



# Redresseur MANUEL UTILISATEUR

2013



ÉCOLE NATIONALE  
DES SCIENCES  
GÉOGRAPHIQUES

**Copyright © 2013 Yves EGELS / ENSG**

# Redresseur

---

Yves EGELS  
Ecole nationale  
des sciences  
géographiques  
Département  
Imagerie aérienne  
et spatiale

# Table des matières

<b>Part I</b>	<b>Redresseur .....</b>	<b>5</b>
1.1	<b>Introduction.....</b>	<b>8</b>
1.1.1	But du logiciel.....	8
1.1.2	Nouveautés de la version 3 .....	9
1.1.3	Quelques ouvrages de référence .....	10
1.1.4	Sites web .....	11
1.2	<b>Les données .....</b>	<b>12</b>
1.2.1	les images .....	12
1.2.2	les points d'appui.....	13
1.2.3	La caméra .....	14
1.2.4	Le fichier de chantier.....	15
1.2.5	APX, fichier résultat de triangulation .....	16
<b>Part II</b>	<b>Interface .....</b>	<b>17</b>
2.1	<b>Fenêtre principale .....</b>	<b>18</b>
2.1.1	Accès aux fonctions du logiciel .....	18
2.1.2	Menu Fichiers.....	19
2.1.3	Parametres .....	20
2.1.4	Liste des images.....	22
2.1.5	Association caméra-image .....	23
2.1.6	Mesures des points homologues et des points d'appui.....	24
2.1.7	Numérotation des points .....	25
2.1.8	gestion des bandes .....	26
2.2	<b>Fenêtre image .....</b>	<b>27</b>
2.2.1	fenetre image .....	27
2.2.2	Raccourcis souris.....	28
2.2.3	Zoom.....	29
2.2.4	Contraste .....	30
2.2.5	Annule.....	31
2.2.6	Corrélation automatique .....	32
2.2.7	Barre fenetre image .....	33

2.2.8 Liaison des fenêtres .....	34
<b>Part III Géoréférencement .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Redressement plan .....</b>	<b>36</b>
3.1.1 Ajustement.....	36
3.1.2 Rectification.....	37
3.1.3 Assemblage des images avec EnBlend.....	38
3.1.4 Calcul des lignes de raccord et production de la mosaïque .....	39
<b>3.2 Phototriangulation.....</b>	<b>40</b>
3.2.1 Principe.....	40
3.2.2 Module de triangulation.....	41
3.2.3 Onglet calcul.....	43
3.2.3.1 Panneau des images .....	44
3.2.3.2 Panneau des outils .....	45
3.2.3.3 Panneau des groupes .....	46
3.2.3.4 Orientation relative.....	48
3.2.3.5 Liaison de groupes .....	50
3.2.3.6 Relèvement dans l'espace .....	51
3.2.3.7 Orientation absolue .....	52
3.2.3.8 Compensation par faisceaux .....	53
3.2.4 Onglet résidus .....	54
3.2.4.1 Tableau image.....	55
3.2.4.2 Tableau point .....	56
3.2.4.3 Tableau terrain.....	58
3.2.4.4 Activation - désactivation .....	59
3.2.5 Onglet Graphique.....	61
3.2.6 Onglet Prédicteur .....	62
3.2.7 Onglet Listing.....	63
3.2.8 Sauvegarde/restauration d'un calcul.....	64
3.2.9 Etalonnage .....	65
<b>3.3 Automatisation des mesures.....</b>	<b>66</b>
3.3.1 Création de points d'intérêt .....	66
3.3.2 Tableau d'assemblage manuel.....	67
3.3.3 Tableau d'assemblage automatique.....	68
3.3.4 Appariement .....	69
3.3.5 Calcul de la triangulation.....	70



# Chapitre I

## Redresseur

## 1 . Redresseur

### 1.1. Redresseur

#### 1.1.1. Redresseur



Ce logiciel a été écrit dans le cadre de mes activités pédagogiques à l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques. Il est distribué en tant que logiciel gratuit.

Ce logiciel est régi par la licence CeCILL soumise au droit français et respectant les principes de diffusion des logiciels libres. Vous pouvez utiliser, modifier et/ou redistribuer ce programme sous les conditions de la licence CeCILL telle que diffusée par le CEA, le CNRS et l'INRIA sur le site <http://www.cecill.info>.

En contrepartie de l'accessibilité au code source et des droits de copie, de modification et de redistribution accordés par cette licence, il n'est offert aux utilisateurs qu'une garantie limitée. Pour les mêmes raisons, seule une responsabilité restreinte pèse sur l'auteur du programme, le titulaire des droits patrimoniaux et les concédants successifs.

A cet égard l'attention de l'utilisateur est attirée sur les risques associés au chargement, à l'utilisation, à la modification et/ou au développement et à la reproduction du logiciel par l'utilisateur étant donné sa spécificité de logiciel libre, qui peut le rendre complexe à manipuler et qui le réserve donc à des développeurs et des professionnels avertis possédant des connaissances informatiques approfondies. Les utilisateurs sont donc invités à charger et tester l'adéquation du logiciel à leurs besoins dans des conditions permettant d'assurer la sécurité de leurs systèmes et ou de leurs données et, plus généralement, à l'utiliser et l'exploiter dans les mêmes conditions de sécurité. Le fait que vous puissiez accéder à cet en-tête signifie que vous avez pris connaissance de la licence CeCILL, et que vous en avez accepté les termes.

Contrepartie de la gratuité

## 1 . Redresseur

### 1.1. Introduction

#### 1.1.1. But du logiciel

Ce logiciel a pour but initial l'assemblage de photographies redressées, de façon à créer une représentation métrique d'un objet plan.

Il permet de traiter un ensemble d'images, en optimisant les raccords, en ayant un nombre de points d'appui sensiblement inférieur à des redressements individuels.

Il peut également servir d'outil de calcul pour la réalisation d'une phototriangulation et d'une orthophoto d'un objet plus complexe (à l'aide du module orthophoto de Cumulus)

Il est construit sur des bases photogrammétriques, que l'on pourra retrouver dans tout bon manuel de photogrammétrie numérique, et en particulier dans les supports de cours de l'école d'été *Photogrammétrie rapprochée pour l'architecture* organisée par l'ENSG

## 1 . Redresseur

### 1.1. Introduction

#### 1.1.2. Nouveautés de la version 3

La section de phototriangulation a été entièrement réécrite, avec une structure de données plus générale :

- la notion de couple a été remplacée par celle de groupe, ensemble d'images reliées dans le même référentiel. Le couple est un cas particulier de groupe.
- les points appartenant à des images non successives sont correctement calculés
- il est possible d'ajouter une image isolée à un groupe par relèvement dans l'espace
- il est possible d'orienter un groupe à tout moment, et également de le compenser
- il est possible de compenser un groupe "en l'air", sans point d'appui
- il est possible de réaliser l'étalonnage des caméras, avec ou sans point d'appui
- pour faciliter le calcul de mesures automatisées, on peut importer le résultat d'une orientation réalisée avec Photosynth
- la robustesse de la procédure d'élimination des fautes grossières a été améliorée (algorithme Ransac)
- Les objectifs fish-eye sont supportés.

Quelques additions d'interface utilisateur :

- déplacement de l'image avec la main (en appuyant sur <ctrl> et le bouton gauche de la souris)
- déplacement du point mesuré avec les flèches
- outil de déplacement des fenêtres image
- chargement automatique des vignettes de corrélation lors des reprises
- Un prédicteur facilite la création de bloc solides.
- Une sauvegarde/restauration du calcul a été prévue pour faciliter les reprises de gros blocs.



## 1 . Redresseur

### 1.1. Introduction

#### 1.1.3. Quelques ouvrages de référence



Photogrammétrie numérique  
sous la direction de M.Kasser et Y.Egels  
[Editions Hermès](#) Paris

Digital Photogrammetry  
M.Kasser and Y.Egels  
[Ed. Taylor and Francis](#) London

Manuel de photogrammétrie : principes et procédés fondamentaux  
KRAUS Karl - WALDHÄUSL Peter  
[Editions Hermès](#) Paris

[ENSG Cours](#) de photogrammétrie.

## 1 . Redresseur

### 1.1. Introduction

#### 1.1.4. Sites web

Ecole nationale des sciences géographiques [ENSG](#)

Société Française de Photogrammétrie et Télédétection [SFPT](#)

Comité International de Photogrammétrie Architecturale [CIPA](#)

Vous pouvez partager vos expériences et vos questionnements sur le  
Blog de photogrammétrie architecturale [PArchi](#)

## 1 . Redresseur

### 1.2 . Les données

#### 1.2.1. les images

Le logiciel est prévu pour traiter essentiellement des images obtenues par des appareils photographiques numériques.

Pour la photo argentique, l'orientation interne de l'image doit avoir été faite précédemment (par exemple avec BORI IMAGE pour des photos sans repère), et fournie dans le format .REP du Poivilliers F.

Il doit pouvoir lire à peu près tout type standard de fichier image. Il a pour l'instant été essentiellement testé avec des images couleur Tiff ou Jpeg. Il donne des résultats très bizarres avec les images en noir et blanc, et abandonne rapidement avec des images de grande taille (plusieurs dizaines de méga)

## 1 . Redresseur

### 1.2 . Les données

#### 1.2.2 . les points d'appui

Le redressement nécessite la mesure d'un certain nombre de points d'appui (au minimum 4) dans la mosaïque, et de points de liaison permettant d'assurer le raccord des images entre elles. Les points d'appui (mesurés par exemple avec une station totale), doivent être fournis dans un fichier texte (extension par défaut .APP, séparés par des espaces)

contenant, pour chaque point:

numéro code X Y Z

Le numéro permettra de les identifier lors de la saisie

le code indique quelles coordonnées sont connues : 1 = Z, 2 = X et Y, 3 = X,Y et Z (seuls les points de code 3 sont pris en compte pour le redressement)

Les codes 11 12 et 13 indiquent des points de contrôle (non pris en compte dans le calcul d'ajustement)

X,Y et Z : coordonnées en mètres dans le système terrain général des points d'appui (le logiciel se chargera des rotations pour se mettre par exemple dans le plan des façades).

Pour les cas simples, il est possible de mesurer un quadrilatère par les 4 côtés et les diagonales (éventuellement une seule, mais il n'y aura aucun contrôle). Une page du menu [Paramètres](#) permet d'effectuer aisément ce calcul.

Exemple:

313	3	73.438	457.671	104.896
401	3	106.321	481.465	99.815
402	3	102.236	468.128	100.035

## 1 . Redresseur

### 1.2 . Les données

#### 1.2.3 . La caméra

le redresseur peut corriger les images de la distorsion de l'objectif (voir le [sujet correspondant](#)), et calculer la position des points de prise de vue. Pour cela, il faut fournir les données suivantes, dans un fichier texte de description de la caméra (extension par défaut .CAM).

- 1) X et Y du centre optique, distance principale, [X et Y du centre de symétrie de la distorsion] [fish-eye]
- 2) 3 coefficients du polynome de distorsion
- 3) nombre de repères de fond de chambre (0 pour appareil numérique)
- 4) X et Y des repères de fond de chambre
- 5) largeur hauteur du capteur (appareil numérique)

Exemple (celui d'un Minolta Dimage en position 28mm)

```
1298. 47      947. 33      2128. 51      1308. 42      941. 65
-4. 215065E-0008  8. 589879E-0015 -1. 231734E-0022
0
2560 1920
```

Remarque : Les caméras sont affectées image par image. Un chantier peut donc être pris avec plusieurs caméras

Les objectifs fish-eye sont pris en charge, en portant l'indication en fin de première ligne.

## 1 . Redresseur

### 1.2 . Les données

#### 1.2.4 . Le fichier de chantier

les données enregistrées lors d'une session sont sauvegardées dans un fichier de chantier d'extension .RED, qui permet la reprise et la correction des mesures.

C'est un fichier texte, comprenant les données suivantes :

1) le nom du fichier d'appui

ensuite, pour chaque image :

1) le nom du fichier image

2) le nom de la bande

3) le nom du fichier caméra

4) la position de la caméra [1..4]

5) le nombre de points image mesurés

6) pour chaque point, son numéro, son type, sa couleur, et ses coordonnées images (en pixels)

Exemple:

fac04. app

Fac04-01. j pg

1

Di mage. cam

1

13

401	3	1	1285	794
404	3	1	1338	1661
10006	2	2	1704	1024
10009	2	2	1520	1876
10010	2	2	1682	1850
10011	2	1	1756	1647
10012	2	2	1665	1426
10013	2	2	1831	1076
10014	2	2	1867	849
10015	2	2	1808	801
100000	2	1	2413	1859
100001	2	1	2485	1269
100002	2	2	2533	911

## 1 . Redresseur

### 1.2 . Les données

#### 1.2.5 . APX, fichier résultat de triangulation

Le résultat du calcul de phototriangulation peut être exporté vers d'autres logiciels dans le format APX.

Il contient les données suivantes :

Le nombre et la liste des coordonnées compensées des points de liaison :

416

51101	797. 6770	773. 8786	33. 0588
51102	797. 6429	773. 8116	37. 4177
51103	786. 1984	768. 6571	32. 4013
51105	785. 8245	761. 6447	33. 4333
51106	798. 5235	757. 8163	34. 5473
51107	792. 7385	755. 5800	34. 8588
51108	794. 7517	746. 3625	35. 0653
51109	786. 3994	742. 1075	34. 8393
51110	788. 2979	736. 0999	34. 5242

....

Le nombre et la liste des éléments d'orientation des images (numéro et coordonnées des sommet, bande, nom de l'image, nom et rotation de la caméra, matrice rotation de l'image)

69

1	757. 4857	798. 8379	32. 9854	1	51101_3875. j pg	canonEOS-5D. cam	1
	-0. 42621899		-0. 90455286				-0. 01102288
	-0. 03998161		0. 00666307				0. 99917820
	-0. 90373605		0. 42630944				-0. 03900541
2	755. 3307	794. 6061	33. 8754	1	51102_3834. j pg	canonEOS-5D. cam	1
	-0. 41607657		-0. 90932496				-0. 00289967
	-0. 03306975		0. 01194477				0. 99938167
	-0. 90872806		0. 41591519				-0. 03504109

....

# Chapitre



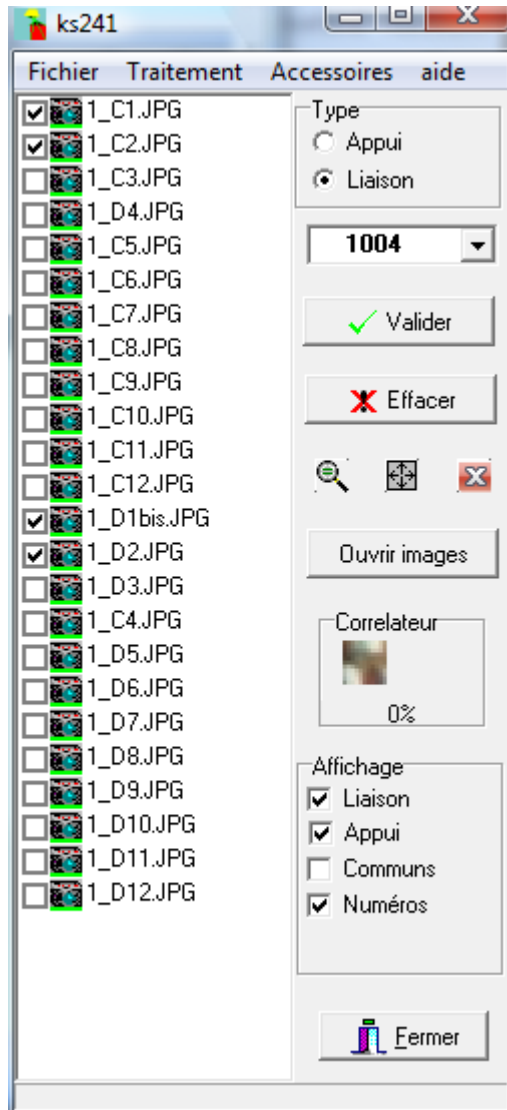
## Interface



## 2 . Interface

### 2 . 1. Fenêtre principale

#### 2 . 1. 1. Accès aux fonctions du logiciel



La fenêtre principale donne accès aux fonctions générales du logiciel :

- [choix/sauvegarde des fichiers de chantier](#)
- [paramétrage](#)
- [choix et affichage des images](#)
- [numérotation des points à mesurer](#)
- [lancement de l'ajustement](#)
- [lancement de la rectification des images](#)
- [gestion des bandes](#)

I

## 2 . Interface

### 2 . 1 . Fenêtre principale

#### 2 . 1 . 2 . Menu Fichiers

##### Nouveau

pour nommer un nouveau [fichier chantier](#)

##### Ouvrir

pour ouvrir un fichier chantier existant

##### Appui

pour designer le fichier de points d'appui associé au chantier

##### Images...

pour sélectionner les images à traiter

##### Enregistrer

pour réenregistrer le fichier chantier actif

##### Enregistrer sous

pour enregistrer le fichier chantier actif sous un nouveau nom

##### Exporter

PK1 : les mesures images réduites, pour compensation externe (Comp3D, TopAero...)

APX : les éléments d'orientation calculés par l'ajustement plan (vers Cumulus)

##### Quitter

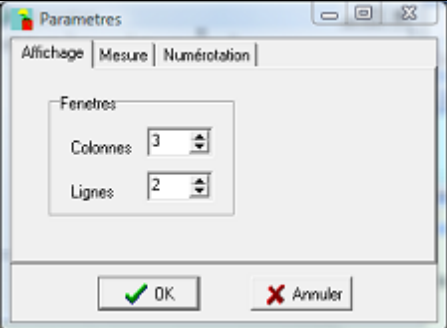
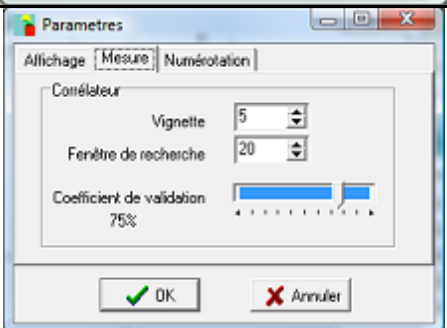
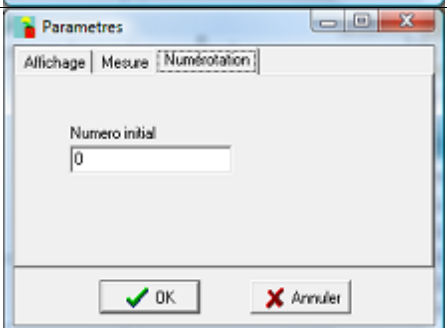
Dernier fichier chantier ouvert

## 2 . Interface

### 2 . 1 . Fenêtre principale

#### 2 . 1 . 3 . Parametres

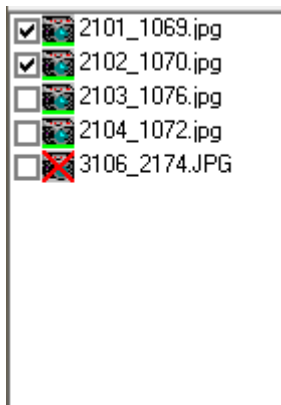
Le menu paramètre ouvre un dialogue de sélection des paramètres de visualisation, de corrélation et de numérotation

	<p>Modifier ces paramètres pour choisir le nombre de fenêtres image qui pourront être affichées simultanément</p>
	<p>Ces paramètres commandent la taille de la vignette de corrélation (doit être réglé avant le chargement du chantier), la taille de la fenêtre de recherche du point homologue, et le coefficient de corrélation à partir duquel la mesure est validée</p>
	<p>Pour réinitialiser la numérotation automatique à partir d'une valeur choisie.</p>

## 2 . Interface

### 2 . 1 . Fenêtre principale

#### 2 . 1 . 4 . Liste des images



Les images référencées dans le chantier apparaissent dans cette boîte, précédées d'une case à cocher.

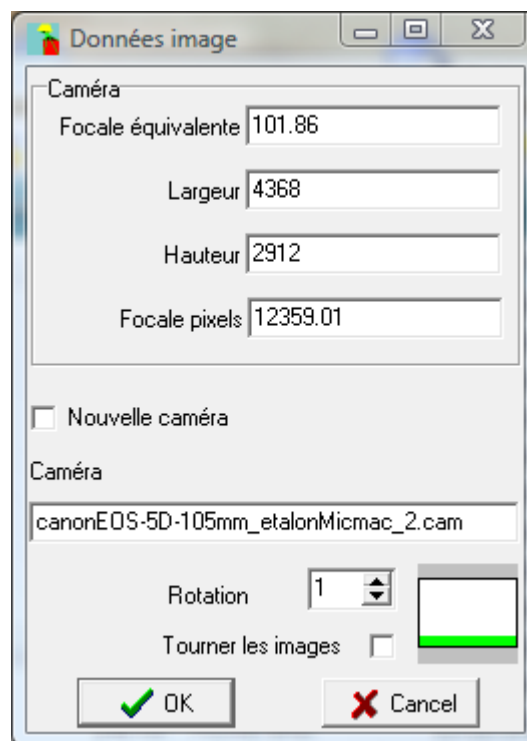
La case à cocher permet de rendre visible l'image correspondante dans une [fenêtre image](#), et ainsi de mesurer des points.

## 2 . Interface

### 2 . 1 . Fenêtre principale

#### 2 . 1 . 5 . Association caméra-image

Les images peuvent être sélectionnées dans la liste des images, et un clic droit de la souris ouvre un dialogue permettant d'associer aux images un [fichier caméra](#) et la rotation de l'image par rapport à la référence de l'étalonnage : la position  $n$  correspond à une rotation de l'image originale de  $(n-1)$  quart de tour dans le sens horaire .  
Cliquer dans le nom de caméra pour sélectionner le fichier à utiliser ou à créer.  
Si la caméra employée n'a pas été étalonnée, il est possible de créer une caméra approchée. Si des données EXIF adéquates sont présentes, les éléments sont automatiquement calculés. Sinon, entrer la focale équivalente utilisée (focale de même champ en format 24x36).



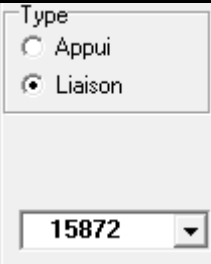


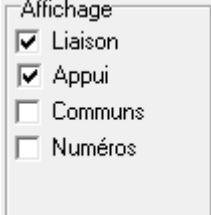
Si le fichier caméra n'est pas fourni, la correction de distorsion ne sera pas effectuée, et la fonctionnalité de phototriangulation ne sera pas disponible.

## 2 . Interface

### 2 . 1 . Fenêtre principale

#### 2 . 1 . 6 . Mesures des points homologues et des points d'appui

Pour mesurer un point, il faut tout d'abord afficher les images sur lesquelles il doit se trouver en cochant les cases correspondantes de la fenêtre principale.

	Choisir le <a href="#">numéro</a> du point et sa catégorie (appui, liaison)
	<p>Pointer le point dans la première fenêtre avec la souris, en identifiant le point d'appui, ou en choisissant un point de liaison dans une zone contenant des détails, et visible sur les autres images sans trop de déformation pour les points de liaison. C'est ce premier pointé (marqué part un symbole vert) qui servira de référence pour la recherche d'homologues par corrélation automatique.</p> <p>Pointer le même détail sur toutes les images où il est visible, soit par corrélation, soit manuellement.</p>
	<p>Valider permet de passer au point suivant (après la mesure du point sur toutes les images).</p> <p>Effacer supprime le point sur toutes les images (même non affichées)</p> <p>Mettre toutes les fenêtres en pleine résolution/ plein cadre/ fermer toutes les fenêtres</p> <p>Ouvrir l images affiche toutes les images contenant le point (si le nombre de fenêtres disponibles est suffisant)</p>
	<p>Ces options permettent de sélectionner l'affichage des points. Attention, la case commun affiche les points communs à toutes les images visibles. Si elle est cochée, les points en cours de mesure ne seront pas affichés 😞 (car pas encore communs...)</p>

Les fonctionnalités propres aux fenêtres images sont décrites dans le [chapitre](#) spécifique.

## 2 . Interface

### 2 . 1 . Fenêtre principale

#### 2 . 1 . 7 . Numérotation des points

Le numéro est la seule information utilisée par le logiciel pour identifier les points d'appui et les points homologues. Il est donc très important de les attribuer correctement. Ces identifiants sont obligatoirement numériques et composés de 8 chiffres, éventuellement complétés à gauche par des blancs (de façon à permettre le tri).

Par défaut, les points de liaison sont numérotés automatiquement, dans une gamme de numéros située au-delà des points d'appui (à condition bien sûr de ne pas modifier inconsidérément le fichier .APP après le début des opérations). Les numéros s'incrémentent automatiquement après la validation.

Il est conseillé de laisser le logiciel s'occuper seul des numéros des points de liaison. En cas de besoin, utiliser le [paramètre](#) de numérotation pour spécifier une séquence de numéros particulière (notamment si plusieurs opérateurs travaillent simultanément sur le même chantier)

Pour les points d'appui, une liste déroulante fournit les points figurant dans le fichier .APP

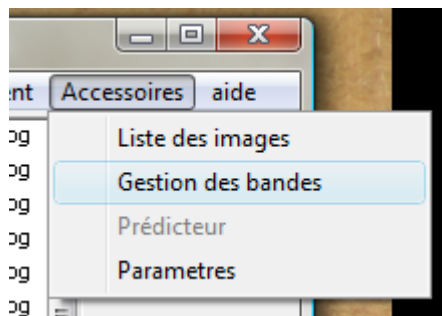
## 2 . Interface



### 2 . 1 . Fenêtre principale

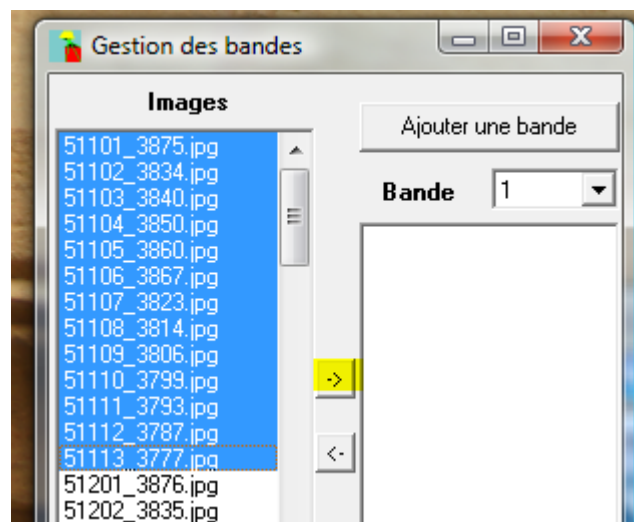
#### 2 . 1 . 8 . gestion des bandes

Chaque chantier est divisé en bandes contenant les images. Dans une prise de vues régulière, une bande est un ensemble d'images stéréoscopiques se recouvrant de plus de 50%. C'est à la fois un moyen de gérer de façon commode les images d'un chantier de grande taille, et d'accélérer les calculs de géoréférencement (dans le cas de la triangulation, seules les images appartenant à une bande sont utilisables).

Si la structure de la prise de vues est très irrégulière, rien n'empêche de regrouper certaines images dans des bandes spécifiques ne respectant pas la contrainte stéréoscopique (par exemple, des images de détail à orienter par relèvement dans l'espace).



Initialement, aucune bande n'est créée. Ajouter une bande, sélectionner les images correspondantes, et les ajouter à la bande avec le bouton . Si nécessaire, modifier l'ordre des images de la bande (par défaut, elles sont mises par ordre alphabétique) en les sélectionnant et en les glissant à leur place dans la liste. Recommencer pour toutes les bandes. L'opération inverse (retirer une image d'une bande, pour la placer dans une autre) est possible avec le bouton .



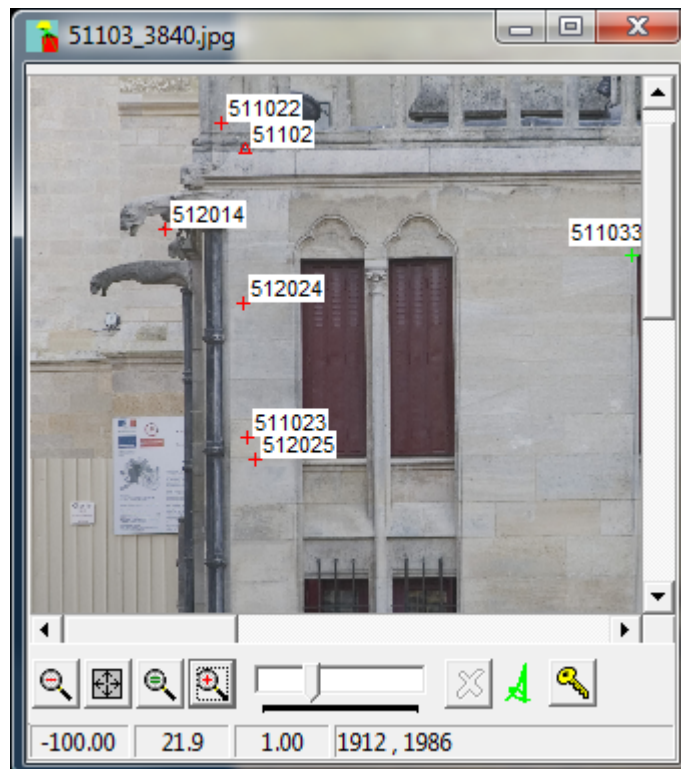


## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 1 . fenetre image

Lorsque la [case](#) correspondante est cochée, l'image choisie s'affiche dans une fenêtre permettant les mesures, et comportant les commandes de la fenêtre.



## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 2 . Raccourcis souris

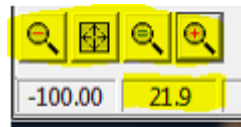
Les commandes suivantes peuvent être effectuées directement à l'aide de la souris

	Gauche	Pointé (avec ou sans corrélation suivant le bouton correspondant)
Shift	Gauche	Passage en manuel et pointé
Ctrl	Gauche	Déplacement image à la main
	Droit	Zoom 100% à l'emplacement de la souris
Ctrl	Droit	Positionnement sur le point mesuré le plus proche, reprise du numéro et de la vignette de corrélation et zoom 100%





## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 3 . Zoom



Ces quatre boutons permettent l'accès aux fonctions de zoom:

-  diminue le zoom
-  ajuste l'image à la fenêtre
-  pleine résolution
-  augmente le zoom

Le facteur de zoom est indiqué dans la seconde case de la barre d'état

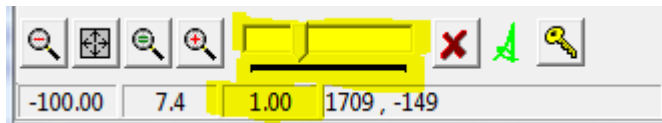
Un clic droit de la souris recentre l'image en pleine résolution à l'emplacement du clic

Un clic droit avec <ctrl> recentre l'image sur le point mesuré le plus proche et charge son numéro dans la boîte de numérotation.

## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 4 . Contraste



Le curseur permet de modifier le contraste de l'image affichée.

La valeur du contraste en cours est reportée dans la troisième case de la barre d'état

## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 5 . Annule



Ce bouton permet d'effacer le pointé en cours dans cette image, soit qu'il vient d'être fait, soit qu'un point déjà mesuré dans cette image ait été sélectionné dans la fenêtre principale. Si le point courant point n'a été mesuré dans cette fenêtre, ce bouton

est désactivé.




## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 6 . Corrélation automatique





Cette bascule commande le mode de pointé par corrélation :

En mode automatique , le point de liaison sera choisi à proximité du curseur de la souris, où le coefficient de corrélation avec le premier pointé du même point est maximum.



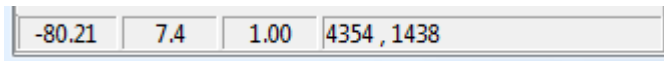
La zone de corrélation est affichée dans la fenêtre principale, à gauche la vignette maîtresse (repéré dans l'image par un symbole vert), à droite la vignette actuelle (symbole rouge). Une barre rouge ou verte indique la qualité de la corrélation. Si ce maximum est inférieur à la tolérance fixée, le pointé n'est pas pris en compte, et l'opérateur est averti par un message.

Si le pointé est accepté, mais **paraît faux à l'opérateur**, il est possible de l'annuler grâce au bouton d'effacement  et corrigé en passant en mode manuel . Dans ce cas, le pointé est pris à l'endroit exact où se trouve le pointeur de souris, **sans aucune vérification**. Si l'on enfonce la touche <shift> lors du clic, le pointé aura lieu sans corrélation (mode manuel).

## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 7 . Barre fenetre image



La barre indique, de gauche à droite:


- le coefficient de corrélation entre le point enregistré en premier (éventuellement dans une autre image) et l'image se trouvant sous le curseur de la souris;
- le coefficient de zoom appliqué à l'image
- le contraste appliqué à l'image
- les coordonnées image du pointeur de la souris (en pixel, origine en bas à gauche)

## 2 . Interface

### 2 . 2 . Fenêtre image

#### 2 . 2 . 8 . Liaison des fenêtres



Le bouton  permet de lier le déplacement de l'image au moyen des ascenseurs dans toutes les fenêtres ouvertes, ce qui permet de faciliter la recherche de points homologues. Il ne peut être actif que dans une seule fenêtre. La liaison tient compte du facteur de zoom de chaque fenêtre.



# Chapitre III

## Géoréférencement

## 3 . Géoréférencement

### 3.1. Redressement plan


#### 3.1.1. Ajustement

Le bouton Ajustement lance le calcul d'optimisation.

Les résidus de la compensation sont présentés dans un tableau, où les mesures sont triées par valeurs décroissantes : les résidus les plus gros sont en tête de liste.

Les mesures marquées en rouge ont des résidus 6 fois supérieurs à l'écart type, et sont très douteuses, soit les points ont été mal identifiés, soit ils sont loin du plan moyen, et ne peuvent donc pas être raccordés. Au dessus de 3 fois l'écart-type, les mesures sont marquées en orange.

Il suffit de cliquer dans une ligne du tableau pour afficher les deux images correspondantes, centrées sur le point en cours d'examen. Les fonctions de mesures sont actives, et on peut relancer l'ajustement. Attention, un point peut être présent dans plus de deux clichés, dans ce cas il faut manuellement rappeler le point sur les autres images.

Lorsque les résultats sont satisfaisants, cliquer sur  pour passer à la rectification.

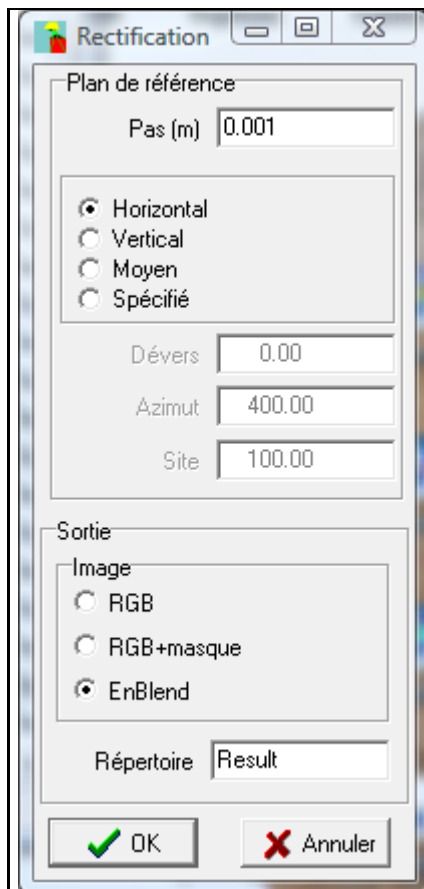
Un listing de résultats plus complet est fourni dans le repertoire du chantier, avec l'extension .lis

## 3 . Géoréférencement

### 3.1. Redressement plan

#### 3.1.2. Rectification

*Seule la rectification par redressement (objet plan) est aujourd'hui implémentée.  
Pour produire une orthophoto, utiliser la fonction adéquate de Cumulus*



Entrer la taille finale du pixel de l'image redressée en coordonnées terrain (ici 1mm), et le plan de référence.

Par défaut, le plan de référence correspond au plan moyen de l'objet, calculé lors de l'ajustement. On peut également projeter sur un plan horizontal (peu recommandé pour une façade..), sur le plan vertical le plus proche, ou sur un plan quelconque, pour lequel on définira l'orientation de la normale, en grades. Pour l'azimut, origine au Nord, +100 à l'Est; pour le site, 0 à l'horizontale, +100 au zénith.

Si l'ajustement a réussi, toutes les images référencées et calculables sont rectifiées. Pour chaque image, on trouvera dans le répertoire choisi un fichier .TIF et un fichier de géoréférencement .GEOREF permettant l'assemblage avec l'outil de mosaïcage (externe). Les images rectifiées peuvent comprendre un masque de transparence indiquant les zones de l'image hors cadre ou masquées dans les images initiales (option RGB+masque). L'option Enblend fournit des images comportant les données nécessaires à leur positionnement relatif.

## 3 . Géoréférencement

### 3.1. Redressement plan

#### 3.1.3. Assemblage des images avec EnBlend

L'option Enblend produit des images adaptées à l'assemblage avec le logiciel libre EnBlend (à partir de la version 4.0). Un fichier de commande (blend.bat) sera créé pour exécuter la fusion des images. On pourra charger le logiciel sur le site [enblend](http://enblend.org), et on placera l'exécutable dans le répertoire de Redresseur.

## 3 . Géoréférencement

### 3.1. Redressement plan

#### 3.1.4. Calcul des lignes de raccord et production de la mosaïque

*Cette partie est maintenant obsolète (remplacé par enblend)*

Après la rectification des images couvrant la façade de l'objet, reste à assembler les différentes images. Deux modules externes permettent de réaliser ces tâches:

MOSAÏQUE : calcul automatique de la meilleure ligne de raccord entre les images (la moins visible possible) et corrections (semi-automatiques ou manuelles). En entrée : les fichiers TIF et GEOREF; en sortie : un fichier .GPO contenant le graphe des limites.

*Attention: sous certaines versions de Windows, des anomalies peuvent affecter l'affichage des images dans ce module*

FINDECHAÎNE : assemblage proprement-dit des images et découpage en planches. En entrée : les fichiers précédents (TIF, GEOREF et GPO) et un fichier de découpage en planches (.DAL). En sortie, un fichier TIF par planche.

*Je remercie ici les développeurs du projet Orthophoto de l'IGN qui m'ont autorisé à diffuser ces deux modules*

## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation

#### 3.2.1. Principe

Ce module est destiné au calcul du géoréférencement d'un chantier de photogrammétrie terrestre ou aérienne. Il propose différents outils destinés au calcul d'une solution approchée des éléments de prises de vues, ainsi que la compensation.

Seules les images placées dans des bandes sont disponibles pour la triangulation. Il faut donc organiser les bandes avant de commencer le calcul.

La solution approchée se fait avec plusieurs outils : orientation relative d'un couple, relèvement d'une image isolée, assemblage de couples par leurs points communs, et l'orientation absolue sur des points d'appui.

Ces opérations permettent de constituer des groupes d'images orientées dans un même référentiel.

La compensation est une compensation par moindres carrés à partir du modèle de perspective. Elle peut se faire pour tout le chantier ou pour une partie de celui-ci.

Il est possible de calculer simultanément les caractéristiques géométriques des caméras utilisées (autoétalonnage).

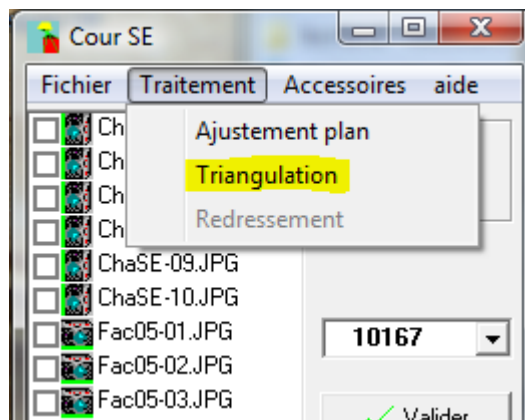
A toutes les phases du calcul, des tests statistiques permettent de contrôler la qualité des résultats, et de déceler des fautes de mesures. Mais un contrôle manuel est toujours possible (et conseillé!)

## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation

#### 3.2.2. Module de triangulation

Lorsque les points de liaison et les points d'appui ont été saisis, le module de triangulation est accessible dans le menu Traitement de la fenêtre principale.



Apparaît alors la fenêtre suivante:

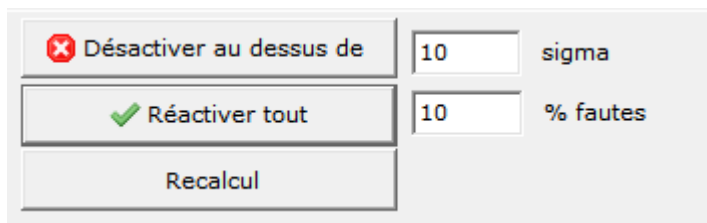
### 3 . Géoréférencement

#### 3.2 . Phototriangulation



##### 3.2.3 . Onglet calcul

L'onglet Calcul regroupe les données et les outils de calcul

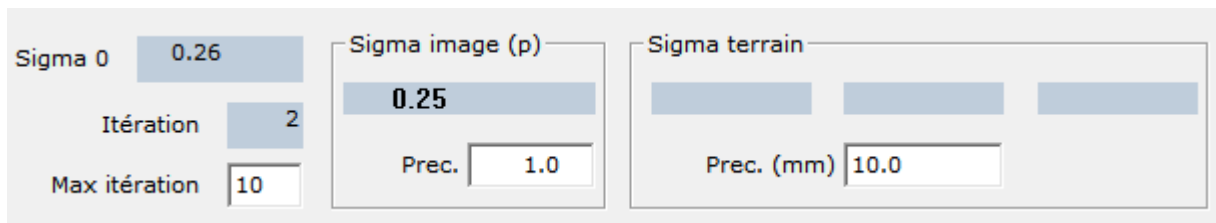
Le panneau supérieur, présent pour tous les onglets, contient les paramètres généraux de commande des calculs



Panneau de commande des calculs :

- Bouton :  Désactiver au dessus de
- Champ de saisie : 10
- Texte : sigma
- Bouton :  Réactiver tout
- Champ de saisie : 10
- Texte : % fautes
- Bouton : Recalcul

A gauche, les boutons et données de gestion générale de l'activité des mesures (activation/désactivation, réglage de robustesse Ransac)



Panneau de paramètres de gestion générale :

- Sigma 0 : 0.26
- Itération : 2
- Max itération : 10
- Sigma image (p) : 0.25
- Prec. : 1.0
- Sigma terrain : [ ] [ ] [ ]
- Prec. (mm) : 10.0

A droite, les données de précision a priori et a posteriori



## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation

#### 3.2.3. Onglet calcul

A gauche, s'affichent les bandes, et quand on sélectionne une bande, les photos correspondantes



### 3 . Géoréférencement

#### 3.2 . Phototriangulation

##### 3.2.3 . Onglet calcul

**Orientation relative**

Paramètres  
Convergence  
0

Base

Bande complète

☒ Compensation automatique

Images

1

2

->

**Enchaînement de deux groupes**

Tout enchaîner

Groupes

1

2

->

**Orientation absolue**

Orienter

**Compensation**

☐ Résidus avant compensation

☐ Auto-étalonnage

Compenser






Ces outils seront décrits dans les phases correspondantes






## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation




#### 3.2.3. Onglet calcul

Le panneau de droite contient la liste des groupes constitués, avec une icône correspondant à son état, l'écart type d'ajustement, le nombre de points éliminés/total.

Groupe	Sigma	Points
 (Fac05-01,Fac05-02)	0.26	0/29
 (Fac05-02,Fac05-03)	0.14	0/21
 (Fac05-03,Fac05-04)	0.15	0/18
 (Fac05-04,Fac05-05)	0.15	0/19
 (Fac05-05...Fac05-09)	0.13	0/14

	Couple
	Groupe
	Groupe orienté
	Groupe orienté compensé
	Groupe orienté non compensé

Quelle que soit la phase de calcul en cours, un double-clic sur un groupe ouvre l'onglet [Résidus](#), qui permet de contrôler tous les résidus, de modifier les paramètres et l'activité des points, et de relancer le calcul.

Groupe	Sigma	Points
 (DSC05409,DSC05408)	0.61	0/12
 (DSC05409,DSC05408,DSC05409)	0.39	0/10
 (DSC05409,DSC05408)	0.25	0/10

Tout sélectionner    Ctrl+A

Supprimer    Del

Images

Points

Mettre à jour les mesures

Sauvegarder

Restaurer

Redressement

Import APX

Export APX

Un menu contextuel permet d'interagir avec la liste des groupes :

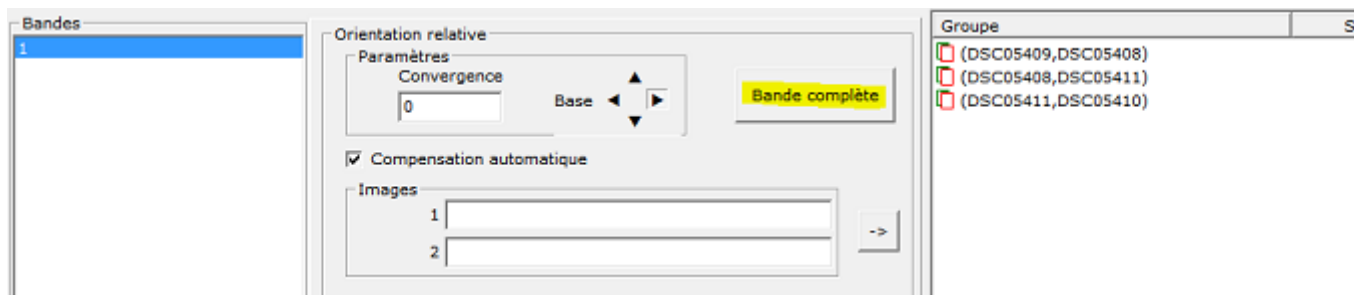
### 3 . Géoréférencement

#### 3.2. Phototriangulation

##### 3.2.3. Onglet calcul

Si les bandes sont constituées de façon classique (les photos se succèdent avec un recouvrement suffisant), il suffit de sélectionner une bande, et d'utiliser le bouton Bande complète pour lancer l'orientation relative de tous les couples consécutifs d'images de la bande. Le panneau de droite rassemble les couples formés, avec indication de la parallaxe moyenne obtenue (sauf en cas de caméra non étalonnée, cette valeur est habituellement inférieure à 1 pixel), le nombre de points communs aux images et de points éliminés par le calcul.

Si l'option Compensation automatique est activée, une compensation par faisceaux sera réalisée après le calcul approché de chaque couple.



En cas de besoin, indiquer si les images ne se succèdent pas de gauche à droite (vers la droite, le haut ou le bas) et si la convergence des axes est importante (en grades)

Dans le cas où la bande n'est pas régulière, ou pour reprendre un couple particulier, on peut glisser les images dans les cases correspondantes et lancer le calcul avec le bouton flèche.

## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation

#### 3.2.3. Onglet calcul

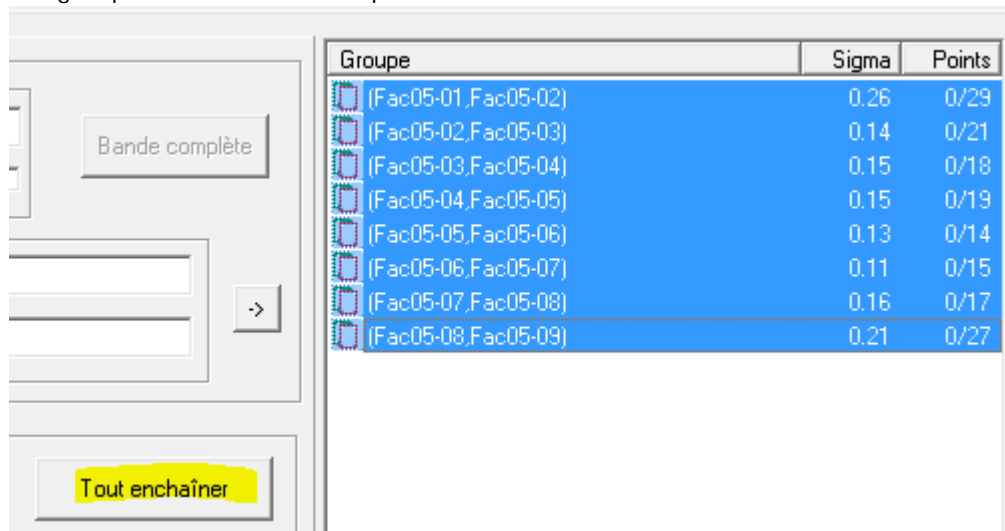
Lorsque deux groupes possèdent des points communs, il est possible de les fusionner en un groupe unique qui conservera le référentiel du premier groupe.

- S'ils possèdent un sommet commun (cas de deux couples consécutif d'une bande), ce sommet commun et son orientation sera fixé, et il suffit d'un point commun pour calculer l'échelle du groupe.
- Sinon, trois points communs bien disposés (non alignés) sont nécessaires.
- Si le premier groupe est orienté en absolu, le groupe résultant le sera également
- Si les groupes sont orientés en absolu, ils peuvent être assemblés sans point commun

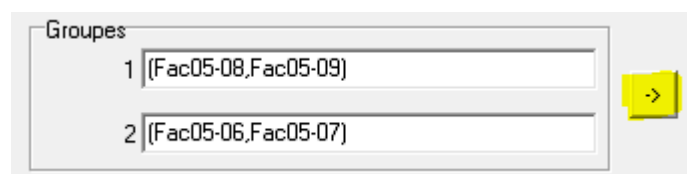
Attention, le résultat peut dépendre de l'ordre des groupes à relier.

Deux procédures peuvent être utilisées:

Si l'ordre des groupes dans le panneau des groupes est correct (chaque groupe a suffisamment de points communs avec ceux qui le précèdent), il suffit de sélectionner tous les groupes à relier et de cliquer le bouton Tout enchaîner



Si l'on souhaite enchaîner des groupes dans un ordre différent, les glisser dans les deux cases correspondantes et lancer le calcul avec le bouton flèche.



### 3 . Géoréférencement

#### 3.2. Phototriangulation

##### 3.2.3. Onglet calcul

Dans certaines configurations exotiques, il peut être intéressant d'ajouter une image isolée à un groupe par relèvement dans l'espace.

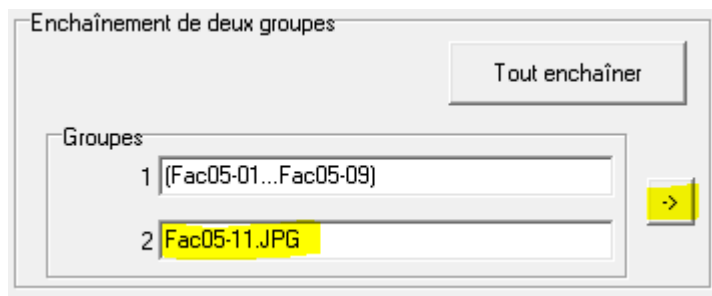
Attention, l'algorithme utilisé actuellement nécessite au moins 6 points communs répartis dans un volume 3D.

La procédure est la suivante :

glisser le groupe dans la case 1 de l'outil d'enchaînement

glisser l'image à relever dans la case 2 (l'image peut appartenir à une bande différente)

lancer le calcul avec le bouton Flèche.



### 3 . Géoréférencement

#### 3.2. Phototriangulation

##### 3.2.3. Onglet calcul

L'orientation absolue consiste à calculer une similitude entre le repère modèle d'un ensemble de couples et le terrain. Il faut au moins trois points d'appuis dans le groupe pour permettre cette opération

Il suffit de sélectionner les groupes à orienter,

Groupe	Sigma	Points
(Fac05-01...Fac05-09)	0.26	0/29
(ChaSE-05,ChaSE-06)	0.27	0/21
(ChaSE-07,ChaSE-08)	0.25	0/19
(ChaSE-09,ChaSE-10)	0.35	0/22

et de cliquer le bouton orienter.

Orientation absolue

Orienter

### 3 . Géoréférencement

#### 3.2. Phototriangulation


##### 3.2.3. Onglet calcul

La compensation par faisceaux a pour but de calculer les coordonnées de tous les points et les élément d'orientation de toutes les images (et éventuellement les caractéristiques géométriques des caméra - voir étalonnage) qui sont en meilleur accord avec les observations faites.

Un seul groupe peut être compensé à la fois, mais il est possible de compenser un groupe pour l'améliorer, puis de ré-assembler des groupes, de refaire des compensations etc. Cette procédure est conseillée dans le cas de chantiers de grande taille, où la succession des opérations élémentaires peut amener des déformations importantes qui rendent difficiles la détection des fautes éventuelles.

La procédure est très simple :

Sélectionner un groupe

Groupe	Sigma	Points
 (Fac05-01...ChaSE-10)	0.26	0/29

et cliquer sur le bouton Compenser

**Compensation**  
☒ Résidus avant compensation  
☐ Auto-étalonnage  

Compenser

L'onglet Résidus s'affiche avant le lancement du calcul (sauf réglage contraire), ce qui permet de s'assurer qu'il n'y a pas de grosse faute qui empêcherait le calcul.

Il est bon à ce stade de vérifier également la pertinence des indications de précision a priori

<b>Sigma 0</b> 0.76	<b>Sigma image (p)</b> 0.60	<b>Sigma terrain (mm)</b> 4.3 1.1 3.1
Itération 3	Prec. 1.0	Prec. (mm) 10.0
Max itération 10		

Recalcul

Le bouton permet de lancer le calcul. L'examen des résidus peut amener à modifier l'activité des mesures, ou même à faire des reprises, comme indiqué dans le [paragraphe correspondant](#)



### 3 . Géoréférencement

#### 3.2. Phototriangulation

##### 3.2.4. Onglet résidus

L'onglet Résidus présente l'état instantané d'un calcul. Les indications présentées varient en fonction de la phase en cours.

Sigma image (p)	Sigma terrain (mm)		
<b>0.22</b>	<b>2.3</b>	<b>4.1</b>	<b>1.9</b>
Prec. <input type="text" value="0.5"/>	Prec. <input type="text" value="10.0"/>		

Le panneau statistiques indique le nombre de mesures image inactives et totales, ainsi que les points et les points d'appui. Les types de points affichés peuvent être choisis.

Statistiques		Affichage
<b>8/250</b>	mesures	<input checked="" type="checkbox"/> Points actifs
<b>4/92</b>	points	<input checked="" type="checkbox"/> Points inactifs
<b>8/14</b>	appuis	<input type="checkbox"/> Points mono

Les tableaux de résidus peuvent être triés suivant chaque colonne en cliquant sur l'entête de colonne.

### 3 . Géoréférencement

#### 3.2. Phototriangulation

##### 3.2.4. Onglet résidus

Le tableau des résidus image regroupe pour chaque point

- Le nombre d'images dans lequel il apparait
- le nombre de mesures inactivées pour ce point
- le résidu maximum calculé pour ce point (y compris pour des mesures désactivées)
- le résidu moyen quadratique des mesures actives pour ce point
- une indication de la qualité géométrique de la détermination du point (dans l' unité du référentiel du groupe).

Un clic dans une ligne permet de transférer le point dans le [tableau de point](#).

Les points affichés en jaune sont complètement désactivés.

Point	Images	Inact.	Rés. max	Sigma res.	PDop
501	2		0.5	0.5	0.0049
502	3	2	4.9	4.7	0.0000
504	2		0.1	0.1	0.0112
505	3	1	1.2	0.1	0.0059
506	3		0.1	0.1	0.0051
511	4		0.3	0.2	0.0043
512	3		0.6	0.4	0.0062
513	3		0.1	0.1	0.0075

### 3 . Géoréférencement

#### 3.2 . Phototriangulation

##### 3.2.4 . Onglet résidus

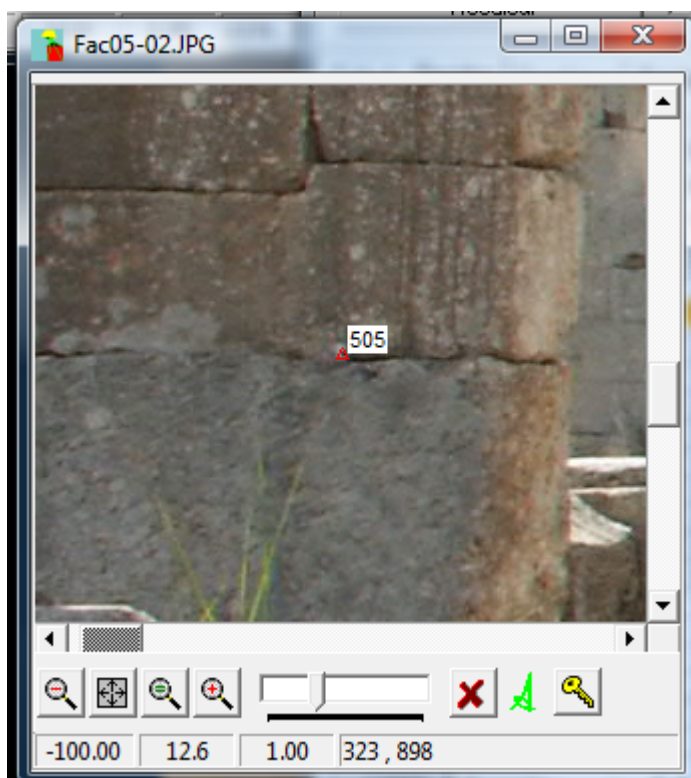
Le tableau des points fournit pour chaque point (sélectionné en cliquant dans le tableau des résidus image ou des résidus terrain) ses coordonnées dans le référentiel du groupe et les résidus individuels sur chacune des images où il a été mesuré. Les lignes jaunes indiquent une mesure désactivée.

Coordonnées terrain (m)			505
X	Y	Z	
104.782	474.058	99.780	

505	RX	RY
Fac05-02.JPG	-0.02	-0.01
Fac05-03.JPG	0.95	-0.71
Fac05-04.JPG	-0.07	0.04

Si l'on clique dans les colonnes de résidu, on ouvre l'image correspondante et on se positionne sur le point choisi, permettant le contrôle ou la reprise du pointé.



Si l'on clique sur le nom de l'image, on obtient les coordonnées du sommet de prise de vues, ainsi que l'orientation de l'axe (azimut, site et déversement en grades)

### 3 . Géoréférencement

#### 3.2 . Phototriangulation

##### 3.2.4 . Onglet résidus

Le tableau terrain présente les résidus terrain (quand le groupe est orienté dans le référentiel terrain). Les points affichés en jaune sont inactifs, les points en bleu sont des points de contrôle qualité inactifs dans le calcul (mais non activable).

Un clic dans une ligne permet de transférer le point dans le [tableau de point](#).

Point	Résidu X	Résidu Y	Résidu Z
501	18.9	31.8	18.4
502	-5.3	11.5	3.8
504	11.4	-15.7	-16.0
505	-2.3	-5.6	2.0
506	1.1	5.6	1.1
511	-18.3	237.4	-18.7
512	6.3	-6.8	-36.6
513	41.6	-5.8	24.4
516	13.2	-5.6	-4.4
517	4.5	2.3	-0.2
518	-3.0	-0.1	-4.7
519	8.6	-6.9	18.9
520	-0.4	-2.1	1.8
1512	16.9	27.8	23.0

## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation

#### 3.2.4. Onglet résidus

Pour obtenir un géoréférencement de qualité, il est indispensable d'analyser consciencieusement les résultats, de désactiver (et éventuellement corriger) toutes les mesures erronées, et de réactiver les mesures correctes.

Les phases de calcul approché font une analyse statistique des résidus, et désactivent automatiquement certaines d'entre-elles. Cette désactivation, dont le but est d'arriver à un résultat suffisamment approché pour que l'algorithme de compensation converge, est assez violente, et amène à une surdétection de fautes.

Des outils manuels peuvent être mis en oeuvre pour affiner cette détection.

Outils individuels :

Chaque mesure peut être activée/inactivée individuellement :

- pour modifier l'activité d'un point (inactivation complète), il suffit de cliquer droit dans la ligne correspondante du tableau image.
- pour modifier l'activité d'une mesure image individuelle, cliquer droit dans la ligne correspondante du tableau du point.
- pour modifier l'activité d'un point d'appui, cliquer droit dans la ligne correspondante du tableau terrain.
- Rappelons qu'un clic gauche dans le tableau point ouvre la fenêtre de mesure et permet de corriger un point.

Lors de ces opérations, les résidus locaux sont recalculés immédiatement (il ne s'agit pas d'une compensation globale, mais simplement du calcul du point à partir des éléments d'orientation des images). Cela permet de trouver quelle mesure est fautive lorsqu'un point est vu dans un nombre important d'images.

Outils globaux :

La correction des fautes individuelles peut être assez fastidieuse. Un outil global permet de simplifier cette tâche :

- Il est possible de réactiver d'un coup la totalité des mesures inactivées. Après cette opération, il est vivement conseillé de trier les résidus par ordre décroissant, pour vérifier que l'on n'a pas réactivé à cette occasion des mesures manifestement fautes, qui pourraient faire avorter la compensation suivante.
- Pour une désactivation/réactivation sélective, fixer la limite de désactivation. Toutes les mesures de résidu inférieur au seuil multiplié par la précision a priori seront réactivées, les autres seront désactivées. (dans l'exemple suivant, 1 pixel en image et 20mm en appui)

## 3 . Géoréférencement

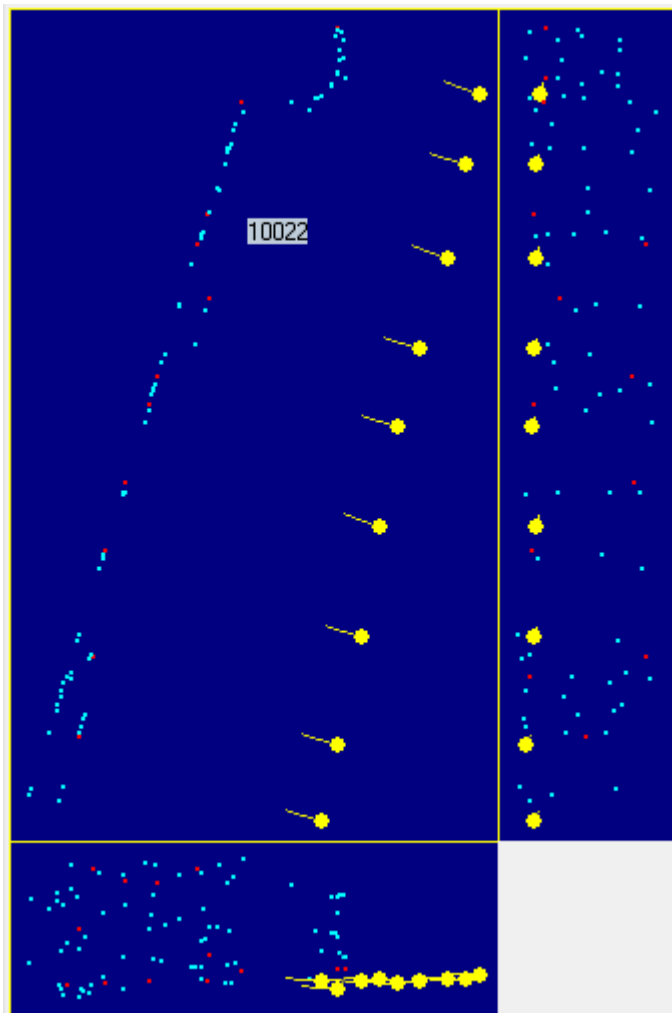
### 3.2 . Phototriangulation

#### 3.2.5 . Onglet Graphique

Cet onglet présente une vue graphique sur les 3 plans de projection

En bleu, les points de liaison, en rouge les points d'appui, en jaune les sommets de prise de vue avec l'orientation de l'axe.

Le survol d'un point avec la souris affiche le numéro du point ou de l'image correspondants.



## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation

#### 3.2.6. Onglet Prédicteur

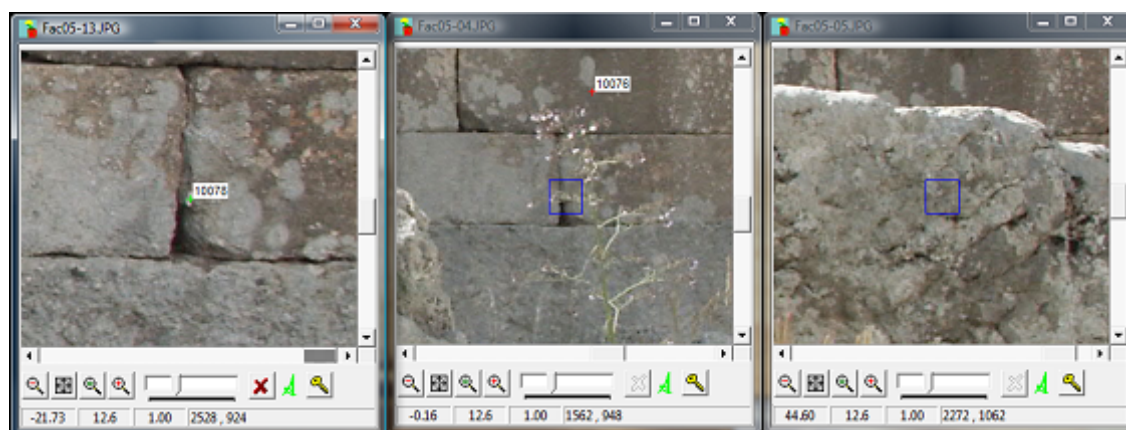
L'onglet prédicteur permet de rechercher les images pouvant voir un point, sur lesquelles il n'a pas été pointé, dans le but d'améliorer les relations entre images.

10076	Fac05-05.JPG	
10077	Fac05-05.JPG	
10078	Fac05-04.JPG	Fac05-05.JPG
10082	Fac05-06.JPG	
10084	Fac05-03.JPG	Fac05-06.JPG

En cliquant dans la colonne l'identifiant du point on affiche l'image maîtresse de ce point (où il a été mesuré en premier et qui sert de référence au corrélateur), et toutes les images sur laquelle on souhaite l'identifier. Si l'on clique la case d'une image, seule cette image est affichée.

La position calculée du point est indiquée par un carré bleu. Il est alors possible de le mesurer (sans oublier de valider!). Bien entendu, cette fonction ne tient pas compte des parties cachées... (ce qui est le cas dans l'image Fac05-05 ci dessous).

Attention, certains point peuvent être vus sur un grand nombre d'images, il peut être nécessaire d'augmenter le nombre de fenêtres images disponibles (menu [Paramètres](#))



## 3 . Géoréférencement

### 3.2. Phototriangulation

#### 3.2.7. Onglet Listing

Cet onglet conserve l'historique des calculs et des erreurs détectées lors des phases de calcul approché.

Il peut être sauvegardé dans un fichier texte (.lrd) pour archivage.



### 3 . Géoréférencement

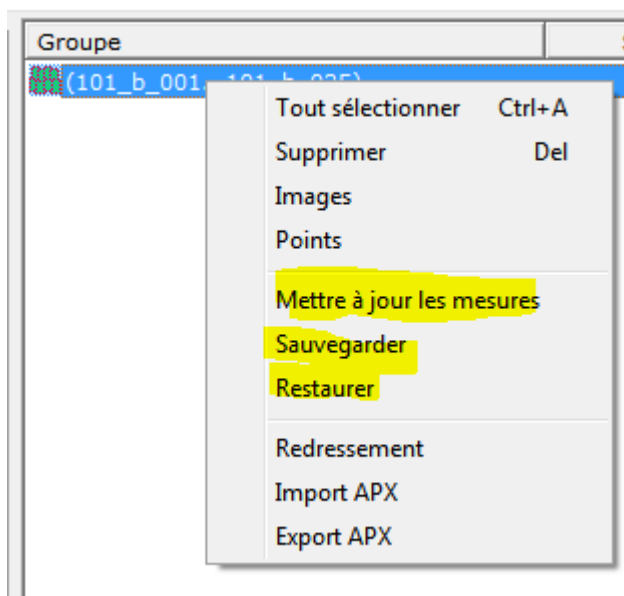
#### 3.2. Phototriangulation

##### 3.2.8. Sauvegarde/restauration d'un calcul

L'état du calcul peut être sauvegardé/restauré à tout moment dans un fichier binaire (.brd) dans le menu contextuel de la liste de groupes.

Cette sauvegarde est globale, comprend tous les groupes de la liste, ainsi que toutes les observations (image, terrain, caméra, etc...)

En cas de restauration, toutes les modifications (modification des activités, des mesures ...) apportées depuis la sauvegarde peuvent être prises en compte par le menu "Mettre à jour les mesures" .



Le résultat opérationnel de la triangulation peut être exporté vers d'autres logiciels (par exemple Cumulus pour calculer des orthophotos) par l'intermédiaire du format APX décrit par ailleurs.

### 3 . Géoréférencement

## 3.2. Phototriangulation

### 3.2.9. Etalonnage

La phototriangulation peut être utilisée pour calculer l'étalonnage des caméras. Il suffit de cocher la case correspondante.



Cependant un bon étalonnage nécessite des précautions particulières, aussi bien quant aux objets photographiés (la configuration points de prise de vue - points objets doit être suffisamment tridimensionnelle, surtout si les focales sont longues) que dans le choix des points de liaison, qui doivent couvrir au maximum la totalité du format (car c'est sur les bords de l'image que la distorsion a le plus gros effet). Habituellement, un schéma de prise de vues convergent avec 5 ou 6 images séparées d'un angle de 15 à 20 degrés, sur un objet bien texturé (même plan) donne de bons résultats.

D'autre part, on initialisera le calcul avec une caméra approchée déterminée à partir des éléments photographiques connus (EXIF, taille de l'image, focale, etc).

Un accessoire spécifique est disponible pour cette tâche dans la fenêtre d'[association image-camera](#).

Il faut alors fixer des tolérances d'élimination des fautes sensiblement plus élevées que la norme, et prendre grand soin de contrôler très consciencieusement les résultats.

Les fichiers caméra étalonnés sont générés lors de l'export des orientations sous format APX,

## 3 . Géoréférencement

### 3 . 3 . Automatisation des mesures

#### 3 . 3 . 1 . Création de points d'intérêt

La génération automatique de mesures pour la phototriangulation est réalisée par le module Match. Il repose sur la détection de points d'intérêt dans les images, éventuellement sous-échantillonnées, la création d'un tableau d'assemblage (qui indique quelles sont les images en recouvrement), et sur l'appariement des points d'intérêt des images en relation.

Le calcul des points d'intérêt est réalisé par SiftPP\_TGI , dont l'exécutable doit se trouver dans le même répertoire que Match.

Avant d'utiliser Match, il convient de créer un fichier .red du redresseur, décrivant le chantier (les images, les caméras, les points d'appui, les bandes). Ce fichier .red sera étendu par match, qui y ajoutera l'ensemble des mesures créées automatiquement (sous le nom de xxx-match.red, ou xxx-match-TA.red pour la phase de détermination du tableau d'assemblage).

## 3 . Géoréférencement

### 3 . 3 . Automatisation des mesures

#### 3 . 3 . 2 . Tableau d'assemblage manuel

En attendant un logiciel plus convivial ( ? ) on le fera à l'éditeur de texte.

L'ordre des images utilisé est celui qui s'affiche dans Redresseur, c'est-à-dire l'ordre dans les bandes , et non l'ordre alphabétique.

Une ligne par photo, avec en tête le nom de l'image (sans extension, casse ignorée), et la liste des images en relation. Pour que ça ne soit pas trop fastidieux, on peut utiliser les abréviations suivantes :

En relation avec toutes les images qui suivent \*

En relation avec les n images qui suivent >

Avec toutes les images comprises entre XXX et YYY (dans l'ordre où les images apparaissent dans le .red) XXX : YYY

Il n'est pas utile de préciser les relations avec les images précédentes, la symétrisation des relations sera faite par programme.

Lui donner le même nom que le . red avec extension . tas

Exemple :

Test.tas

IMG_5749 *	Toutes les images
IMG_5750 IMG_5753: IMG_5755 IMG_5757	De 5753 à 5755 et 5757
IMG_5750 IMG_5753 > 2 IMG_5757	idem
IMG_5751 >5	De 5752 à 5756

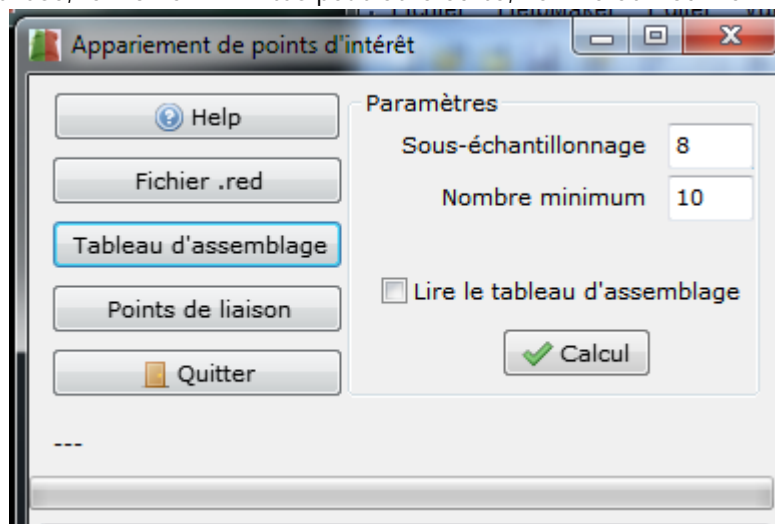
## 3 . Géoréférencement

### 3 . 3 . Automatisation des mesures

#### 3 . 3 . 3 . Tableau d'assemblage automatique

La création manuelle de tableau d'assemblage peut être fastidieuse pour des chantiers d'une certaine ampleur. On peut utiliser Match pour automatiser cette tâche, en faisant l'appariement d'images fortement sous-échantillonnées. Les images ayant un nombre suffisant de points appariés sont considérées comme en connexion. Un premier tableau d'assemblage grossier manuel (nommé XXX.tas) peut guider le processus pour l'accélérer (par exemple en aérien, en indiquant quelles bandes sont concernées).

Après cette phase, le fichier XXX.tas peut être édité, vérifié et modifié.



Les fichiers temporaires suivants sont créés :

un fichier XXX-match-TA.red qui peut être ouvert dans redresseur, et éventuellement permettre un calcul de triangulation grossier.

pour chaque image :

ImageN-TA.pgm : image monochrome sous échantillonnée

ImageN-TA.key : fichier des points d'intérêt.

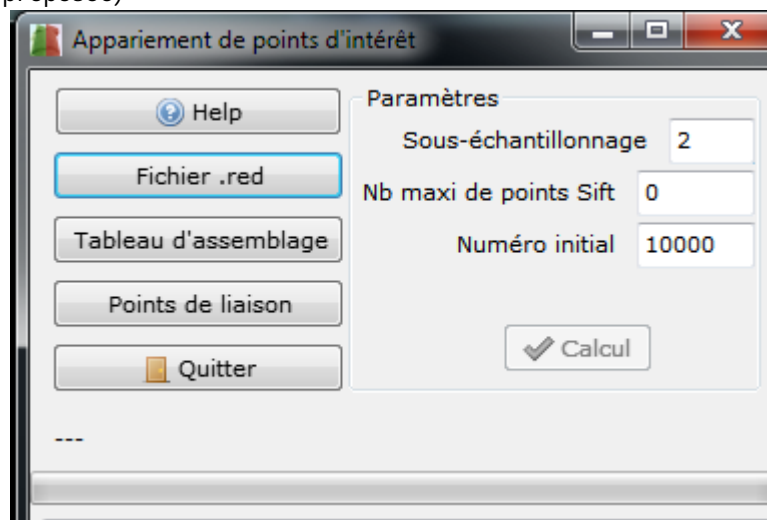
En cas de reprise/extension du chantier, ces fichiers seront réutilisés s'ils sont restés cohérents, il est donc prudent de ne les effacer qu'à la fin du processus

## 3 . Géoréférencement

### 3.3. Automatisation des mesures

#### 3.3.4. Appariement

Une fois le tableau d'assemblage correct (il n'est pas obligatoire, s'il n'existe pas, toutes les images sont considérées comme étant en relation, et le temps de calcul risque d'être fort long...) le calcul définitif peut être lancé. Pour optimiser le temps de calcul, on travaillera sur des images sous-échantillonnées (un facteur 2 à 3 est raisonnable), et on limitera le nombre de points Sift à mettre en relation (la valeur par défaut de 10000 est là aussi raisonnable dans la plupart des cas). Le numéro initial sera déterminé de façon à laisser la place pour les points d'appui (si le fichier d'appui est disponible, une valeur adéquate est proposée)



Les fichiers temporaires suivants sont créés :

un fichier XXX-match.red qui peut être ouvert dans redresseur pour calculer la triangulation.

pour chaque image :

ImageN.pgm : image monochrome sous échantillonnée

ImageN.key : fichier des points d'intérêt.

En cas de reprise/extension du chantier, ces fichiers seront réutilisés s'ils sont restés cohérents, il est donc prudent de ne les effacer qu'à la fin du processus

## 3 . Géoréférencement

### 3 . 3 . Automatisation des mesures

#### 3 . 3 . 5 . Calcul de la triangulation

Le fichier fourni par Match peut être ouvert normalement dans Redresseur. Il est possible de faire un calcul de triangulation sans appui, ou de charger simultanément le .red dans lequel ont été mesurés les points d'appui ; les deux fichiers seront automatiquement réunis. Attention, en cas de sauvegarde, c'est le dernier entré qui est écrasé. Il est donc conseillé d'ouvrir d'abord le fichier contenant les points d'appui , puis celui des mesures automatiques.

Pour des chantiers importants, il peut être utile de compenser régulièrement des groupes cohérents avant des les assembler, et de sauvegarder l'état du calcul. Si l'on part de caméras non étalonnées, il peut être judicieux d'augmenter la tolérance de détection des fautes, et de l'abaisser une fois l'autoétalonnage libéré.

# KEYWORD INDEX

## **- . -**

.APP 13  
.APX 22  
.CAM 14  
.RED 14, 15

## **- A -**

Accès aux fonctions du logiciel 18  
ajustement 18, 36  
appui 19, 36  
aérottriangulation 8, 22

## **- b -**

bande 22  
but 8  
But du logiciel 8

## **- C -**

Calcul de l'Aéro 40  
Calcul des lignes de raccord et 39  
Calcul rapide 65  
caméra 14, 22  
centre de symétrie de la distorsion 14  
centre optique 14  
chantier 19  
coefficient de corrélation 27  
Compensation par faisceaux 53  
contraste 27  
coordonnées image 27

## **- d -**

des points d'appui 22, 24  
distance principale 14, 14  
distorsion 14, 14, 22  
documentation 39

## **- f -**

fenetre image 27  
fenêtre 22  
fenêtre principale 15, 18  
fenêtres image 20  
fichier de chantier 15, 18  
fish-eye 9, 14

## **- g -**

gestion des bandes 26

## **- i -**

image 22

## **- J -**

Jpeg 12

## **- L -**

La caméra 14  
largeur hauteur du capteur 14  
Le fichier de chantier 15  
les images 12  
les points d'appui 12, 13  
Liaison 36  
Liste des images 22

## **- m -**

manuel 28, 32  
Menu Fichiers 19  
Mesures des points homologues et 22, 24  
Module aéro 40, 41

## **- n -**

noir et blanc 12  
numérotation 18  
Numérotation des points 25

## **- o -**

optimisation 36  
orientation absolue 52  
orientation interne 8, 12, 14  
orientation relative 41, 48  
orthophoto 8

## **- p -**

parametre 20  
Parametres 20  
photogrammétrie 8  
photographiques numériques 12  
Photosynth 9  
Plan moyen 36  
points d'appui 13, 13  
points de contrôle 65  
points de liaison 13  
polynome de distorsion 13, 14  
production de la mosaïque 39

## **- r -**

raccord 13  
rectification 18, 37  
redressement 8  
Redresseur.lis 27, 36  
Relations entre couples 50  
rendre visible 22  
rotation de l'image 22

résidus 36

## **- s -**

souris 28  
système terrain 13

## **- T -**

Tiff 12

## **- v -**

visualisation 19, 20

## **- z -**

zoom 27

## **- é -**

étalonnage 22



Cover Page