinuités (cas où deux objets de la scène sont disjoints dans la réalité mais apparaissent côté-à-côte sur l'image maîtresse), le modèle présentera des artefacts du fait du lissage utilisé par l'algorithme de MicMac (les objets apparaîtront liés dans le nuage de points). Il peut être utile de découper ces discontinuités dans le masque dès cette étape, ou même d'effectuer plusieurs cartes de profondeur différentes.

## e. Orthoimages

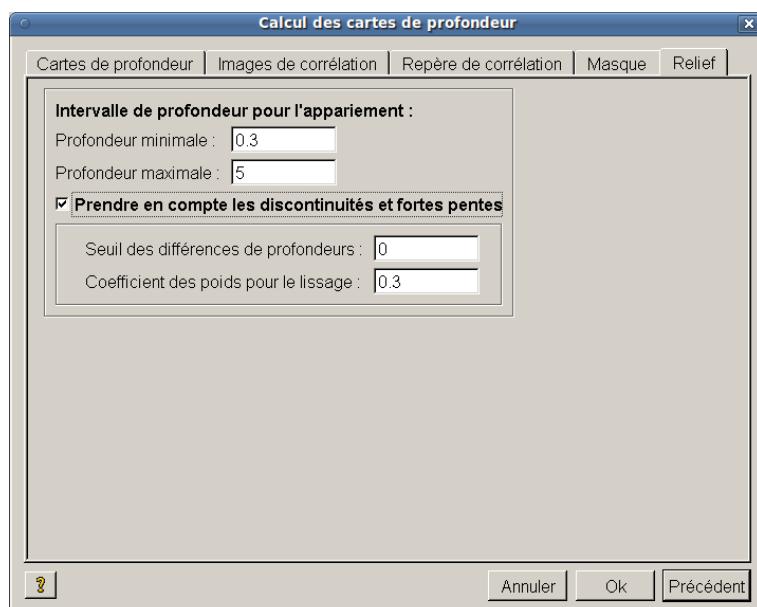


Dans le cas d'une carte calculée en repère terrain, il est possible de calcul des orthoimages vraies (qui prennent en compte le relief du terrain et gèrent les parties cachées).

Pour cela cocher « **Calculer des orthoimages** » et lister les images à orthorectifier (même principe que pour la liste des images pour la corrélation). Ces images peuvent être ou non les mêmes que les images pour la corrélation, la seule contrainte étant que ses images soient dans l'emprise du MNT.

Par défaut les orthoimages seront à la même échelle que le MNT. Il est possible de définir une échelle relative différente ; dans ce cas saisir l'échelle dans la case « **ou échelle relative** », ou bien saisir manuellement le même objet dans une image à orthorectifier (liste de gauche) et dans une image du MNT (liste de droite). Pour cela, voir la saisie de l'échelle pour l'orientation « manuelle » de l'aérotriangulation;

## f. Paramètres de profondeur



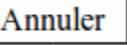
Afin de limiter le temps de calcul, l'algorithme ne cherche pas à calculer les coefficients de corrélation sur toute l'image mais seulement dans un intervalle correspondant aux profondeurs les

plus probables où la scène se trouve. Elles sont exprimées relativement à la profondeur moyenne des points homologues trouvés dans les calculs précédents (ici entre 1/3 et 5 fois cette distance). Pour un paysage ou une scène présentant de grandes différences de profondeur, il peut être utile de modifier cet intervalle.

Si la scène présente des discontinuités (objets se superposant du point de vue de la caméra mais séparés dans le réalité) ou de fortes pentes (faces vues très en biais par la caméra), les pixels seront difficilement appariés et le lissage effectué par l'algorithme créera des artefacts entre les discontinuités. Pour diminuer l'impact du lissage au niveau des zones présentant de grandes différences de profondeur, indiquer le seuil des différences de profondeur au-dessus duquel le lissage sera modifié (cette valeur est en unités terrain, il faut donc que le chantier ait été mis à l'échelle lors du calcul des poses). Le coefficient qui suit correspond au poids associé à la variation de distance entre deux points, il doit être entre 0 à 1 (1 est la valeur par défaut hors discontinuités). Pour une variation de distance plus grande que le seuil (discontinuité), le poids augmentera moins vite. Lors du calcul de la meilleure surface pour modéliser la scène (elle correspond à la surface intégrant à la fois les plus forts coefficients de corrélation et les plus faibles variations de distance), pour de grandes variations de distance, les valeurs des coefficients de corrélation seront privilégiées et les sauts de distance moins contraints.

### **g. Validation des paramètres**

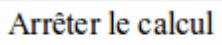
Pour valider les paramètres de cette carte, cliquer sur  . Les paramètres pourront toujours être modifiés via le premier onglet. Si le bouton  n'apparaît pas, c'est qu'un paramètre manque ou n'a pas été enregistré.

Sinon, cliquer sur  pour retourner au premier onglet.

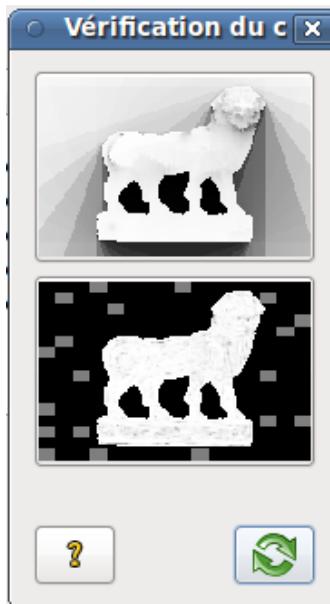
### **h. Lancement du calcul**

Une fois tous les paramètres saisis, cliquer sur  .

Le calcul effectué correspond au calcul de chaque carte de profondeur à différentes résolutions et en plusieurs passes.

Si le calcul est trop long, il est possible de l'arrêter en cliquant sur le bouton  de la fenêtre de progression. Les paramètres saisis sont alors stockés pour permettre la reprise du calcul (penser à enregistrer avant de fermer l'interface).

 Normalement le calcul pour une carte prend environ 10-15 min (valeur indicative pour 5 images de 21M de pixels et un ordinateur ayant 4 processeurs). Si le temps de calcul devient nettement plus long (et surtout si la barre de progression n'a pas bougé depuis 10 min), il se peut que le calcul n'arrive pas à converger et risque de prendre encore beaucoup de temps. Cela peut provenir d'une aérotriangulation trop imprécise ou de problèmes de corrélation (scène peut texturée, relief trop accentué...). Il est possible de visualiser le résultat partiel du calcul de la carte en cours **sans l'interrompre** en cliquant sur Aide → **Vérifier le calcul** :



Cette fenêtre n'est accessible que lorsqu'un calcul de carte de profondeur est en cours.

Elle affiche le modèle ombré de la carte en cours de calcul ainsi que la carte de corrélation (plus les pixels situés dans le masque sont sombres, moins la corrélation est bonne). La carte affichée est à la plus petite échelle (réduction 32) afin de ne pas ralentir le calcul mais donne une bonne idée du relief global.

Pour réactualiser les affichages, cliquer sur le bouton (pas trop souvent...). Si une image ne s'affiche pas correctement, réactualiser régulièrement l'affichage jusqu'à ce que ces images aient été calculées par MicMac et puissent être affichées (attendre généralement que la barre de progression ait atteint 3%).

### e. Résultats du calcul

Les résultats se trouvent dans les répertoires **Geo\*** :

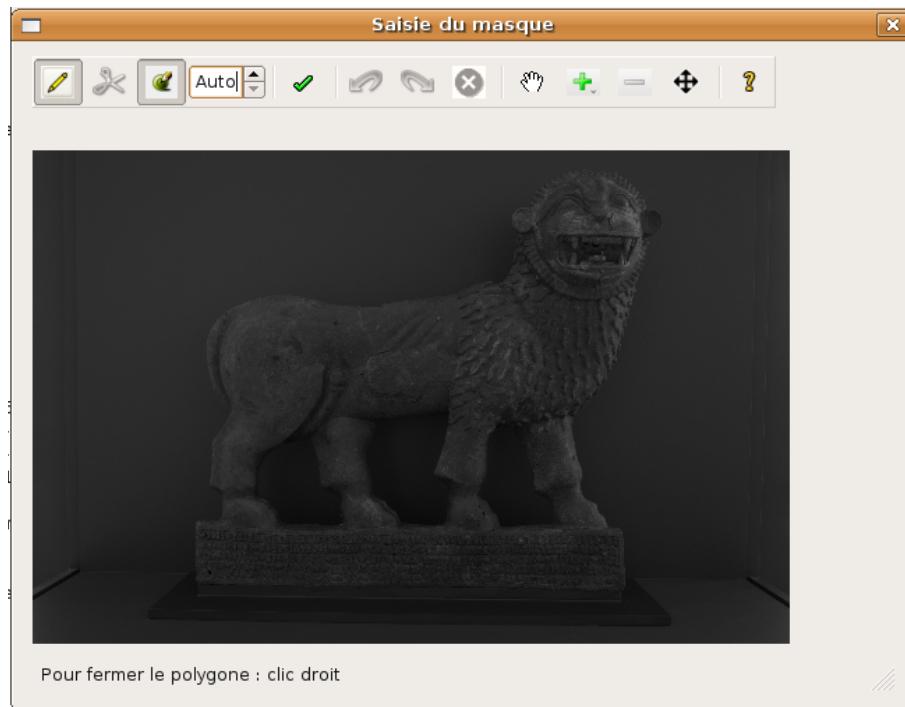
- les cartes de profondeur calculées \*.tif (**Z\_NumX\_DeZoomY\_Geom-+image maîtresse**) : ce sont les cartes calculées dans le référentiel de l'image maîtresse à différents niveaux de précision; elles ne sont pas lisibles directement car codées en 16bits (voir [Conversion des cartes de profondeur](#)).
- Le tableau d'assemblage et ses fichiers de géoréférencement se trouvent dans le dossier **TA\***.
- Les orthoimages et les fichiers indiquant les parties cachées se trouvent dans le dossier **ORTHO\***.
- Les autres fichiers créés regroupent les paramètres saisis :
- les masques \*.tif et leurs fichiers de référencement \*.xml,
- la liste des images utilisées pour la corrélation **Carte\_\*.xml**,
- les paramètres par défaut selon le type de géométrie : **param-Geo\*.xml**

Les résultats ne sont pas encore dans un format exploitable. Il est possible :

- d'afficher les nuages de points dans l'interface,
- de convertir les cartes de profondeur en modèle ombré et coloré au format tif 8 bits,
- de les convertir en nuages de points texturés au format ply,

- de mosaïquer les orthoimages et de les utiliser pour texturer les nuages de points.

## 6. Utilisation de l'outil de dessin du masque



Cette fenêtre permet d'afficher et/ou de saisir graphiquement certains paramètres directement sur les images :

- segments pour mise à l'échelle (orientation absolue)
- segments pour définir l'axe des abscisses (orientation absolue)
- masque du plan horizontal (orientation absolue)
- points d'appui (orientation absolue)
- points homologues
- masque des cartes de profondeur

### OUTILS D'AFFICHAGE :

- +clic permet d'agrandir l'image et de la centrer autour du clic de la souris ;
- +clic permet de réduire l'image et de la centrer autour du clic de la souris ;
- +drag permet de se déplacer dans l'image agrandie ;
- permet de revenir à la taille initiale de l'image.
- L'outil situé en bas à droite de la fenêtre permet d'agrandir et de diminuer rapidement la taille de la fenêtre.
- L'image peut aussi être agrandie ou réduite en modifiant la taille de la fenêtre de dessin.

### OUTILS DE SAISIE :

- permet de dessiner un point, un segment ou un polygone ;

- permet de dessiner un polygone d'extrusion (pour découper les masques) ;
- permet d'annuler le dernier point saisi (avec ou ) ;
- permet de supprimer tous les points saisis sur l'image affichée ;
- permet de rétablir le dernier sommet annulé (avec ou , y compris ceux supprimés avec l'outil ) ;
- permet de valider le dessin (indispensable sinon rien ne sera enregistré).

Les masques sont dessinés sous forme de polygones superposés à l'image de référence ou au tableau d'assemblage.

Les deux paragraphes suivants ne concernent que la saisie d'un masque (plan horizontal pour l'orientation absolue ou calcul d'une carte profondeur).

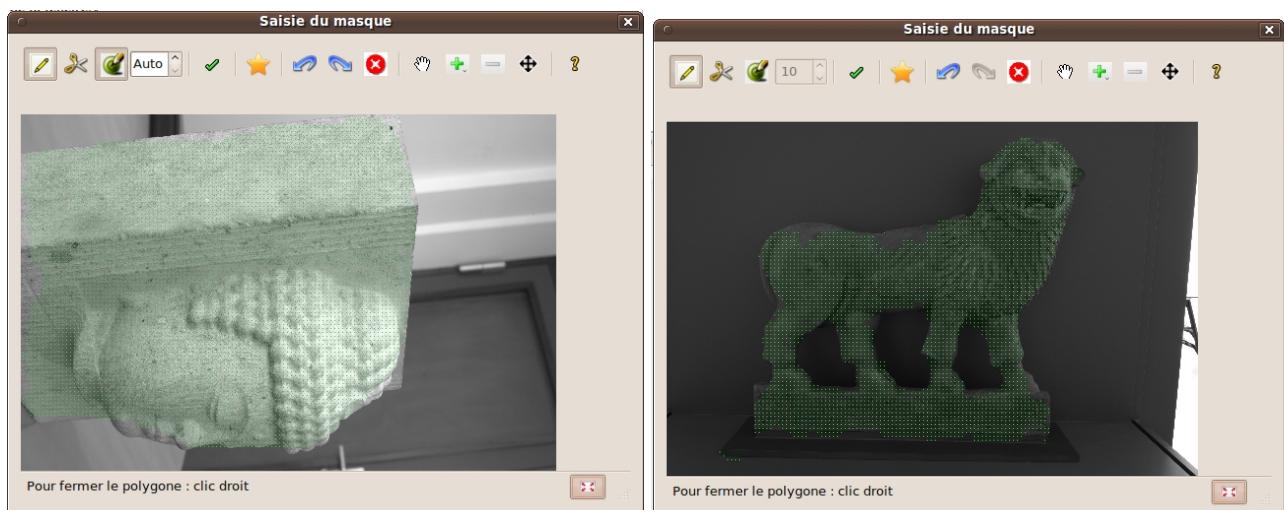
### **a. Masque automatique**

Pour obtenir automatiquement un masque de la scène, cliquer sur le bouton .

- Si le masque comprend des trous, choisir « **Gérer les trous dans le masque** »
- sinon choisir « **Créer un masque plein** ».

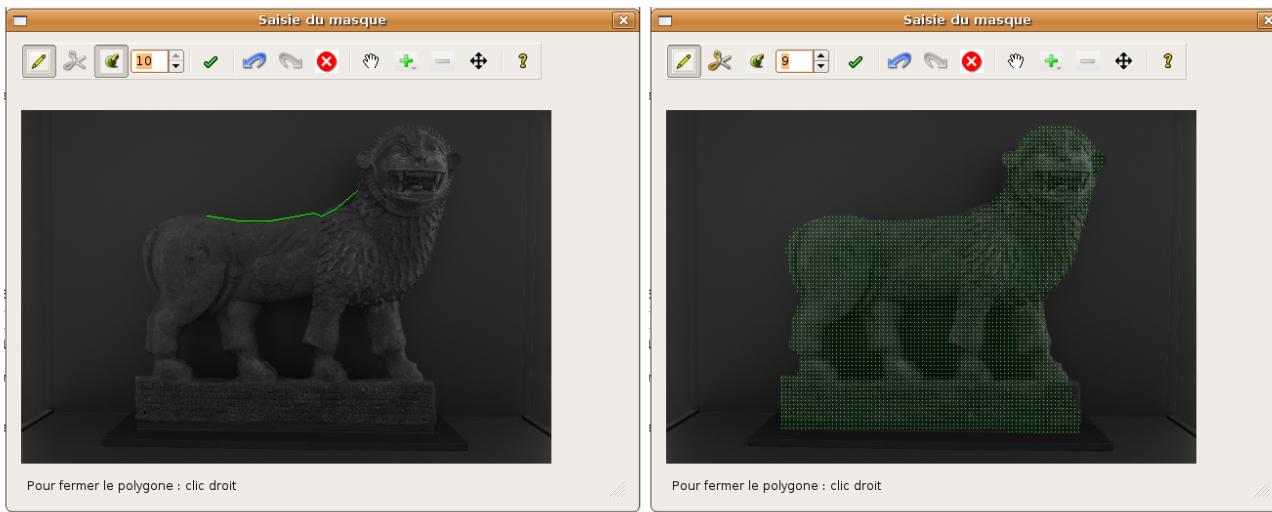
Le masque plein est créé à partir de la boîte englobante des points homologues précédemment trouvés. Les trous sont extraits à partir de la triangulation et correspondent aux grands ensembles de triangles trop grands. Les limites du masque sont ensuite affinées avec le gradient de l'image et la distance aux points homologues.

Le masque d'un objet texturé situé devant un fond uni sera donc mieux délimité que celui d'un objet peu texturé sur un fond texturé car ses points de liaisons seront concentrés sur l'objet et non autour.



### **b. Masque manuel**

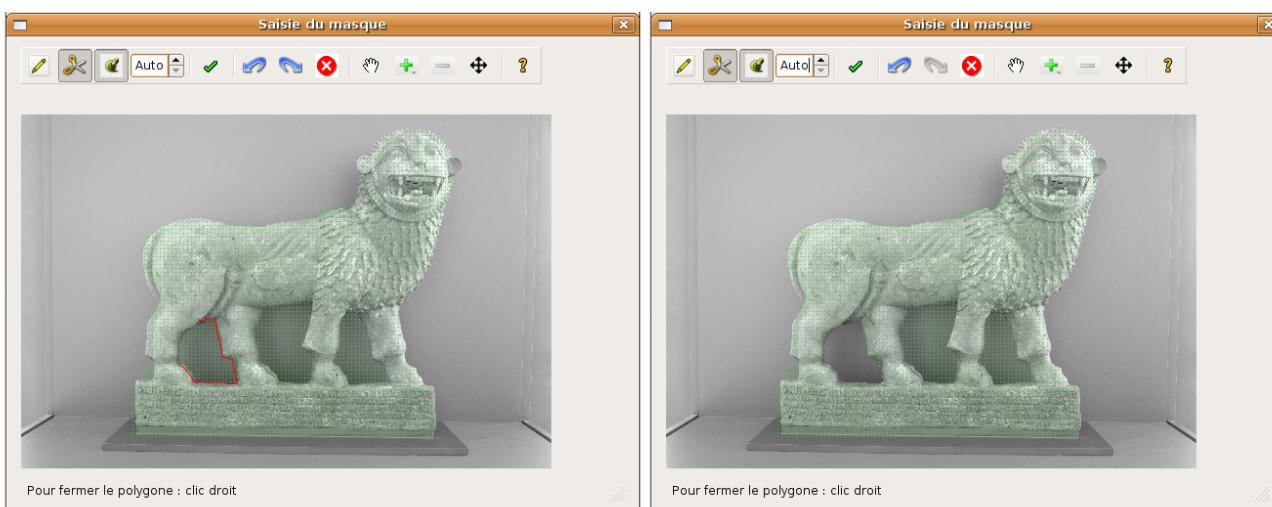
Pour tracer un polygone :



- sélectionner l'outil ;
- tracer les sommets du polygone avec le clic gauche de la souris (le polygone se dessine en vert) ;
- refermer le polygone avec le clic droit de la souris (ou double-cliquer).

Il est possible de dessiner plusieurs polygones ; le masque sera l'union de ces polygones.

Pour découper une partie du polygone, il suffit de tracer un autre polygone avec l'outil (le polygone se dessine alors en rouge) :

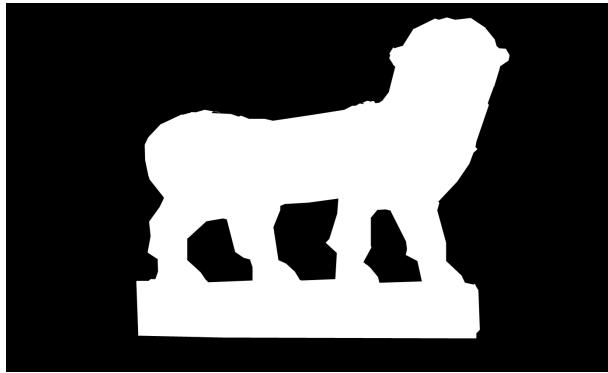


Pour saisir les contours des objets avec plus de précision, sélectionner l'outil puis l'outil ou selon le type de polygone à tracer.

Cet outil calcule le plus court chemin entre le dernier point du polygone tracé et le nouveau point cliqué, ce chemin étant pondéré à la fois par le gradient de l'image et la distance de chaque point du

chemin au segment reliant les extrémités du chemin. Le nombre situé à droite de l'outil d'aide à la saisie permet d'augmenter la pondération relative d'un critère par rapport à l'autre : plus ce nombre sera élevé, plus le chemin suivra le segment reliant ses extrémités. Cet outil ne fonctionne bien que si l'objet à détourer est d'une luminosité différente de celle du fond.

Quand le masque est saisi, ne pas oublier de cliquer sur valider .



## 7. Enregistrer le calcul - Ouvrir et reprendre un calcul précédent

Lorsqu'une étape du calcul est terminée (points homologues trouvés, poses calculées ou carte de profondeur calculées), le calcul est automatiquement enregistré dans le fichier **sauvegarde.xml**.

Pour enregistrer le calcul (même interrompu) dans un autre fichier : dans la fenêtre principale, sélectionner **Fichier -> Enregistrer** ou **Fichier -> Enregistrer sous**.

Un fichier de calcul \*.xml est créé, indiquant l'avancement du calcul, les fichiers créés et les paramètres utilisés.

Pour ouvrir un calcul précédemment enregistré, sélectionner **Fichier -> Ouvrir un calcul**.



L'ouverture d'un autre fichier de calcul efface les données du calcul en cours.

Si le calcul a été interrompu, il est possible de le reprendre où il en était (cela dépend du type de calcul en cours) en sélectionnant **Calcul -> Reprendre**.

Sinon il est possible de passer à l'étape suivante à partir des données enregistrées.

Il est possible d'intégrer des données extérieures à l'interface (si elles sont du même format que celui demandé par l'interface) en les intégrant à un fichier d'enregistrement de calcul, ce qui permet de court-circuiter certaines étapes.



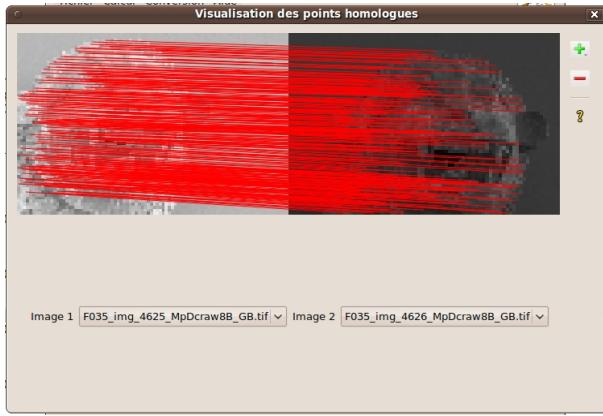
Les différents fichiers créés au cours des calculs dépendent les uns des autres ; si certains ont été modifiés ou renommés, assurez-vous qu'ils restent tous cohérents entre eux.

## 8. Visualisation des résultats

### a. Affichage des points homologues

Cette fenêtre permet de visualiser les points homologues (voir [Rechercher des points homologues](#)). Elle s'ouvre en sélectionnant **Visualisation → Vue des points homologues**.

#### 1. CHOISIR LE COUPLE D'IMAGES



Pour choisir le couple d'images à afficher sélectionner l'image 1 puis l'image 2 dans la liste déroulante en dessous des images. Les points homologues associés sont affichés en rouge.

**!** Seuls les couples d'images entrant dans le calcul des poses, c'est-à-dire ceux pour lesquels au moins 8 points homologues ont été trouvés sont proposés.

## 2. OUTILS DE NAVIGATION

Pour agrandir une image, sélectionner l'outil et cliquer sur l'image correspondante.

Pour réduire une image, sélectionner l'outil et cliquer sur l'image correspondante.

## 3. SUPPRESSION DE POINTS HOMOLOGUES

Si les résultats présentent des points homologues faux qui aboutissent à une divergence du calcul des poses, il est possible de supprimer manuellement ces points faux.

Pour cela, afficher la barre d'outil nécessaire en cliquant sur .

Sélectionner l'outil puis cliquer près du couple à supprimer (sur l'image de gauche ou de droite).

Pour supprimer un groupe de points, utiliser aussi l'outil et encadrer les points à supprimer.

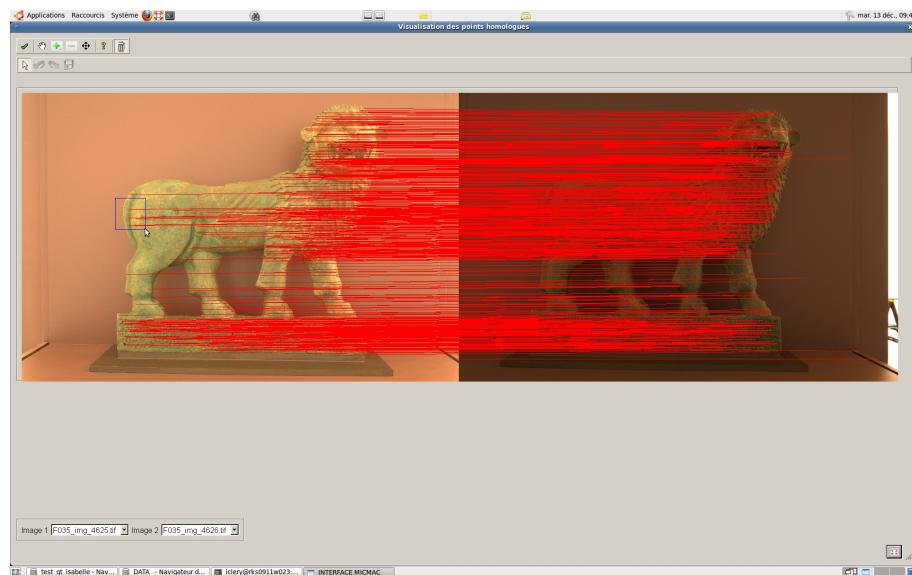
En cas d'erreur, annuler la suppression avec (pour la restaurer, cliquer sur ).

Pour enregistrer les suppressions dans les fichiers, cliquer sur , sinon elles ne seront pas prises en compte dans les calculs.

**!** Une fois les suppressions sauvegardées, il n'est pas possible de retrouver les points homologues supprimés (il faut dans ce cas relancer le calcul des points homologues).

Les suppressions sont enregistrées uniquement dans les fichiers courants :

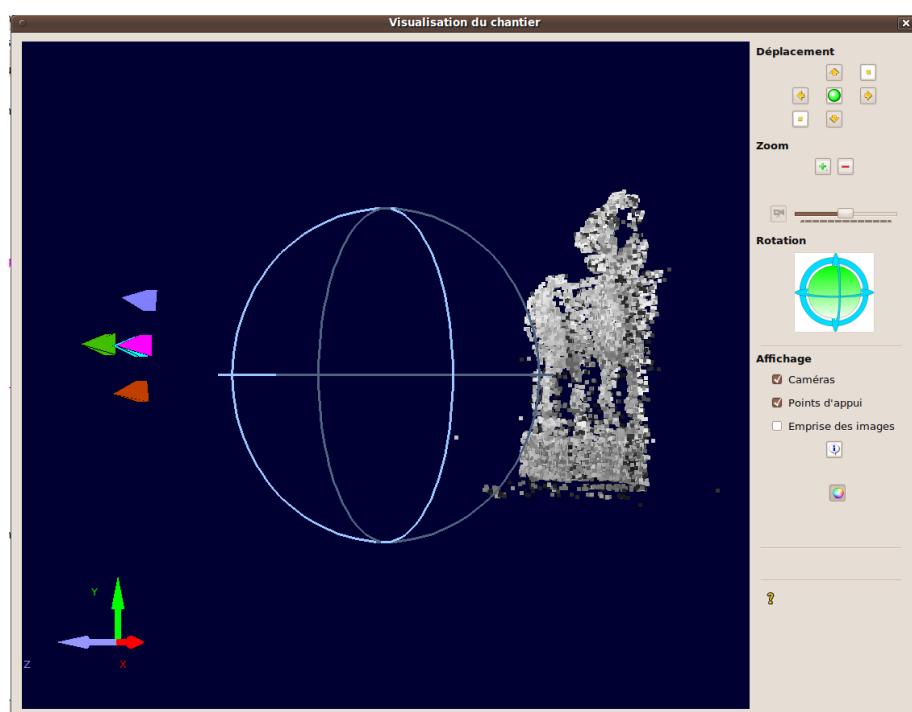
- si les points homologues ont été filtrés lors du calcul des poses, les fichiers initiaux de points non filtrés restent inchangés
- si les points homologues n'ont été filtrés lors du calcul des poses, les fichiers de points filtrés (s'ils existent déjà) restent inchangés ; mais s'ils n'existent pas encore et qu'un filtrage est ensuite calculé, les points supprimés n'y seront pas ajoutés.



### b. Vue du chantier en 3D

Cette fenêtre permet de visualiser les éléments du chantier (position et orientation des caméras, points d'appuis calculés et emprise des images) après calcul des poses des caméras. Elle s'ouvre en sélectionnant **Visualisation -> Vue du chantier** dans la fenêtre principale.

#### 1. PRÉSENTATION DE LA VUE



La partie gauche de la fenêtre représente les éléments du chantier en 3 dimensions à partir des paramètres calculés par l'estimation de poses.

- Les caméras sont symbolisées par des pyramides de sommet le sommet de la prise de vue et de longueur correspondant à la focale de la caméra. Initialement les caméras sont orientés vers le fond.
- Les points homologues représentés en 3D sont texturés avec l'image ayant permis leur calcul.

- L'emprise de l'image (projection de la caméra sur le plan moyen des points d'appui correspondants) est représentée par un rectangle
- Les axes situés en bas à gauche de la vue permettent de visualiser les rotations effectuées.

## 2. UTILISATION DES OUTILS

Les outils situés dans la partie droite de la fenêtre permettent de modifier la vue.

### Translations

- Les outils , , et permettent de se déplacer dans le chantier.
- permet de revenir à la vue initiale.

**NB :** Si des éléments du chantier sortent du champ de la perspective, une partie du chantier sera masquée.

### Zoom

Les outils et permettent respectivement d'agrandir et de réduire la vue .

La vue peut aussi être agrandie ou réduite en modifiant la taille de la fenêtre.

**NB :** Si des éléments du chantier sortent du champ de la perspective, une partie du chantier sera masquée.



permet de modifier l'angle d'ouverture de la vue (utile notamment pour voir l'intérieur d'un objet).

### Rotation



L'outil permet de faire tourner la vue :

- soit en cliquant sur le cercle correspondant à la rotation souhaitée (sauf au milieu du bouton),
- soit en cliquant sur un cercle puis en déplaçant la souris (maintenir le clic) le long de ce cercle jusqu'à atteindre l'angle souhaité ; si vous cliquez au milieu de l'icône, les deux cercles seront sélectionnés.



rotations d'angle fixe (clic)

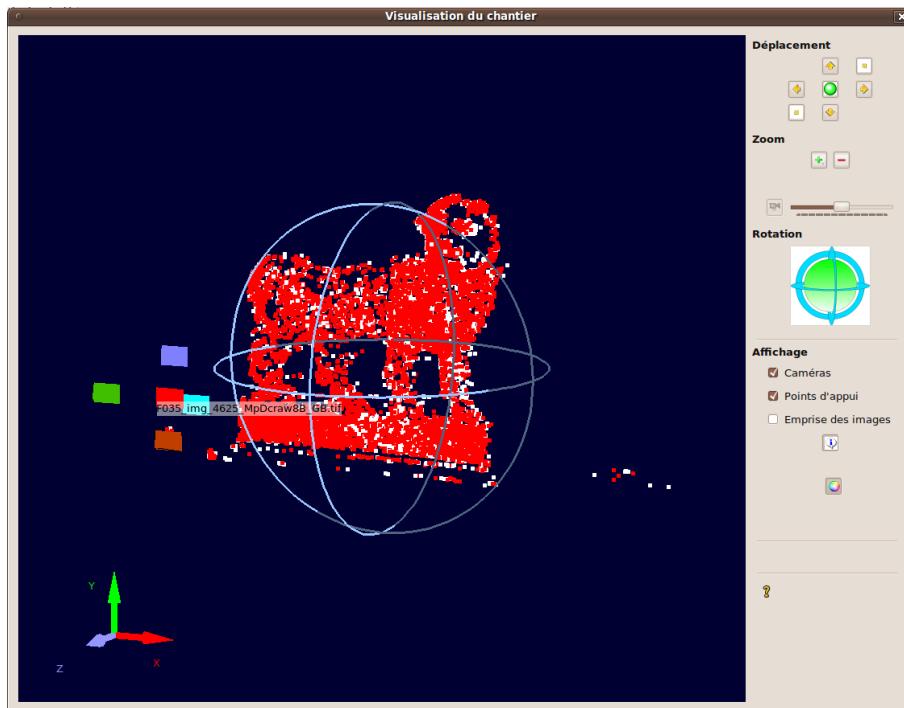


rotations suivant le déplacement de la souris

### Afficher/Masquer les éléments

Il est possible d'afficher/masquer les différents types d'éléments (caméras, points ou emprises) en les activant/désactivant dans le cadre **Affichage**.

Pour connaître le nom des images, sélectionner l'outil  et cliquer sur une caméra : le nom s'affiche au niveau de la souris et la caméra ainsi que les points d'appui et l'emprise correspondants sont colorés en rouge.



NB : Lorsque l'outil  est activé, il n'est plus possible de se déplacer dans la vue avec la souris (mais les outils et les raccourcis clavier sont encore actifs) ; pour permettre à nouveau le déplacement avec la souris, désactiver .

 permet de modifier la couleur du nuage de points (monochrome, couleurs hypsométriques ou texture issue de l'image correspondante).

### 3. DÉPLACEMENT DANS LA VUE À L'AIDE DE LA SOURIS

- Le bouton principal de la souris permet de faire tourner la vue : pour cela, cliquer sur le cercle correspondant à la rotation voulue (le côté clair correspond à la partie au premier plan de la scène), maintenir le clic et faire glisser la souris dans le sens voulu.
- La roulette permet de zoomer.
- Le bouton secondaire de la souris permet de déplacer le chantier dans les deux directions parallèles à la vue.

### 4. RACCOURCIS CLAVIER

#### **Translations et zoom avec le pavé numérique**

8	haut
2	bas
4	gauche
6	droite

+	agrandir
-	réduire
7 ou 9	vers l'avant
1 ou 3	vers l'arrière
0	réinitialisation

#### Translations et zoom avec le clavier par défaut

h	haut
b	bas
g	gauche
d	droite
+	agrandir
-	droite
p	vers l'avant (plus près)
l	vers l'arrière (plus loin)
o	réinitialisation

#### Rotations

↑ et ↓	rotations autour de l'axe x de la fenêtre
← et ↑	rotations autour de l'axe y de la fenêtre
Espace et Alt (ou Alt Gr)	rotations autour de l'axe z de la fenêtre

### c. Vue des nuages de points

Cette fenêtre s'ouvre en sélectionnant **Visualisation -> Vue des nuages de points** dans la fenêtre principale.

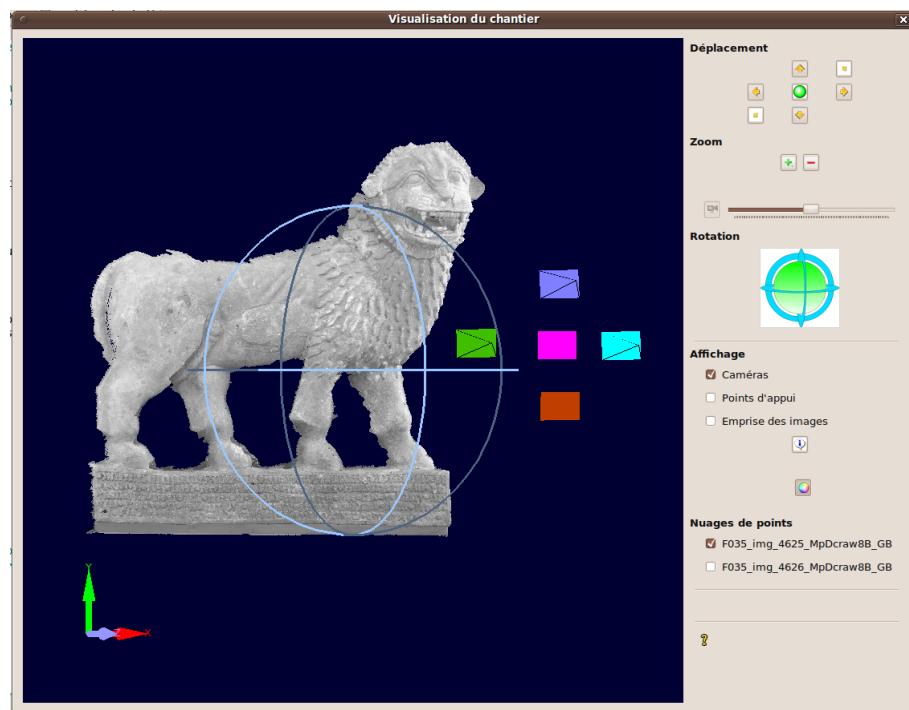
C'est la même fenêtre que la précédente ; les différents nuages de points y sont ajoutés. Il est possible d'afficher/masquer chacun des nuages ou de les afficher en couleurs hypsométriques, avec texture ou de manière monochrome à partir de la barre d'outils.

S'il y a beaucoup de nuages, leur chargement peut prendre un certain temps.

La résolution des nuages affichés dépend de leur distance à l'utilisateur. Cependant, si les nuages sont trop lourds, l'affichage peut se fixer à une certaine résolution.

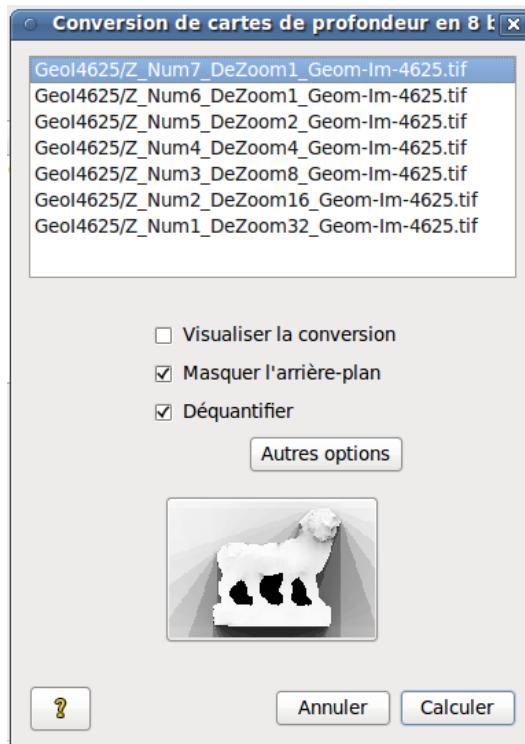
Les nuages de points sont par défaut texturés soit avec l'image de référence si la carte de profondeur correspondante a été calculée dans le référentiel de l'image de référence, soit avec le tableau d'assemblage si la carte de profondeur a été calculée dans le repaire terrain. Pour texturer un nuage de point avec des orthoimages mosaïquées (cas du repère terrain uniquement), la mosaïque doit

avoir été calculée avant le chargement de la vue 3D. Sinon il faut redémarrer l'interface afin qu'elle prenne la mosaïque en compte.



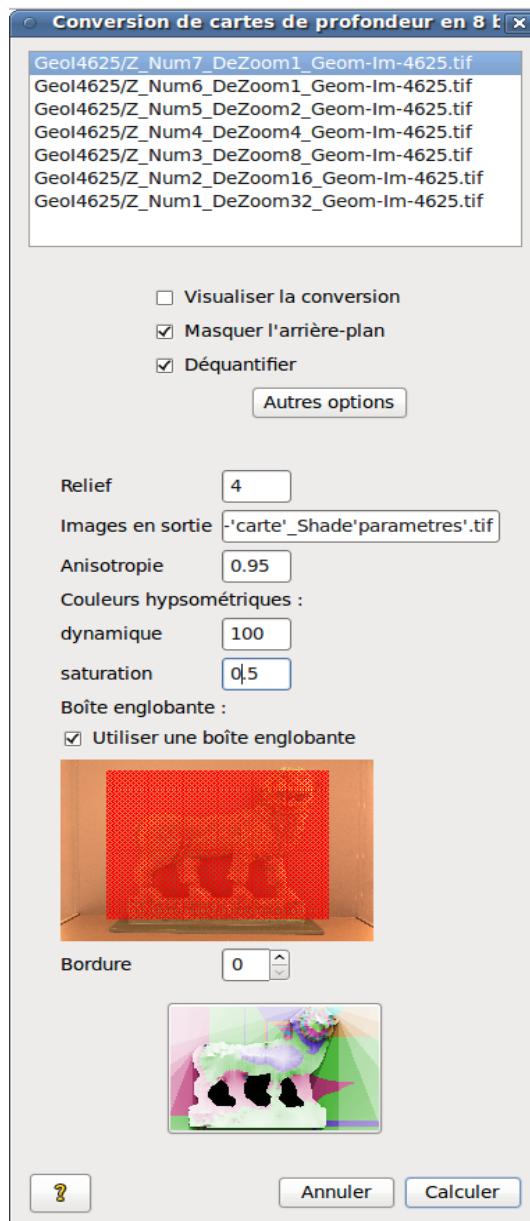
## 9. Conversion des cartes de profondeur au format tif 8 bits

Les cartes de profondeur calculées précédemment sont codées en 16 bits et ne sont donc pas utilisables telles quelles. Il est possible de les convertir en 8 bits en sélectionnant : **Conversion → Cartes de profondeur 8 bits**.



Les cartes de profondeur créées correspondent à différents niveaux de précision (indiqués par la particule « **DeZoom + x** »).

- Sélectionner dans la liste la ou les cartes à convertir ;
- Sélectionner les options de la conversion :
  - **Visualiser la conversion** montre l'image convertie à chaque étape du calcul ;
  - **Masquer l'arrière-plan** utilise le masque ayant le même niveau de précision (calculé précédemment) pour ignorer l'arrière-plan lors de la conversion et lui donner une valeur nulle (l'arrière-plan n'ayant pas été pris en compte lors du calcul de la carte de profondeur, des valeurs quelconques lui ont été assignées) ;
  - **Déquantifier** permet de lisser les niveaux de profondeur présents dans la carte ;
- Pour paramétriser d'autres options, cliquer sur **Autres options** :

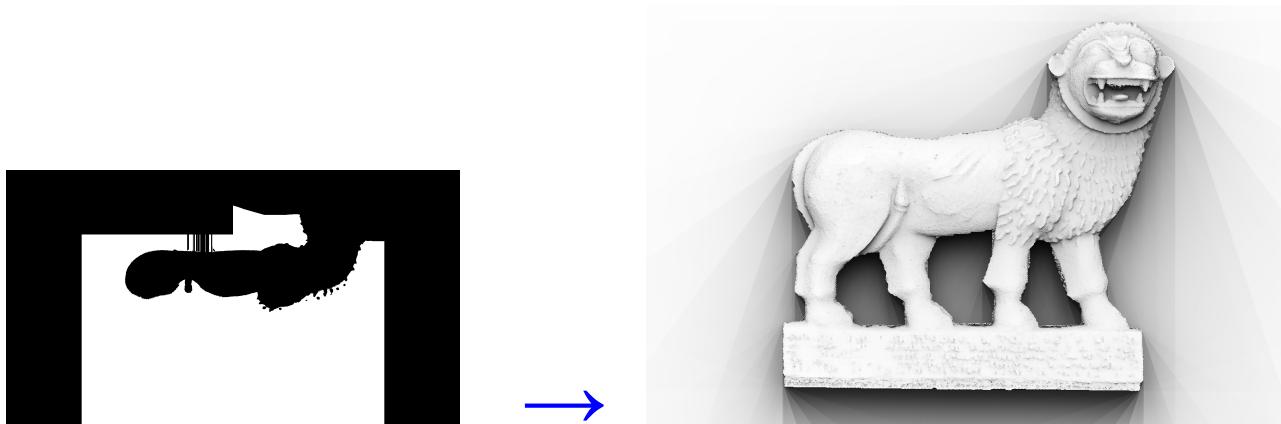


- Le **nombre de sources** définit le nombre sources de lumière ; elles sont réparties uniformément autour de l'image
- Le **mode d'ombrage** permet d'additionner les ombrages locaux (Local) ou ombrages globaux sur toute l'image (Ciel Vu)
- **Relief** permet d'exagérer le relief en le multipliant par un coefficient, afin de le rendre plus visible après ombrage et coloration ;

- **Images en sortie** permet de spécifier les noms des images 8 bits (chemin complet) ; pour conserver la généricité du nom (s'il y a plusieurs images) utiliser les mots-clés (sans oublier les ') :
  - 'carte' : numéro de l'image de référence,
  - 'repertoire' : dossier des données initiales,
  - 'dezoom' : échelle de l'image,
  - 'etape' : numéro de l'étape dans le calcul précédent ; attention l'étape 6 et 7 ont le même dézoom
  - 'parametres' (paramètres saisis dans cette fenêtre)
- **Anisotropie** permet de modifier la direction de la lumière : s'il est nul, l'ombrage est isotrope (toutes les directions sont équivalentes), plus il est proche de 1 plus on fait jouer un rôle privilégié aux directions proches du "nord" de l'image ; il est doit être compris entre 0 et 1 ;
- **Couleurs hypsométriques** permet de modifier la dynamique (le nombre de couleurs) et la saturation de la coloration hypsométrique de l'image de profondeur ;
- La **boîte englobante** permet de restreindre le calcul à un cadre saisi dans l'image située en dessous ; pour cela, cliquer sur un coin du rectangle rouge et le faire glisser jusqu'à la taille voulue ;
- Souvent les valeurs en bord d'images sont bruitées (voir sans signification) ; si ce sont des valeurs élevées, elles ont une forte influence sur l'ombrage ; **Bordure** permet d'appliquer au bord de largeur ce paramètre la valeur minimale de l'image, afin qu'il n'influence pas l'ombrage.

Un aperçu de la première carte à laquelle sont appliqués les paramètres saisis est représentée en bas de la fenêtre ; ! penser à vérifier dans la console s'il n'y a pas de message d'erreur concernant la validité des paramètres avant de lancer le calcul ;

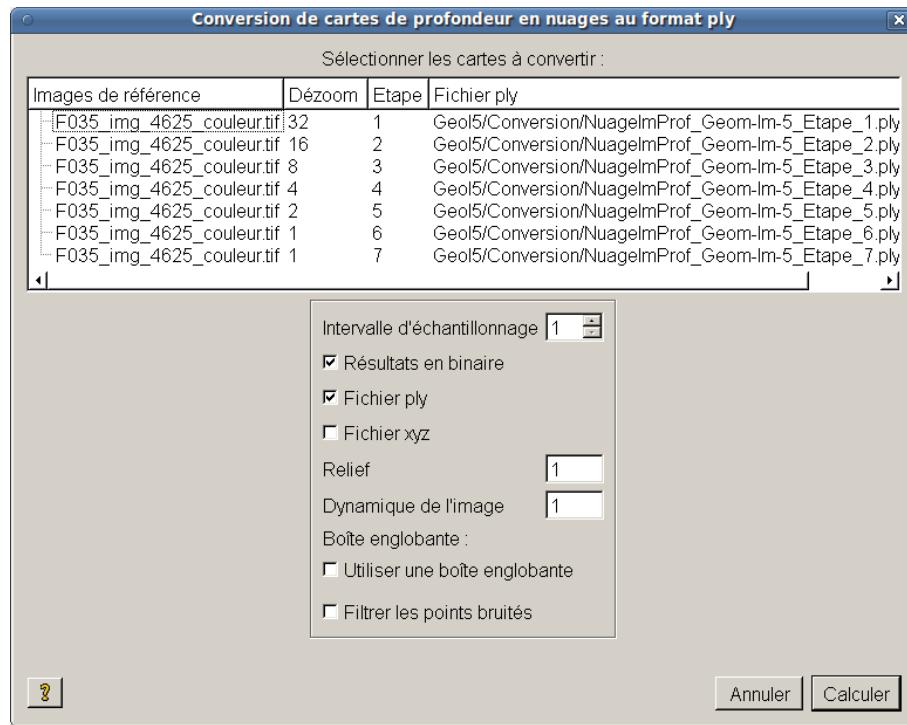
Cliquer sur **Calculer**.



Les images converties se trouvent par défaut dans le dossier **Geo\*/Conversion**.

## 10. Conversion des cartes de profondeur en nuages 3D

Pour convertir les cartes de profondeur en nuages de points 3D et les exporter au format \*.ply, sélectionner : **Conversion → Modèles 3D**.



Cette fenêtre affiche toutes les cartes à toutes les résolutions calculées. Pour convertir un ensemble de cartes, il suffit de les sélectionner et de cliquer sur **Calculer**.

Options possibles :

- L'**intervalle d'échantillonnage** permet de ne calculer que 1 point par intervalle sans modifier l'échelle du nuage (contrairement à l'étape).
- Le format des fichiers en sortie dépend de l'application utilisée pour les lire ; pour les lire avec MeshLab sous Linux, cocher **Fichier ply** et décocher **Fichier xyz**, pour les lire avec MeshLab sous Windows, décocher **Fichier ply** et **Fichier xyz**.
- **Relief** permet d'exagérer le relief en le multipliant par un coefficient, afin de le rendre plus visible.
- La **dynamique de l'image** permet de modifier l'histogramme de l'image
- La **boîte englobante** permet de n'exporter qu'une partie du nuage (pour son utilisation, voir partie **Conversion des cartes de profondeur au format tif 8 bits**)
- Le **filtrage des points bruités** est un filtrage automatique des points ayant obtenu un faible coefficient de corrélation et situés sur une forte pente ; le résultat est meilleur pour les scènes bien texturées et contenant des pentes marquées ; tous les points bruités ne sont pas filtrés et un filtrage manuel est généralement nécessaire, mais cela permet d'améliorer la visualisation.

D'autres options sont accessibles : positionner la souris sur la ligne correspondante (sans la sélectionner) et faire clic droit :

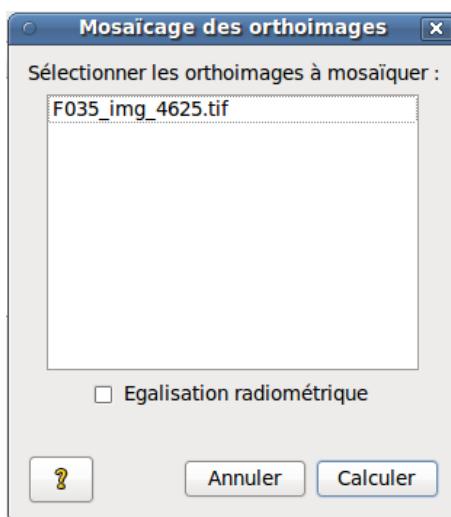
- Pour appliquer une autre image de texture que celle proposée, choisir **Autre image de texture** et sélectionner l'image souhaitée (elle sera appliquée à toutes les échelles de la carte modifiée).
- Pour enregistrer le fichier ply dans un autre répertoire que celui proposé, choisir **Autre répertoire de sauvegarde**, et sélectionner le dossier (qui sera aussi appliqué à toutes les échelles de la carte).

- Pour filtrer manuellement les points bruités (cas notamment des scènes présentant des discontinuités), choisir **Masque de filtrage des points bruités**, ouvrir un masque (soit un masque de filtrage déjà existant, soit le masque utilisé pour créer la carte de profondeur), éventuellement le modifier et l'enregistrer. Le masque est superposé à la carte de corrélation afin de faciliter la détection des zones bruitées (faible coefficient de corrélation donc zones plus sombres).

Si la carte de profondeur a été calculée dans le repère terrain, l'image par défaut est le tableau d'assemblage. Penser donc à calculer l'orthoimage mosaïquée avant et à la sélectionner comme image de texture.

## 11. Calcul des orthoimages mosaïquées

Pour mosaïquer les orthoimages créées lors du calcul des cartes de profondeur, sélectionner : **Conversion → Orthoimages**.



Sélectionner les orthoimages à mosaïquer et cliquer sur **Calculer**. Seules apparaissent dans la liste les orthoimages dont la carte de profondeur a été calculée avec l'option « **Calculer les orthoimages** ».

Pour égaliser radiométriquement les images utilisées pour la mosaïque, cocher « **Egalisation radiométrique** ».

Le résultat est une image au format tif nommée Ortho-Eg-Test-Redr.tif ou Ortho-NonEg-Test-Redr.tif selon le cas et placée dans le dossier ORTHO correspondant.

## IV Contact

Pour les rapports de bugs, les remarques sur l'interface, les propositions d'amélioration ou pour toute question concernant l'acquisition des données, l'utilisation ou les applications de l'interface, merci d'envoyer un e-mail à [isabelle.clery@ign.fr](mailto:isabelle.clery@ign.fr)

## ANNEXE ACQUISITION DES DONNÉES

### 1 Réglages

- Les images peuvent provenir de n'importe quel type d'appareil photo. Mais la qualité esthétique des photos (et donc du modèle texturé) et la précision peuvent dépendre de la qualité de l'appareil photo (généralement la précision dépend surtout de la prise de vue).
- Si possible ne pas régler l'autofocus et faire la mise au point une fois pour toute à chaque changement d'objectif (en effet, si la mise au point change, la calibration de l'objectif changera et il faudra l'indiquer dans l'interface). Il s'agit donc de s'assurer que la profondeur de champ est suffisante et que toute la scène est nette.
- Éviter autant que possible les reflets spéculaires (objets métalliques) ainsi que les scènes avec arrière-plans trop changeants (arbres, foule). Éviter de même les flashes et les sources lumineuses mobiles (utiliser plutôt des projecteurs fixes). Les ombres ne sont pas gênantes et peuvent même aider l'algorithme (sauf saturation), mais elles ne doivent pas bouger.
- Une variation de luminosité n'a pas d'incidence sur le calcul du modèle 3D tant qu'il n'y a ni saturation ni zones noires étendues; cependant les différents nuages constituant le modèle 3D auront des radiométries différentes (il est alors conseillé d'égaliser entre elles les « images de référence » utilisées pour les nuages juste avant leur conversion au format ply).
- Il est déconseillé d'utiliser des images jpg compressées. Si tel est le cas, adapter la taille du capteur en conséquence dans l'interface.
- Les algorithmes utilisés ne fonctionnent que sur des scènes texturées (pierre, tissus colorés, terre cuite) ; éviter donc les plâtres monochromes, les couleurs uniformes et lisses. Si la scène contient une zone non texturée à modéliser en 3D, cette zone apparaîtra fortement bruitée.
- L'aérotriangulation d'images prises avec des objectifs de longues focales n'est pas robuste et diverge souvent ; il faut donc reprendre des photos de la même partie de la scène avec un objectif courte ou moyenne focale.
- De plus, si les images présentent des échelles très différentes (images prises avec des objectifs de courtes et de longues focales, ou de distance très différentes à la scène), il peut être utile de rajouter des images d'échelle intermédiaire afin que l'algorithme trouve des points homologues entre les deux blocs d'images.

### 2 Protocole de prise de vue

La prise de vue doit obéir à deux contraintes :

- Le calcul d'une carte de profondeur pour chaque point de vue souhaité (correspond à l'étape MicMac du calcul),
- Le positionnement de toutes les cartes de profondeur (donc de toutes les images utilisées) dans un même référentiel afin de fusionner les nuages de points (étape Apero).

Différents cas d'étude sont présentés sur le site du laboratoire MAP : [www.tapenade.gamsau.archi.fr](http://www.tapenade.gamsau.archi.fr) (site en construction).

## a. Prise de vue convergente

### A Prise de vue pour une carte de profondeur

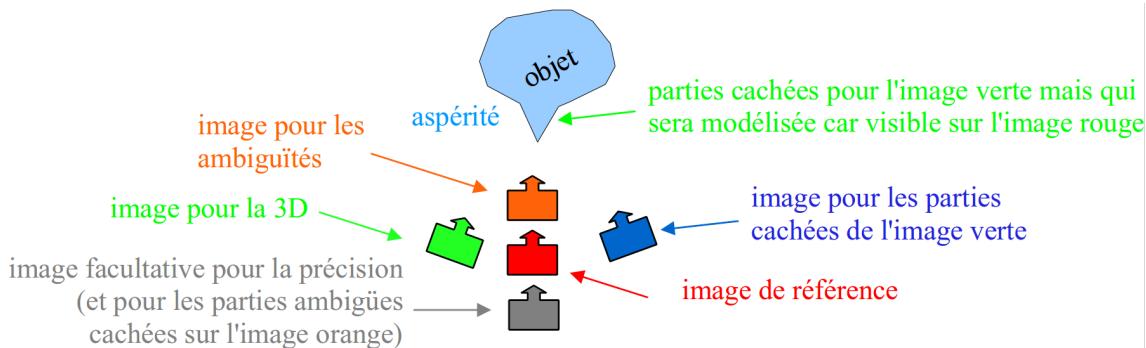
La carte de profondeur correspond à l'ensemble des points de la scène vus par une « image de référence », ce qui signifie que chaque pixel de cette image sera représenté en 3D (même principe que pour un scanner laser de même angle d'ouverture que l'objectif utilisé).

La densité et la résolution du nuage de points sont directement liées à la résolution de cette image de référence ; pour obtenir un nuage très précis il suffit de s'approcher de l'objet à modéliser ou d'utiliser une focale plus longue ; cette technique s'adapte donc à une très large gamme de résolutions.

Pour obtenir l'information 3D manquante à partir de l'image 2D, on utilise un ensemble d'autres images, acquises selon le principe de stéréoscopie : toute partie à modéliser doit être vue dans au moins une autre image (pas forcément la même pour toute la scène).

Si un pixel de l'image de référence (inclus dans le masque) n'est pas vu sur une autre image, il sera soit corrélé avec un pixel similaire par l'algorithme, soit relégué par défaut à l'arrière-plan ; dans tous les cas, cela créera un point 3D faux (s'il est isolé il sera généralement récupéré lors du lissage de la surface).

L'expérience montre que les configurations en croix (5 images) ou en T (4 images) permettent d'éviter ces problèmes de parties cachées.



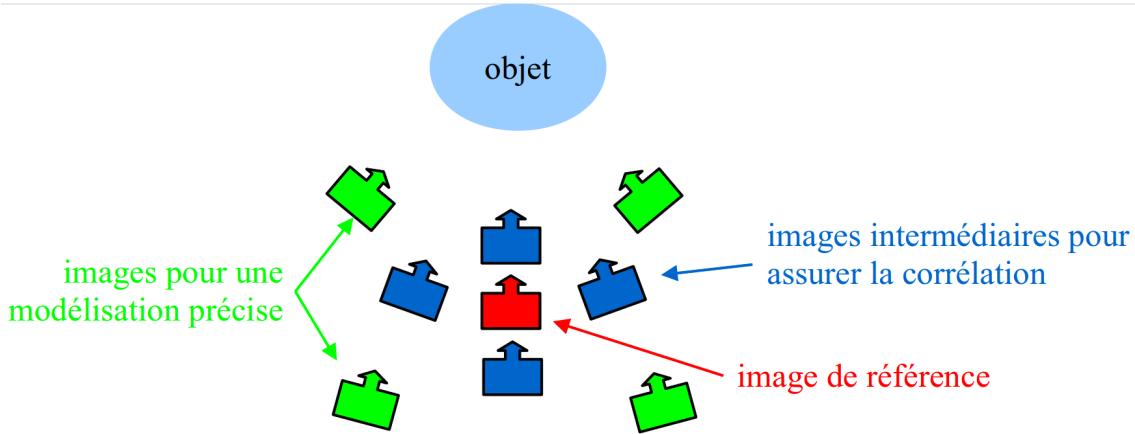
*Exemple de configuration de prise de vue convergente pour une carte de profondeur.*

La croix peut être prise dans le plan horizontal (attention à la mise au point) ou vertical.

(Les ambiguïtés sont dues aux objets linéaires parallèles à la droite reliant les poses de la caméra. Elles sont levées en prenant une photo en dehors de cette droite)

A noter que plus la distance entre les caméras est grande et plus le modèle sera précis.

Cependant, la correspondance entre les pixels de l'image de référence et ceux des autres images se fait par corrélation, c'est-à-dire par similitude de leur voisinage. Si l'objet est trop déformé d'une image à l'autre, il n'y aura pas de correspondance. Pour les modèles demandant une grande précision, on insère alors des images intermédiaires afin de répartir les déformations. Une configuration possible est celle-ci :



*Exemple de configuration de prise de vue convergente pour une carte de profondeur avec grande précision de la profondeur*

A noter que plus il y a d'images et plus la carte sera précise mais plus le calcul sera beaucoup plus long.

### **B Prise de vue pour relier les cartes de profondeur**

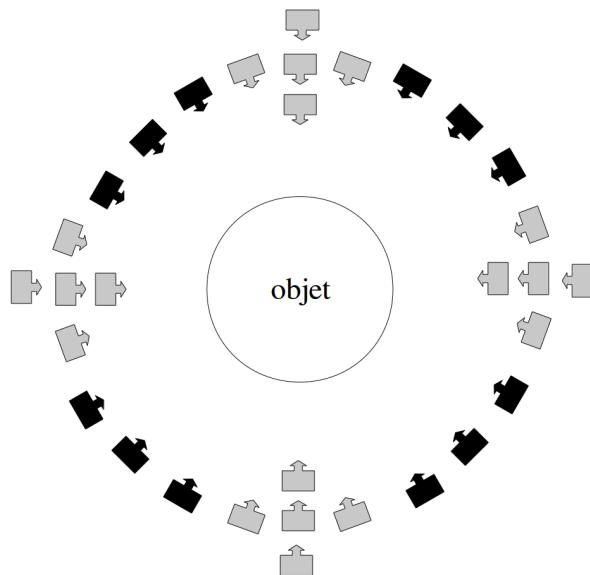
Pour modéliser entièrement un objet, il suffit d'en faire le tour et de créer des cartes de profondeur pour chacune de ses faces (ou plus selon la complexité de sa forme) ou, si l'objet est plutôt proche d'un plan, de le découper en blocs et de créer une carte de profondeur par bloc.

Une méthode pour assurer l'exhaustivité du modèle est de prendre, avant la prise de vue proprement dite, une photo pour chaque future carte puis de vérifier que toute la surface de l'objet est visible sur ces photos.

Pour que tous les nuages de points soient dans le même référentiel, il faut relier les photos utilisées pour les différentes cartes de profondeur avec des photos intermédiaires.

Les images sont reliées les unes au autres par des points homologues : ce sont des points d'intérêt (zones de fort gradient : taches, coins d'objets) que l'on apparie avec un point d'intérêt d'un autre image grâce à la ressemblance de leur voisinage.

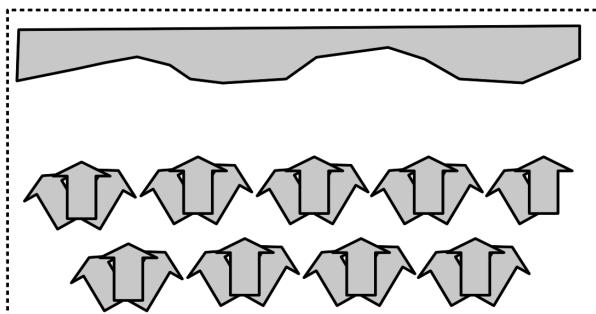
Afin d'assurer la liaison d'une image à l'autre, il faut qu'elles se recouvrent suffisamment (au moins 60% de l'image). De plus les parties de l'objet sont déformées d'une image à l'autre car vues selon un angle différent. Au final, une rotation de 10 à 20° (selon la courbure de l'objet et sa complexité) à chaque photo est suffisant. A noter qu'il vaut mieux prendre trop de photos que pas assez, car il est rarement possible de compléter la prise de vue dans les mêmes conditions mais plus facile de laisser un calcul tourner.



*Exemple de configuration globale de prise de vue convergente pour un objet dont on fait le tour*

Cette configuration utilisée pour la prise de vue parallèle est aussi utilisable pour les objets dont on fait le tour mais plus grands que le champ de la caméra. Dans ce cas, pour chaque image pour laquelle le problème se pose (image de référence et/ou images pour la corrélation), il suffit de faire une petite panoramique au lieu d'une seule image. Lors du calcul, il faudra alors soit inclure toutes les images utilisées pour ce point de vue si l'image de référence n'a pas été dédoublée, soit séparer ce point de vue en plusieurs cartes de profondeur s'il y a beaucoup d'images, soit créer une seule carte calculée dans le repère terrain.

### b. Prise de vue parallèle



*Configuration globale de prise de vue convergente pour une scène relativement plane et étendue (il n'est pas nécessaire de prendre plusieurs images par point de vue, cela dépend de l'accessibilité de la scène et permet de réduire le nombre de points de vue)*

Ce type de prise de vue est surtout utilisé en aérien ou pour les bâtiments. En effet, en photogrammétrie terrestre, il est préférable d'utiliser une prise de vue convergente du fait que le relief est souvent plus marqué et donc présente plus de parties cachées, et surtout pour obtenir une plus grande redondance et donc une plus grande précision, ce qui est plus simple à obtenir en photogrammétrie terrestre qu'avec un avion.

La prise de vue classique se fait par bandes, avec un recouvrement de 80% entre les images et 20% inter-bandes.

### c. Auto-calibration

Si les paramètres d'étalonnage des objectifs utilisés ne sont pas connus, une prise de vue spécifique peut assurer la convergence du calcul.

Pour cela prendre quelques photos (configuration du type prise de vue convergente pour une carte de profondeur) d'une scène très texturée présentant des différences de profondeur (coin de mur...).