

Rapport de projet  
Parangonnage de suites photogrammétriques



Travail réalisé par : Barban Constance, Vignais Arthur, Strickler Marie, Miancien Paul, Decourt Victor

Commanditaire du projet : Jean-François Hangouët

## Sommaire :

I) Les enjeux du parangonnage de suites photogrammétriques.....	2
II) La méthodologie adoptée pour la présente étude.....	3
A) Étude préliminaire.....	3
1) Recherche, téléchargement et prise en main des logiciels photogrammétriques....	3
2) Choix des critères de comparaison des logiciels.....	4
a) D'un point de vue fonctionnel.....	5
b) D'un point de vue utilisation.....	5
c) D'un point de vue photogrammétrique.....	5
3) Définition, acquisition et préparation des jeux de données.....	6
B) Répartition des responsabilités dans le groupe.....	6
III) Les jeux de données test.....	7
A) Prise de vue de la chapelle Saint-Marc.....	7
B) Prise de vue de tasses.....	8
C) Prise de vue d'un livre.....	12
D) Utilisation de jeux de données issus de prises de vues aériennes.....	12
E) Utilisation de jeux de données préparés par les constructeurs.....	13
IV) Les tests effectués sur les logiciels.....	14
V) Les résultats – Tableau comparatif.....	14
VI) Remerciements.....	15
VII) Webographie.....	15
VIII) Annexes : Les fiches des logiciels testés.....	17
1) Fiche du logiciel Reality Capture.....	17
2) Fiche du logiciel Metashape (incluant les versions pro et standard).....	25
3) Fiche du logiciel Meshroom.....	32
4) Fiche du logiciel Pix4D.....	38
5) Fiche du logiciel MicMac (version locale).....	46
6) Fiche du logiciel MicMac (version en ligne).....	51
7) Fiche du logiciel Visual SFM.....	57
8) Fiche du logiciel Regard 3D.....	67
9) Fiche du logiciel PhotoModeler.....	73

## I) Les enjeux du parangonnage de suites photogrammétriques :

Le parangonnage de suites photogrammétriques correspond à la comparaison des différents logiciels de photogrammétrie actuellement sur le marché. Le but de notre projet a été de trouver des similitudes et des différences entre eux, et de les évaluer selon un panel de critères. Nous avons principalement créé des fiches logiciels qui rendent compte de ces critères, qui sont les premiers livrables attendus par notre commanditaire. Ces fiches logiciels sont présentes en annexe. Notre rapport illustre la généalogie de ces fiches.

Il existe peu d'études de ce type actuellement, même si certaines entreprises proposent déjà des analyses payantes de ces logiciels. Ces analyses sont amenées à évoluer étant donné que certains de ces logiciels sont opensource et vont probablement améliorer leurs performances dans le futur. Grâce à cette étude comparative, il sera plus facile pour des utilisateurs de trouver un logiciel photogrammétrique adapté à leurs besoins, selon leur domaine (ingénierie, recherche, cinéma, jeux vidéo) et le niveau de rendu attendu (amateur, professionnel). Ce sujet nous permet également de développer un regard critique et de nous familiariser avec des logiciels que nous serons probablement amenés à retrouver dans nos études ou notre vie professionnelle future. Ajoutons que notre étude s'est réduite à la création de modèles 3D et de produits dérivés à partir de photographies ou d'images aériennes. Nous n'avons pas évalué la capacité des logiciels à traiter des jeux de données laser.

## II) La méthodologie adoptée pour la présente étude :

### A) Étude préliminaire :

Nous avons découpé notre projet en trois étapes principales. La première était de choisir des logiciels à tester, gratuits ou pour lesquels une version démo d'une durée de 2 à 3 semaines minimum était disponible. La seconde était de définir les critères sur lesquels comparer ces logiciels en s'appuyant sur des protocoles généraux d'évaluation de logiciels, protocoles que nous avons recherchés en ligne. La troisième et dernière étape était de trouver ou de créer des jeux de données adaptés afin d'effectuer cette évaluation et de tester tous nos critères. Pour ce faire, nous disposions des ordinateurs du centre IGN de Forcalquier ainsi que d'appareils photographiques.

#### 1) Recherche, téléchargement et prise en main des logiciels photogrammétriques :

Lors de nos premières recherches, nous nous sommes rapidement rendu compte qu'il existait un grand nombre de logiciels photogrammétriques, incluant un grand nombre de logiciels payants. En se servant de démo gratuites valables sur une durée suffisante sur notre étude, nous avons tout de même pu constituer une liste conséquente de logiciels à tester. Vous trouverez cette liste ci-dessous.

RealityCapture	testé
Meshroom	testé
Metashape	testé
MetashapePro (version gratuite)	testé
Regard3D	testé
Pix4D	testé
MicMac (Linux)	testé
Micmac (en ligne)	testé
VisualSFM	testé
Autodesk	Nécessite de contacter l'entreprise pour obtenir le lien d'installation
Acute3D	Nécessite de contacter l'entreprise pour obtenir le lien d'installation
PhotoModeler	testé
Photometrix	Nécessite de contacter l'entreprise pour obtenir le lien d'installation
Elcovision	L'installation n'a pas abouti
Realsense	Nécessite de contacter l'entreprise pour obtenir le lien d'installation
Skyline Software System	Nécessite de contacter l'entreprise pour obtenir le lien d'installation

### Liste des logiciels

Les noms des logiciels sont présents dans la colonne de gauche. Si le mot « testé » apparaît dans la colonne de droite, c'est que nous avons pu mener une étude sur ce logiciel. Nous avons également effectué un travail préliminaire qui consistait à nous documenter sur ces logiciels et à contacter des personnes ayant déjà travaillé sur du parangonnage de suites photogrammétriques ou avec un des logiciels en particulier. Nous avons par exemple appris que certains logiciels étaient particulièrement adaptés à certains domaines, comme Pix4D avec les prises de vue aériennes ou Reality Capture, Metashape et Meshroom dans le domaine du cinéma. Nous avons ainsi eu une première idée du public visé par les logiciels et de leurs avantages et inconvénients, que nous développerons plus loin.

#### 2) Choix des critères de comparaison des logiciels :

Une fois la prise de connaissance des logiciels effectuée, il nous fallait réfléchir à des critères pour les comparer. Nous nous sommes basés d'une part sur des protocoles d'évaluation de logiciels existant en ligne (voir la liste des sites consultés en annexe), incluant des critères tels que l'ergonomie des logiciels, leur performance ou leur rapidité de traitement. Il existe un grand nombre de grilles d'évaluation sur internet. Nous nous sommes concentrés sur trois grandes familles de critères, à savoir le point de vue fonctionnel, l'utilisation et la maintenance. Nous ne nous sommes pas intéressés par exemple aux codes des constructeurs qui ont permis de créer les logiciels, ni aux méthodologies que ceux-ci adoptent pour la conception logicielle. Nous avons constitué une fiche type de critères, appelée « fiche logiciel », qui inclut les critères propres à ces trois familles. Nous les avons ensuite remplies pour chaque logiciel pendant toute la durée du stage.

Voici un tableau de tous les critères évalués à partir des protocoles d'évaluation des logiciels, classés par familles (fonctionnel, utilisation et maintenance) :

« Fonctionnel »	«Utilisation» Il manque la colonne « maintenance » ?
Pertinence	Maniabilité
Généralité	Fiabilité
Performance	Effcience
	Couplabilité
	Portabilité

Tableau incluant nos critères

Nous nous sommes intéressés d'autre part à des critères propres à la photogrammétrie. L'ensemble de ces critères a ensuite servi de base pour établir notre tableau comparatif et les évaluations individuelles des logiciels, que vous trouverez en annexe.

Nous pouvons à présent définir tous ces critères :

a) D'un point de vue « fonctionnel » :

- Le critère de pertinence correspond à la capacité du logiciel de répondre aux besoins de l'entreprise (dans notre cas, aux besoins d'un chercheur/ingénieur/amateur/créateur de jeux vidéo).
- Le critère de généralité correspond à l'aptitude du logiciel à résoudre des problèmes de portée plus large que ceux étudiés (dans notre cas, le traitement de jeux de données plus gros, d'autres objets, de jeux de données laser...).
- Le critère de performance correspond au rapport entre la quantité de ressources utilisées (moyens matériels, temps, personnel) et la quantité de résultats délivrés [dans notre cas : rapidité de traitement, nombre de points de liaison, extensibilité (capacité à maintenir la performance même en cas d'utilisation intensive), adaptation au format des photos.]

b) D'un point de vue « utilisation » :

- Le critère de maniabilité correspond à l'aptitude du logiciel à être convivial et simple d'emploi. Elle se subdivise en trois parties : la communicabilité (capacité du logiciel à permettre un dialogue aisé entre humain et machine), l'exploitabilité (facilité à mettre en œuvre et à utiliser le logiciel), facilité d'apprentissage (capacité du logiciel à être utilisé rapidement par un utilisateur).
- Le critère de fiabilité correspond à l'aptitude du logiciel à accomplir sans défaillances l'ensemble des fonctions spécifiées dans un document de référence pour une durée d'utilisation donnée.
- Le critère d'effcience correspond à l'aptitude du logiciel à minimiser l'utilisation des ressources disponibles (place mémoire, vitesse d'accès aux périphériques, temps de réponse...)
- Le critère de couplabilité correspond à l'aptitude du logiciel à communiquer ou interagir avec d'autres systèmes (possibilités d'export dans d'autres logiciels)
- Le critère de portabilité correspond à l'aptitude du logiciel à passer d'un environnement à l'autre (de Windows à Linux par exemple)

c) D'un point de vue photogramétrique :

En ce qui concerne les critères propres à la photogrammétrie, nous nous sommes intéressés essentiellement à la qualité de la reconstruction 3D, en prenant en compte des critères d'exhaustivité de la reconstruction (manque-t-il des parties de l'objet ? Certaines parties sont-elles dédoublées ?) et de qualité géométrique. Parmi ces critères de qualité géométrique, on retrouve par exemple l'exactitude des positions dans la reconstruction 3D ou ortho, c'est-à-dire leur écart par rapport aux positions réelles. Pour obtenir une valeur, on calcule des distances entre les coordonnées du point réel et celles du point homologue dans le modèle 3D. Puis, on fait des statistiques sur ces valeurs de distance avec des calculs de moyenne ou d'écart-type. S'il n'est pas possible d'obtenir des valeurs numériques, on s'intéresse à la présence de bruit sur l'image pour estimer la qualité géométrique. Nous nous sommes également intéressés à d'autres critères, tels la densité du nuage de points, le nombre de points de liaison ou la possibilité de calculer des volumes à partir des logiciels ou non.

### 3) Définition, acquisition et préparation des jeux de données :

Pour tester les logiciels et remplir ces fiches logiciel, il nous fallait des jeux de données adaptés, allant de 20 à 50 photos maximum pour ne pas éterniser les traitements. Nous avons préféré constituer nos propres jeux de données en utilisant à chaque fois des paramètres différents (forme des objets, contraste, surfaces réfléchissantes, plus ou moins de recouvrement, géoréférencement, prise de vue aérienne...).

Notre premier jeu de données est constitué de photos de la chapelle Saint-Marc, qui se situe à proximité du centre IGN, prises avec un appareil photographique professionnel. Nous l'avons également géoréférencée en plaçant des petites cibles photogramétriques sur les murs et en repérant des points naturels sur les façades, puis en faisant de la topométrie. Nous détaillerons plus loin notre méthode de travail et les résultats obtenus.

Nous avons ensuite constitué des jeux de données incluant des petits objets de géométrie différente. L'un d'eux était constitué de photos de tasses, au départ des tasses de couleur uniforme puis avec des motifs de fleurs. Ce jeu de données existait sous deux exemplaires : le premier avait été pris au téléphone portable, le deuxième avec un appareil photographique. Un autre jeu de données contenait des photographies de livres, présentes sous deux exemplaires également.

Ensuite, nous avons pu accéder à des images aériennes que d'autres étudiants en stage avaient effectuées.

Enfin, nous nous sommes servis de jeux de données fournis par le logiciel Metashape. Plusieurs jeux de données étaient proposés, nous avons choisi celui d'une statue, entourée de bâtiments. Nous détaillerons plus loin le déroulement des prises de vue et du traitement qui s'en est suivi sur les logiciels.

### B) Répartition des responsabilités dans le groupe :

Pour remplir tous les objectifs présentés dans la partie précédente, nous avons dû établir un planning et nous répartir le travail. L'étape préliminaire de réflexion, de planification des prises de vue et de documentation sur les logiciels et les critères d'évaluation a été réalisée à cinq. Puis nous nous sommes répartis le travail : pendant que certains prenaient les photographies, d'autres se familiarisaient avec certains logiciels. Une fois tous les jeux de données créés, nous avons chacun travaillé de façon plus conséquente sur deux des logiciels téléchargés afin de pouvoir tous les évaluer. Au fur et à mesure du travail, nous remplissions nos fiches critères et nous faisons une idée des logiciels.

### III) Les jeux de données test :

#### A) Prise de vue de la chapelle Saint-Marc :



Chapelle Saint-Marc à Forcalquier

##### 1) Objectif de la prise de vue :

Le but de cette prise de vue était d'obtenir un modèle 3D d'un bâtiment, plus conséquent que celui obtenu à partir d'une tasse ou d'un livre, et de géoréférencer l'objet que nous modélisons. Nous nous sommes contentés de la façade principale et de la moitié des façades de droite et de gauche de la chapelle pour réduire au maximum les temps de traitement des logiciels.

##### 2) Réalisation :

###### a) Topométrie :

Pour effectuer la prise de vue, nous avons commencé par placer des petites cibles de photogrammétrie sur les façades. Nous avons créé des fiches signalétiques pour chacun de ces points. Vous en trouverez un exemple en annexe. Nous avons également trouvé une petite dizaine de points naturels à viser au tachéomètre, pour lesquels nous avons également créé des fiches signalétiques. Enfin, pour nous géoréférencer, nous avons utilisé trois repères de nivellement situés à proximité du centre IGN. Nous nous sommes placés sur ces repères avec un prisme ou un mini-prisme selon sa position sur le terrain. Puis nous nous sommes placés sur deux stations libres à droite puis à gauche de la chapelle. Nous avons à chaque fois effectué une ouverture au tachéomètre, visé chacun des trois repères et toutes les cibles et points naturels visibles avant d'effectuer notre fermeture. Nous avons ensuite traité nos données sur Comp3D.



Visée au tachéomètre

*b) Photographie :*

Une fois les mesures au tachéomètre faites, nous avons pris des photos de la façade principale et des bords des façades de droite et de gauche, en veillant à avoir un recouvrement d'environ 80 % en intrabande et d'environ 60 % en interbande. Nous avons pris ces photos à deux moments distincts de la journée pour pouvoir jouer sur le contraste : une fois le matin, lorsque la chapelle était exposée au soleil, et une fois pendant l'après-midi, lorsque la chapelle était à l'ombre. Nous avons veillé à conserver les mêmes réglages de l'appareil photo tout au long de la journée. Nos jeux de données contenaient tous les deux une quarantaine de photos.



Chapelle en train d'être photographiée

## B) Prise de vue de tasses :

### 1) Tasse sans motifs :

La première prise de vue effectuée a été celle d'une tasse à rayures de couleurs uniformes, sans motifs.



Tasse sans motifs

#### a) Objectif de la prise de vues :

Le but de cette prise de vue était d'étudier un objet de forme cylindrique, suffisamment petit pour avoir un jeu de données de taille raisonnable. De plus, la surface réfléchissante de la tasse permettait de tester les performances des logiciels.

#### b) Réalisation :

Nous avons placé la tasse au centre d'une salle de cours. Nous avons tracé un cercle autour. Nous avons ensuite placé l'appareil photo puis le téléphone portable sur ce cercle, qui nous a permis de rester à équidistance de l'objet.



### Installation pour la prise de vue

#### c) Problèmes rencontrés :

Nous nous sommes rapidement rendus compte qu'aucun des logiciels testés ne permettait de reconstruire la tasse, que les photos soient issues du téléphone ou de l'appareil. Elle ne présentait pas suffisamment de points de liaison puisqu'elle n'avait aucun motif, elle n'était donc pas adaptée à une étude de ce type. Ainsi, les rendus n'étaient constitués que d'une moitié de tasse et les photos s'alignaient plutôt que de former un cercle autour de l'objet. Nous avons donc recommencé le travail avec une tasse à motifs.

#### 2) Tasse avec motifs :

##### a) Objectif de la prise de vue :

Nous voulions toujours tester les paramètres évoqués dans la partie précédente, et comparer les jeux de données issus d'un téléphone portable et d'un appareil photo, pour savoir si la photogrammétrie était utilisable par tous et avec un matériel non professionnel. Nous avons recommencé la prise de vue avec une tasse plus adaptée, ce qui nous a permis d'obtenir une tasse complète sur nos logiciels et de comparer les rendus.



Tasse à motifs

*b) Réalisation :*

Nous nous sommes placés dans la même configuration que précédemment pour la prise de vue, en conservant le cercle que nous avons tracé sur le sol. Nous avons ensuite pu importer nos jeux de données sur les différents logiciels, effectuer des tests et remplir nos fiches. Le seul cas où le rendu était mauvais était lorsque nos photographies n'étaient pas suffisamment nettes, que ce soit avec le téléphone ou avec l'appareil photo. Nous devions alors reprendre des photos jusqu'à ce que leur qualité soit suffisante. Mais nous avons totalement pu utiliser les photos issues du téléphone portable, ce qui montre bien que la photogrammétrie peut être accessible à tous. Nous avons néanmoins observé quelques différences entre les deux jeux de données, qui sont probablement dues aux résolutions différentes entre les appareils photos et les téléphones portables. Nous avons donc fait un travail de recherche et avons fini par trouver que les téléphones portables possèdent une meilleure résolution que les appareils photos professionnels, ce qui entraîne un meilleur rendu de l'objet en lui-même mais qui crée plus de bruit autour de cet objet : en effet, le fond est également suffisamment net pour être retranscrit dans le modèle. Ceci a été vérifié dans la plupart des logiciels. Vous pourrez accéder au détail de nos résultats pour chaque logiciel en annexe.

## C) Prise de vue d'un livre:

### 1) Objectifs de la prise de vue :

Le but de cette seconde prise de vue d'un objet était de tester à nouveau les logiciels lorsque le modèle à construire est issu d'un objet avec une autre radiométrie et une autre géométrie que ce que nous avons déjà testé.

### 2) Réalisation :

Nos méthodes et résultats ont été à peu près équivalents à ce que nous avons déjà effectué et observé avec les tasses. Nous avons gardé la configuration du cercle autour de l'objet. Les pages du livre ont souvent été compliquées à modéliser. La situation pourrait être schématisée de la façon suivante :

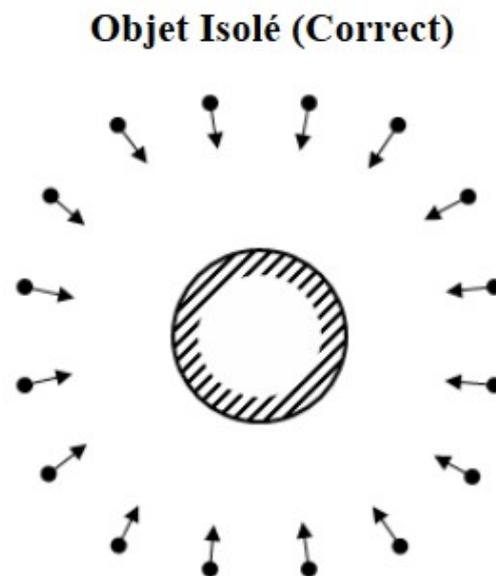


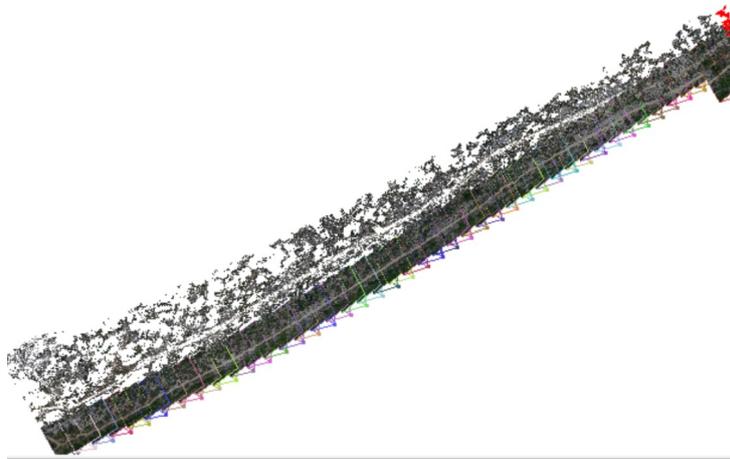
Schéma de notre installation

## D) Utilisation de jeux de données issus de prises de vues aériennes :

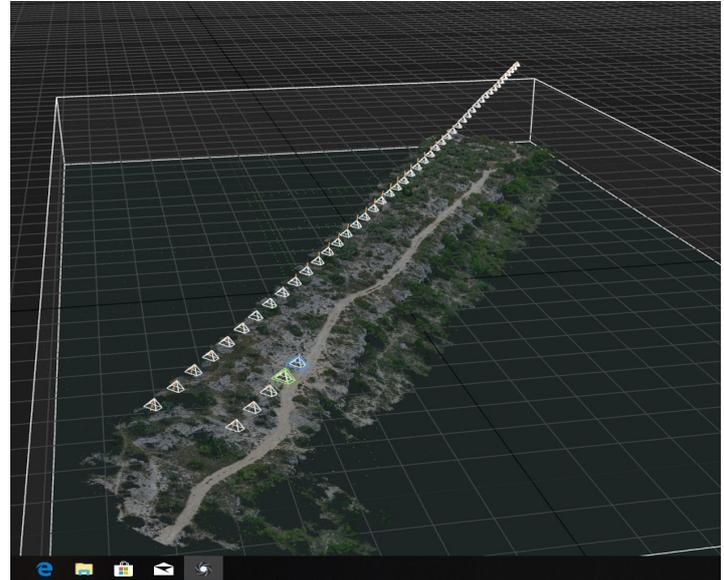
Les étudiants du projet terrain P3 ayant réalisé des prises de vue aériennes, nous leur avons demandé de récupérer leurs jeux de données afin de tester cette fonctionnalité de nos logiciels.

La planification de leur prise de vue s'appuyait sur l'utilisation de Litchi. Ils y indiquaient leur hauteur de vol (environ 35 mètres), leur emprise terrain et le nombre de clichés qu'ils souhaitaient, en prenant en compte la vitesse du drone et le recouvrement souhaité (80 % en interbande et en intrabande). Il était également nécessaire de connaître les coordonnées géographiques de tous les points où un cliché devait être pris. Ceci a été calculé par interpolation à partir de quatre points connus. Ils lançaient ensuite le drone et récupéraient les clichés, qu'ils nous ont ensuite transmis.

Nous nous sommes globalement rendus compte que tous les logiciels ne permettaient pas le traitement d'images aériennes et que, pour ceux qui le permettaient, différents niveaux de rendus étaient observés. Plus de détails seront donnés en annexe, mais nous pouvons déjà illustrer ce propos en comparant les rendus de Visual SFM et de Reality Capture.



Rendu sur Visual SFM



Rendu sur Reality Capture

On se rend également compte que Pix4D est un logiciel particulièrement adapté à ce genre de jeux de données.

### E) Utilisation de jeux de données préparés par les constructeurs :

Si nos prises de vue nous permettaient de tester certains paramètres bien précis, leur qualité (notamment la netteté des photos) ne permettait parfois pas d'obtenir de rendus suffisamment bons. Nous avons donc décidé de tester les logiciels sur des jeux de données directement fournis par les concepteurs de logiciels, et voir le rendu réel avec des photos de bonne qualité. Nous avons réalisé que le site officiel de Metashape fournissait différents jeux de données. Nous en avons choisi un représentant une statue entourée de bâtiments. Le but était de reconstruire uniquement la statue. Nous avons donc pu en profiter pour tester la possibilité d'introduire un masque dans les images. Voici une image de la dite statue :



Statue modélisée sur Reality Capture

Nous étions donc certains que si les rendus étaient moins bons, ce n'était pas à cause de la qualité des photographies mais bien à cause du logiciel. Les résultats obtenus sont présents en annexe.

#### IV) Les tests effectués sur les logiciels :

Nos différents jeux de données nous ont permis d'effectuer différents tests sur les logiciels téléchargés. Notamment, nous avons regardé comment les logiciels effectuaient les étapes principales de construction d'un modèle 3D (la recherche de correspondances entre points clés, la création d'un nuage de points dense...) et avec quel temps de traitement. Nous avons aussi regardé comment les logiciels réagissaient à un plus grand contraste, à moins de recouvrement entre les images, à des images plus ou moins nettes, ou à des images aériennes.

Nous avons également testé les différentes options présentées par les logiciels. Une des options qui nous a particulièrement intéressés était le fait de pouvoir créer un masque sur une image, c'est-à-dire pouvoir se concentrer sur notre objet en masquant les alentours, pour supprimer le bruit sur le rendu final. Nous nous sommes aussi intéressés au calcul de volumes à partir de contours tracés dans les images. Cette fonctionnalité s'est avérée manquante dans la plupart des logiciels grand public que nous avons testés. La qualité géométrique, l'exhaustivité du rendu 3D et la densité des nuages de point ou encore le nombre de points de liaison et la possibilité d'utiliser des jeux de données fisheye ont également été étudiés.

#### V) Les résultats – Tableaux comparatifs :

Nous avons divisé en deux nos résultats, en séparant l'évaluation selon les critères généraux et les critères photogrammétriques.

Voici ci-dessous le tableau comparatif que nous avons pu créer en mettant en commun toutes nos analyses des différents logiciels. Il donne une note à chaque logiciel en nombre d'étoiles (de

une à cinq), en s'appuyant sur tous les critères explicités dans la partie II) 2).

D'un point de vue global :

	Reality Capture	Metashape	Pix4D	Meshroom	Visual SFM	Regard3D	MicMac local	MicMac en ligne	PhotoModeler
Interface graphique	****	***	*****	****	***	****	*	****	***
Temps de traitement	*****	*	***	**	*****	***	****	****	****
Multi plateformes	*	*****	****	***	*****	*****	*****	*****	*
Maniabilité	****	****	****	**	***	*****	***	****	**
Coût (une seule * correspondant au plus cher)	*	**	*	*****	*****	*****	*****	*****	**
Documentation	*****	*****	****	*	*****	***	*****	*	***
Formats de sortie	*****	*	***	**	*	*	*	*	****
Couplabilité		*		***	*	*	*	*	*

D'un point de vue photogrammétrique :

	Reality Capture	Metashape	Pix4D	Meshroom	Visual SFM	Regard3D	MicMac local	MicMac en ligne	PhotoModeler
Qualité du modèle 3D	*****	***	***	****	**	**	****	**	**
Diversité des options	****	****	*****	**	**	*	*****	*	**
Qualité géométrique	*	*	**** < 5mm	*	*	*	***** < 5 mm	*	*
Densité du nuage de points	185000p oints, 6M vertices	50000p, 11M vertices	4M vertices	15000p, 1,4M triangles	750p	70000 vertices	25M vertices		25000p
Images aériennes	***	***	*****	**	**	***	****		*
Calcul de volumes	*	***	*****	*	*	*	*	*	
Avis personnel	****	***	*****	*	**	***	***	***	**

Les cases vides correspondent aux critères que nous n'avons pas réussi à tester dans les différents logiciels, bien que leur documentation indique qu'il était possible de les vérifier.

On se rend compte que les logiciels sont très différents à tous les niveaux. Néanmoins, ils semblent se répartir sur plusieurs domaines d'applicabilité. Un chercheur n'utilisera pas le même logiciel qu'un ingénieur ou qu'un cinéaste. On se rend compte par exemple que Reality Capture fournit de très bons rendus mais se comporte comme une boîte noire : on n'a aucun contrôle sur les calculs. Au contraire, MicMac permet un plus grand contrôle, d'accéder à chaque étape mais nécessite une connaissance de la photogrammétrie et la capacité à écrire des lignes de code. D'un point de vue personnel, nous avons préféré travailler avec Pix4D, qui présente de plus nombreuses fonctionnalités que les autres logiciels. On remarque que d'autres logiciels ont de moins bonnes performances mais sont opensource : leurs performances sont donc amenées à s'améliorer dans le temps et certaines entreprises commencent à s'en servir. Notamment, Meshroom commence à être utilisé dans le monde du cinéma et pourrait, dans quelques années, faire concurrence à Metashape.

Pour conclure, ce projet nous a permis de nous familiariser avec de nombreux logiciels dont nous n'avions pas l'habitude, ce qui a été un travail dense. Il nous a permis de développer un regard critique ainsi qu'un regard de conception dans le cadre de la réalisation des jeux de données. A tous les niveaux, ce projet nous a permis d'être plus autonomes et de penser à chaque étape de notre travail.

## VI) Webographie

- <http://www.delf.fr/fiche-6.php> : critères d'évaluation des logiciels explicités
- <https://www.agisoft.com> : site du logiciel Metashape
- <http://ccwu.me/vsfm/> : site du logiciel Visual SFM
- <https://www.capturingreality.com> : site du logiciel Reality Capture
- <http://bestrema.fr/micmac-tutoriel-et-script-pour-photogrammetrie-sous-windows/> : tutoriels et aides pour MicMac
- <https://www.pix4d.com> (site du logiciel Pix4D)
- <http://www.regard3d.org> (site du logiciel Regard 3D)
- <https://alicevision.org> (aide pour l'utilisation du logiciel Meshroom)
- <https://www.photomodeler.com> (site du logiciel Photo Modeler)
- <https://all3dp.com/1/best-photogrammetry-software/>: site comparant des logiciels photogrammétriques selon quelques critères (prix, type d'images importables, format du rendu, logiciel multi-plateformes ou non)

## VII) Remerciements

Nous remercions chaleureusement Monsieur Jean-François Hangouët, notre encadrant pendant ce stage, qui nous a gentiment guidés pendant ces trois semaines.

Nous remercions également Ewelina Rupnik, Typhaine Jouan, Alexis Perret, Arthur Dujardin, Florentin Brisebard, Arthur Genet, Cédric Perion et Armand Drugeon pour leur aide et leurs conseils, ainsi que toute l'équipe du centre IGN et nos enseignants, sans qui le stage n'aurait pas pu avoir lieu.

## VII) Annexes : Les fiches des logiciels testés :

### 1) Fiche du logiciel Reality Capture :



## RealityCapture

### Sommaire :

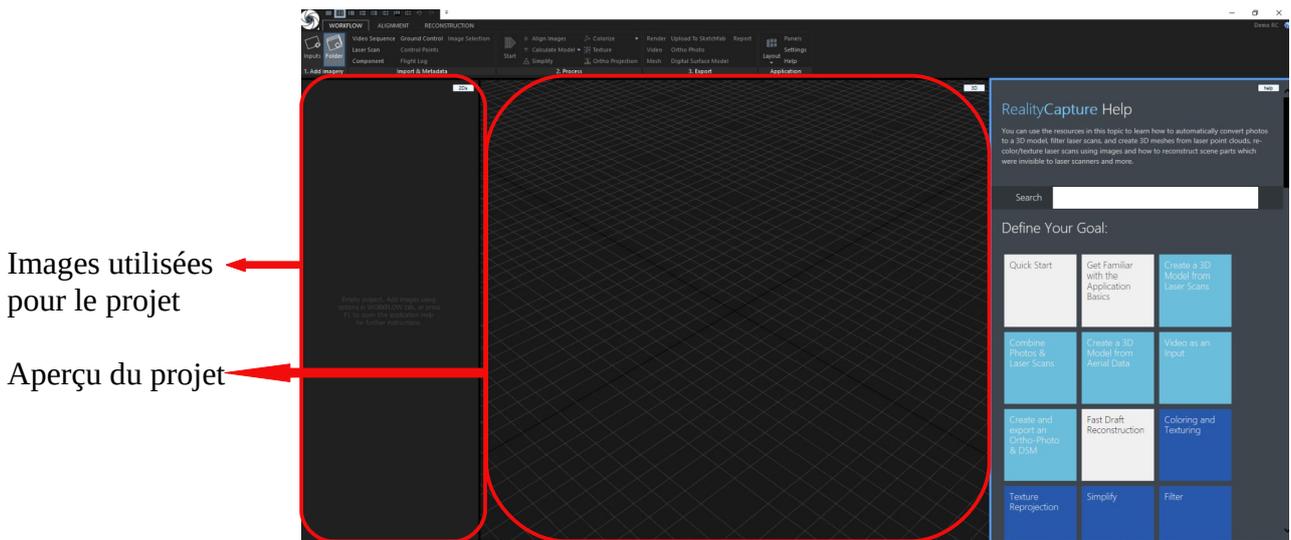
I) Analyse détaillée.....	18
A) Ergonomie.....	18
1) Interface graphique.....	18
2) Prise en main.....	19
3) Qualité du rendu.....	19
B) Fonctionnalités.....	20
1) Optimisation des traitements.....	20
2) Diversité des options.....	20
C) Remarques.....	21
1) Coût.....	21
2) Public visé.....	22
3) Carte graphique.....	22
II) Fiche logiciel.....	23

# I) Analyse détaillée

## A) Ergonomie

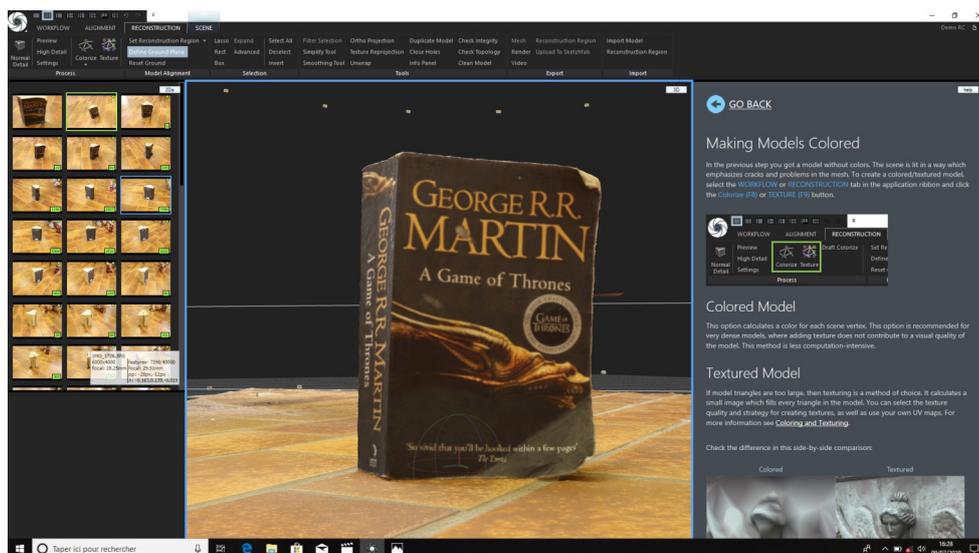
### 1) interface graphique :

L'interface graphique de RealityCapture est modulable. On peut choisir la composition de l'écran et obtenir jusqu'à 7 fenêtres qui permettent d'avoir des visions différentes du modèle, d'avoir plusieurs photos à l'écran, etc... . Nous avons travaillé avec 4 fenêtres : la barre des tâches, une fenêtre contenant les photos traitées, une autre où apparaît le projet et une dernière pouvant contenir un moteur de recherche qui mène à des tutoriels ou une autre fenêtre permettant un angle de vue différent du projet. Grâce à cette fenêtre il est possible d'effectuer des traitements et de suivre les indications du tutoriel en parallèle.



### Interface graphique de RealityCapture

Une fois le modèle 3D réalisé, l'utilisateur peut naviguer dans la fenêtre centrale pour observer le rendu sous différents angles.



### Aperçu du modèle 3D d'un livre

Au-delà d’être esthétique, l’interface graphique de RealityCapture permet de naviguer facilement dans le logiciel et d’utiliser toutes les fonctionnalités de façon rapide et intuitive. De plus la fenêtre consacrée aux tutoriels permet de travailler rapidement même lorsqu’on ne connaît pas le logiciel et de nous guider. Par exemple si l’on cherche à réaliser une ortho-photo, on a juste à taper « ortho-photo » dans la barre de recherche, cliquer sur le tutoriel associé et suivre les indications.

## **2) Prise en main :**

Comme dit précédemment RealityCapture est assez intuitif. La première chose à faire étant de faire un cliquer-glisser avec les photos à traiter puis de cliquer sur Start. Même si beaucoup de fonctionnalités sont très spécifiques, l’existence de la barre de recherche permet de prendre le logiciel en main très rapidement et de ne jamais se sentir perdu ou devoir chercher des informations sur internet.

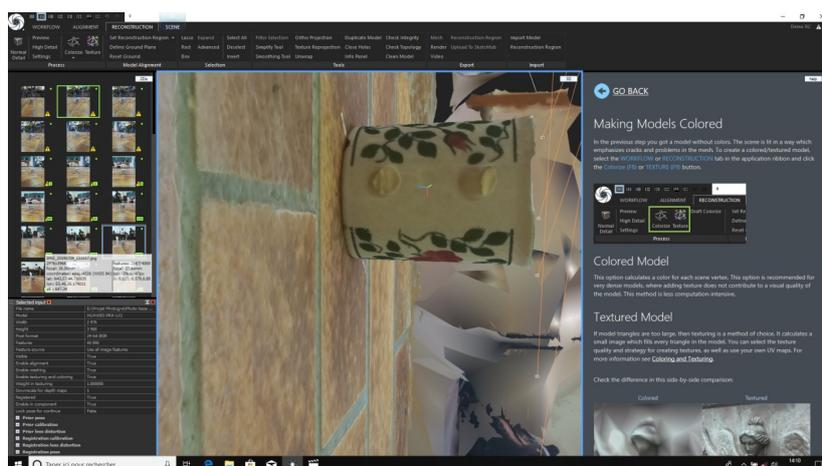
Un point noir concernant la prise en main de ce logiciel est l’omniprésence de l’anglais, ce qui pourrait rebuter certaines personnes.

La documentation est directement implémentée dans le logiciel et est très claire de surcroît. Il existe également des vidéos officielle aidant à la prise en main du logiciel sur le site de RealityCapture : <https://www.capturingreality.com/Showcase>

On peut aussi trouver quelques forums sur lesquels les utilisateurs partagent leurs jeux de données ou demandent de l’aide pour l’un de leur projet.

## **3) Qualité du rendu :**

Les rendus de RealityCapture sont assez beaux mais on a noté qu’il était parfois difficile de se déplacer dans le nuage de point ce qui rend son observation plus difficile. Par exemple pour le rendu de la tasse à fleur, nous obtenions une tasse horizontale qu’il était impossible d’observer à la verticale.



Modèle 3D d’une tasse

On remarque aussi que même si l'objet en question est souvent bien modélisé il est dans un environnement flou et peu net qui nécessite un traitement pour corriger l'aspect du rendu. Nous avons utilisé des masques avec les autres logiciels pour éviter ce genre de problèmes mais RealityCapture les réalise lui-même et pour lui imposer des photos contenant des masques cela nécessite de passer par des logiciels tiers comme photoshop.

## B) Fonctionnalités

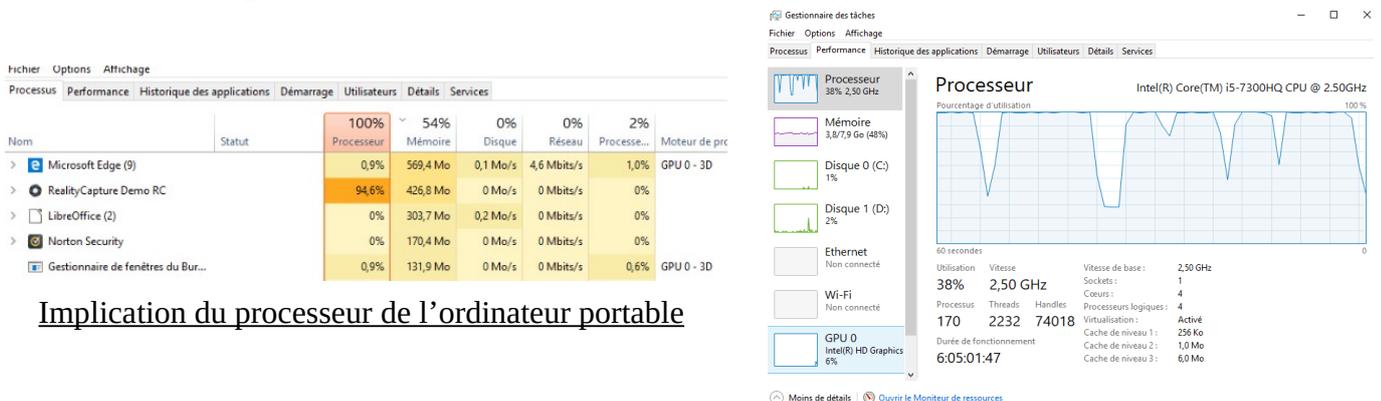
### 1) Optimisation des traitements :

En fonction de l'ordinateur, nous avons remarqué des différences de performances.

Sur les ordinateurs de l'IGN les traitements étaient en moyenne 50 % plus longs que sur un ordinateur personnel. Ils étaient pourtant équipés de meilleur matériel que ce soit le processeur ou la carte graphique et avaient de meilleures performances sur le papier (3,40 GHz contre 2,50 GHz).

Cependant les processeurs ne tournaient qu'à 35 % une majorité du temps de traitement alors que celui de l'ordinateur personnel était toujours à 100 %.

Il est donc étonnant que les ordinateurs n'allouent pas plus de puissance au calcul alors qu'avec d'autres logiciels les processeurs montaient sans souci à 100 %. Le temps de traitement s'en trouvait donc allongé.



### Implication du processeur de l'ordinateur portable

Même si l'utilisation du processeur demeure floue, il est clair que RealityCapture est l'un des logiciels les plus rapides. Certains jeux de données prenaient des heures à être traités sur certains logiciels alors que sur RealityCapture cela prenait rarement plus de 45 minutes.

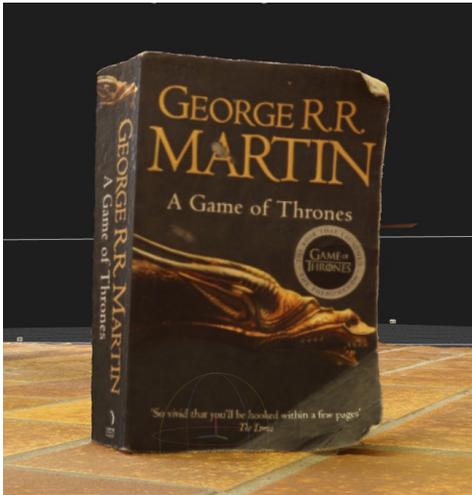
### 2) Diversité des options :

RealityCapture offre un grand panel de possibilités de traitement en photogrammétrie (si on détient la version payante).

Ce logiciel permet la modélisation 3D de petits objets comme de grands et permet de traiter des photos aériennes. Il y a également la possibilité de produire des ortho-photos et des nuages de points à partir de scans laser ou même de vidéos.

Les rendus sont eux-mêmes très modulables, on peut choisir leur qualité et donc leur taille, leur appliquer des filtres choisir d'affiner la texture pour les petits projets et la couleur pour les grands.

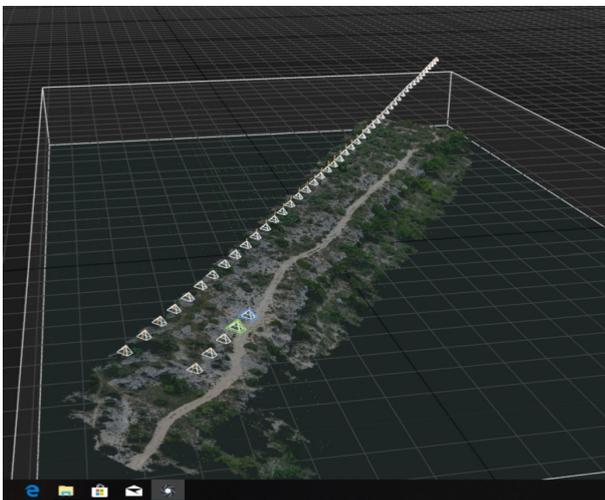
Nous n'avons pas pu tester nous même la plupart de ces fonctionnalités ne disposant que de la version gratuite.



Modèle 3D d'un livre



modèle 3D de la façade d'une chapelle



Rendu obtenu par photos aériennes prises au drone

## C) Remarques

### 1) Coût :

Il est à noter que RealityCapture est payant (la version gratuite ne permettant pas l'export de projet et bloquant certaines options). Il existe plusieurs licences. La première est un abonnement de 99€ pour 3 mois qui offre la majorité des options du logiciel mais en étant limitées. Les deux autres sont des achats pour obtenir une licence perpétuelle, l'une à 4000€ l'autre à 15 000€. La plus chère offre l'accès illimité au logiciel alors que celle à 4000€ empêche l'utilisation de scans laser par exemple.

## **2) Public visé :**

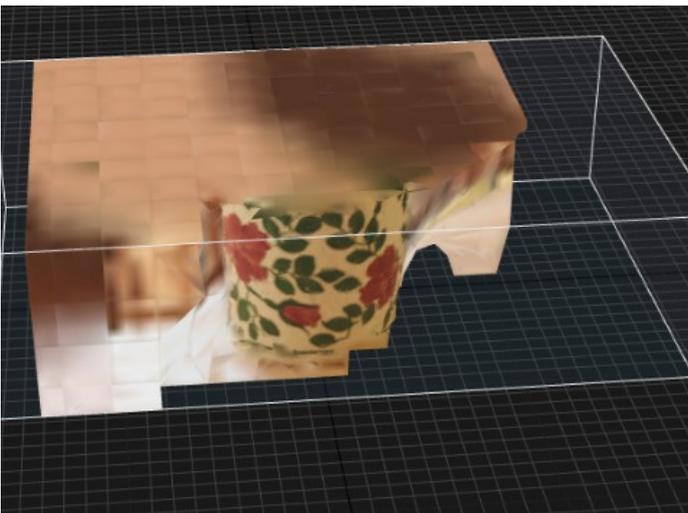
RealityCapture offre de beaux rendus rapidement. Il est cependant impossible d'obtenir des informations sur le traitement, sur les photos, ni même d'apporter une quelconque modification aux photos pendant le traitement.

RealityCapture est une sorte de « boîte noire », on y importe nos photos et on attend le rendu.

Ce logiciel est donc très intéressant pour des entreprises qui ont des rendus à faire pour des tiers. Les novices en photogrammétrie se tourneront certainement plus vers des logiciels gratuits même s'ils sont moins faciles à prendre en main, comme Meshroom et les chercheurs préféreront certainement un logiciel qui leur offre plus de contrôle et d'informations sur leurs données comme MicMac.

## **3) Carte graphique :**

Nous avons également remarqué que la carte graphique avait un rôle non négligeable sur les performances mais aussi sur la qualité du rendu. En modifiant la version du pilote de la carte graphique nous obtenions des rendus ratés.



Rendu obtenu avec une version obsolète du pilote de la carte graphique



Rendu obtenu avec la dernière version du pilote de la carte graphique

Il est donc important de mettre à jour ses pilotes pour exiger de bons résultats.

## II) Fiche logiciel

### I) Accessibilité :

- *Comment et où télécharger le logiciel :*

Logiciel simple d'accès et facile à installer, il y a juste à créer un compte. Cependant il n'est disponible que sur Windows. Il y a deux ans, les développeurs ont annoncé qu'une version compatible avec Linux et Mac OSX sortirait mais il semblerait que le projet ait été abandonné.

Voici le lien pour le téléchargement : [www.capturingreality.com](http://www.capturingreality.com)

- *Documentation :*

Des tutoriels sont disponibles à cette adresse : <https://www.capturingreality.com/Showcase> et des aides sont directement disponibles sur le logiciel.

- *Coût :*

Il existe une version gratuite mais sans export et une version payante disponible pour 15.000 euros ainsi qu'un abonnement de 99 euros pour trois mois permettant l'export.

- *Forum pour échanger entre utilisateurs :*

<https://support.capturingreality.com/hc/en-us/community/posts/115001356272-Documentation>

### II) Qualité d'un point de vue fonctionnel :

- *Pertinence :* Ce logiciel permet de répondre aux besoins de personnes qui cherchent un bon rendu 3D pour leur projet. Il permet de travailler avec énormément de formats de fichiers (images aériennes, photographies prises au téléphone portable comme à l'appareil photo, points laser). La qualité est toujours plus correcte. Mais pour un ingénieur ou un chercheur, ce logiciel n'est pas forcément adapté puisqu'il donne très peu d'informations sur les calculs effectués : on pourrait le qualifier de « boîte noire ».

- *Généralité :* Le logiciel permet de travailler avec des jeux de données bien plus importants que ceux que l'on a testés pendant le stage, avec un temps d'exécution plus rapide que d'autres logiciels et sans faire planter l'ordinateur. Il permet de travailler sur des objets plus petits comme plus grands que ceux étudiés et des fichiers issus de nombreux dispositifs (drones, appareils photo, téléphones, lasers). Enfin, si le logiciel permet de simplement appuyer sur « Start » et d'attendre le rendu, il permet aussi d'affiner le processus soi-même en réalisant à la main les étapes intermédiaires.

- *Performance :* Le logiciel est assez rapide par rapport aux autres logiciels et présente une certaine solidité : quel que soit le nombre de photos traitées, il aboutit le traitement contrairement à d'autres qui ne peuvent supporter une telle quantité d'informations. Ceci dit, le rendu est extrêmement volumineux.

### III) Qualité d'un point de vue utilisation :

- *Maniabilité :* Parfait en terme de communicabilité, d'exploitabilité et de facilité d'apprentissage. Seuls quelques clics sont nécessaires pour obtenir un rendu (4 clics la plupart du temps), interface graphique agréable, aide claire et disponible à chaque étape, onglet de recherche pour accéder à des tutoriels, rapide à prendre en main.

Il est à noter que le logiciel est en anglais et qu'il n'est pas possible de changer le langage dans les paramètres.

- *Fiabilité* : On obtient très souvent un rendu (tolérance aux fautes assez élevée, messages d'erreur quand des fautes surviennent) mais l'estimation du temps de traitement est souvent très mauvaise.

*Portabilité* : Le logiciel n'est disponible que sur windows.

- *Auditabilité* : assez mauvaise parce qu'on ne peut pas revenir en arrière après une nouvelle manipulation.

- *Efficience* : La mémoire vive allouée au traitement est raisonnable mais le processeur est sollicité à 100 %. Les temps de réponse sont bons.

*Confidentialité* : On travaille en local donc la question n'est pas forcément pertinente. Néanmoins on peut dire que le code n'est pas opensource et qu'on n'a pas trouvé de version crackée sur internet.

*Couplabilité* : Nous n'avons pas pu tester la couplabilité de ce logiciel puisque nous ne pouvons pas exporter de rendu et rien n'indique sur internet que cette fonctionnalité soit possible. Néanmoins les rendus sont au même format que ceux des autres logiciels, il semble donc étonnant qu'aucune couplabilité soit possible.

#### V) Points positifs et négatifs :

- *Point positifs* :

Le logiciel est facile à prendre en main, les rendus sont bons, rapides.

- *Points négatifs* :

Il est impossible d'interférer dans le code ou de changer des paramètres. On a par exemple essayé de réaliser un masque sur nos photos mais nous ne pouvions pas le faire directement depuis le logiciel : il fallait passer par Gimp ou Photoshop car le logiciel ne prenait pas en compte ces outils.

#### Bilan personnel :

L'utilisation du logiciel nous a paru assez intuitive cependant de nombreuses fonctionnalités nous sont restées inaccessibles du fait de l'impossibilité d'exporter nos rendus.

Par exemple, le calcul de volume et la création d'ortho-photos nécessitent un export au préalable, ce qui nous a empêché de tester ces fonctionnalités. Nous avons seulement lu les tutoriels expliquant comment réaliser ces opérations.

Pour ce qui est des tâches plus simples comme la modélisation 3D, le logiciel marchait souvent mieux que les autres (moins de messages d'erreurs, rendus plus esthétiques, rapidité du traitement). Nous avons cherché à voir ce qu'étaient capables de supporter les logiciels en retirant des photos (donc en diminuant le recouvrement), ou en ajoutant d'autres photos du même objet prises à des moments différents (donc avec un contraste différent). On remarque que Reality Capture réagit bien à ce genre de tests, et que ses rendus demeurent meilleurs que ceux des autres logiciels avec des contraintes supplémentaires.

## 2) Fiche du logiciel Metashape (version pro et standard) :



# Metashape (Professionnel et Standard)

## Sommaire :

I) Analyse détaillée.....	26
A) Ergonomie.....	26
1) Interface graphique.....	26
2) Prise en main.....	26
3) Qualité du rendu.....	26
B) Fonctionnalités.....	28
1) Optimisation des traitements.....	28
2) Diversité des options.....	28
C) Remarques.....	29
1) Coût.....	29
2) Public visé.....	29
II) Fiche logiciel.....	30

## **I) Analyse détaillée**

### **A) Ergonomie**

#### **1) Interface graphique :**

Les 2 versions proposent les mêmes interfaces à la différence que la version Pro a plus d'options. Leur interface est plutôt claire et pas trop chargée, elle a un visuel assez moderne. Il y a une barre d'onglets tout en haut, une barre d'outils juste en-dessous, le workspace se trouve sur une barre verticale à gauche de la fenêtre. Le reste de la fenêtre est dédié au modèle, sauf la partie inférieure de l'écran qui sert d'historique des actions. L'interface est en revanche totalement en noir et blanc ce qui la rend plus morne. Globalement l'interface est simple et épurée.

#### **2) Prise en main :**

Ce logiciel est particulièrement facile à prendre en main pour une utilisation de base, puisque dans l'onglet *Workflow* se trouvant dans la barre d'onglets se trouve la série d'actions dans l'ordre qui sont à réaliser pour obtenir un modèle 3D. Le logiciel est donc très intuitif, il est facile d'importer des images, lancer une modélisation 3D ou de sélectionner un ou plusieurs points.

Il n'y a pas de tutoriel d'utilisation mais la documentation d'aide permet d'effectuer des recherches par mots-clés. Le manuel d'aide donne des indications efficaces à conditions de trouver l'information voulue dans le manuel dont l'unique langue est l'anglais.

Sur leur site internet il existe de nombreux tutoriels sur les différentes utilisations possibles du logiciel comme l'orthophoto, la modélisation 3D, la reconstruction de bâtiment ou encore la génération de panorama. Ces tutoriels sont classés par niveau de difficulté.

Le site propose également une rubrique *Tips&Tricks* permettant d'améliorer l'utilisation du logiciel dans certains cas donné.

Sur le site se trouve également une FAQ permettant de résoudre des problèmes régulièrement rencontrés par les utilisateurs. Si la réponse au problème n'est pas présente on peut toujours utiliser le forum présent sur le site qui est très actif.

#### **3) Qualité du rendu :**

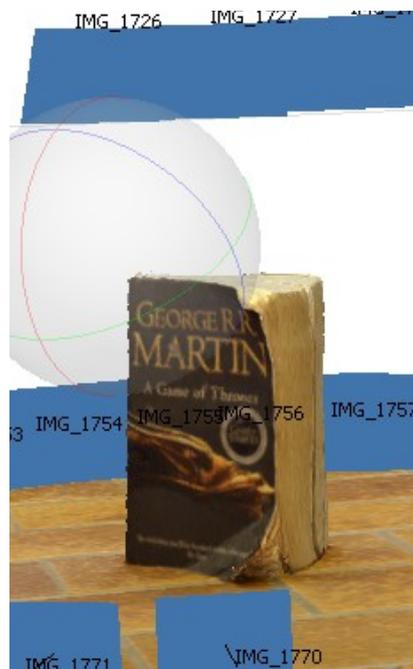
Les rendus de Metashape sont plutôt corrects. Sur le rendu du livre, on peut facilement lire le titre qui est en gros et on devine des lignes écrites en 4ème de couverture sans pour autant qu'elle soient lisibles. Des photos prises au téléphone ne posent pas de problème pour ce logiciel, la qualité du rendu peut même être meilleure qu'à l'appareil photo.

Lorsque de nombreux détails entourent l'élément pris en photo et que l'on utilise pas de masque, la qualité du rendu est grandement impactée comme pour la statue/monument. Sur ce même rendu on s'aperçoit que nombreuses tâches blanches texturées sont présentes dans les airs, ce sont des erreurs d'interprétation. Sur ce même monument avec la version Standard, un masque a été réalisé et la qualité du rendu est améliorée même s'il reste encore des tâches aériennes.

La qualité des rendus ne varie pas d'une version à l'autre.



Monument (version Pro)



Livre (version Pro)



Chapelle (version Standard)



Monument avec masque (version Standard)

## B) Fonctionnalités

### **1) Optimisation des traitements :**

Metashape ne supporte pas un nombre d'images trop élevé car cela implique des temps de traitement extrêmement longs avec des risques de crashes conséquents. On est donc cantonné à des traitements sur des jeux de données de taille moyenne (20-30 images). Les temps de chargement sont relativement longs et décomposés en 4 étapes. A chaque étape on a des options influant sur la durée du traitement comme le niveau de qualité souhaité. L'un des avantages des chargements est que le temps restant est estimé. Il arrive occasionnellement surtout si le temps de traitement est long que l'ordinateur se bloque et que l'application ne réponde plus, soit on est obligé de quitter le logiciel, soit on réussit à stopper le dernier traitement en conservant les étapes précédentes ce qui permet de relancer où l'on en était. Le fait d'avoir plusieurs étapes de traitement permet ainsi de pouvoir sauvegarder régulièrement.

### **2) Diversité des options :**

Dans le cadre de reconstructions 3D, le logiciel permet de changer les paramètres d'entrée comme le répertoire où seront stockées les données, puis d'ajouter les photos, de créer à la main un masque afin d'enlever toutes les zones de l'image qui pourraient entraîner du bruit dans le rendu final, puis de lancer les étapes d'alignement des photos, d'orientation et de positionnement du cadre dans lequel est placé l'objet, de construction du nuage de points et de la texture.

Pour l'affichage du rendu on a plusieurs options sur le choix de la textures selon l'apparence du rendu que l'on veut. Des outils de mesure d'objet ou de dessin de points sont présents.

Il est possible de faire un masque pour améliorer le rendu en diminuant les nuisances autour de l'objet ciblé et ainsi concentrer le nuage de points uniquement sur l'objet visé.

Cependant même si les 2 logiciels sont très proches sur de nombreux points, de nombreuses fonctionnalités sont exclusives à la version pro.

Le logiciel Metashape Professionnel offre par exemple la possibilité faire de la classification automatique sur des nuages de points, on peut choisir le nombre de classes de décomposition du modèle et ensuite le logiciel effectue la classification automatiquement selon le type d'objet présent donc par exemple peut être capable de différencier la végétation des immeubles. La classification peut aussi être réalisée manuellement.

La liste des possibilités supplémentaires de ce logiciel est très large : exportation d'orthomosaïques géoréférencées, Orthomosaïques, prise en charge des points de contrôle au sol, détection automatique de cibles, traitement d'images multispectrales, calcul de l'indice NDVI et des autres indices de végétation, génération de modèles en mosaïque hiérarchique, modélisation 4D pour scènes dynamiques...

Le logiciel permet également de générer une orthophoto et/ou un DEM avec ou sans points de contrôles ou encore de faire du géoréférencement.

Pour un rendu plus visuel il est par exemple possible de faire une animation avec une caméra se déplaçant dans l'espace en filmant l'objet modélisé.

Toutes ces options ne sont pas présentes sur Metashape Standard.

## C) Remarques

### **1) Coût :**

Il s'agit d'un logiciel payant, il coûte 3499\$ pour la version Agisoft Metashape Professional Edition sur le site officiel, alors que sur ce même site la version Agisoft Metashape Standard Edition est proposée à 179\$.

On peut avoir la version d'essai pour chacune des 2 versions gratuitement pendant 30 jours.

### **2) Public visé :**

L'objectif de l'entreprise Agisoft est d'offrir un outil leur permettant de résoudre avec succès les tâches de reconstruction, de visualisation, de topographie et de cartographie 3D. La version professionnelle de Metashape vise logiquement un public professionnel ou en tout cas des utilisateurs très réguliers au vue du prix.

Alors que la version standard est plus accessible et plutôt destiné à un usage occasionnel pour des amateurs notamment, qui ne cherchent pas une multitude d'options et peuvent se contenter des fonctions principales d'un logiciel photogrammétrique.

Dans la rubrique Community du site des articles sont proposés et triés par domaine, il existe donc des utilisations de Metashape dans des domaines très divers comme l'archéologie, l'art, le design, la biologie, l'écologie, la géologie, la cartographie...

## II) Fiche logiciel

Il existe deux versions de Metashape : une version standard et une version pro, qui sont toutes les deux payantes mais disponibles pour une période d'essai de 30 jours.

Nous traiterons ici les 2 versions, la grosse différence est que la version professionnelle propose un panel plus large de possibilités de traitement.

### I) Accessibilité :

- *Comment et où télécharger le logiciel :*

Ce logiciel est compatible avec Windows, Mac OS et Linux. L'installation est simple guidée et rapide.

Il suffit de suivre ce lien : <https://www.agisoft.com/downloads/installer/>

- *Documentation :*

Des tutoriels sont disponibles à cette adresse <https://www.agisoft.com/support/tutorials/beginner-level/>, de même qu'un guide pour les utilisateurs <https://www.agisoft.com/downloads/user-manuals/>

On trouve de nombreuses informations sur internet concernant l'utilisation de Metashape.

-

*Coût :*

La version standard coûte 179 dollars, et la version professionnelle 3499 dollars.

- *Forum pour échanger entre utilisateurs :*

Il existe un forum très actif avec de nombreux thèmes abordés : <https://www.agisoft.com/forum/index.php>

### II) Qualité d'un point de vue fonctionnel :

*Pertinence :* Ce logiciel permet de répondre aux besoins d'utilisateurs dans de très nombreux domaines comme l'archéologie, l'art, le design, la biologie, l'écologie, la géologie, la cartographie, etc...

*Généralité :* Ce logiciel dans ses 2 versions a beaucoup de mal à traiter des jeux de données dont le nombre de photos est élevé. La taille ou le type des objets (tasse ou bâtiment) n'influent pas la qualité du rendu, tout comme des photos prises au téléphone peuvent donner de bons rendus 3D.

*Performance :*

Ce logiciel n'est en général pas très rapide pour les temps de traitements. Les nuages de points proposés par Metashape sont très denses en haute qualité mais en choisissant une telle qualité on augmente le temps de traitement. La qualité des rendus graphiques de Metashape est plutôt correcte, on peut choisir le type de texture utilisé et même en partie le personnaliser.

### III) Qualité d'un point de vue utilisation :

*Maniabilité :* Le logiciel est assez intuitif pour ce qui est du lancement de ces étapes. Il suffit à chaque fois de seulement très peu de clics pour lancer un traitement ou accéder à un bouton. Néanmoins, le masque doit se saisir sur chaque photo individuellement et il est impossible de le rentrer une seule fois puis de l'automatiser, ce qui est assez long en pratique.

*Fiabilité* : Il n'est pas rare que des photos n'arrivent pas s'aligner entre elles, les images non alignées ne peuvent pas être utilisées si on lance les étapes suivantes. La documentation est plutôt claire donc on peut tout à fait réaliser ce qui est proposé dedans. Dans certains cas on peut avoir des tâches blanches texturées autour d'un objet sans raison apparente, ces dernières peuvent être limitées à l'aide d'un masque.

*Portabilité* : La documentation de ce logiciel est claire et complète.

*Efficience* : Ce logiciel n'est pas très rapide mais il a l'avantage d'annoncer le temps de chargement restant.

*Couplabilité* : Le nombre de type de fichiers d'exportation n'est pas très élevé comparé à d'autres logiciels.

#### IV) Points positifs et négatifs :

La prise en main du logiciel est très simple et le site internet très complet (documentation, forum, tutoriels...). Un défaut majeur de Metashape est la longueur des temps de traitement.

### 3) Fiche du logiciel Meshroom :



## **Meshroom**

### Sommaire :

I) Analyse détaillée.....	33
A) Ergonomie.....	33
1) Interface graphique.....	33
2) Prise en main.....	33
3) Qualité du rendu.....	34
B) Fonctionnalités.....	35
1) Optimisation des traitements.....	35
2) Diversité des options.....	35
C) Remarques.....	35
1) Coût.....	35
2) Public visé.....	35
II) Fiche logiciel.....	36

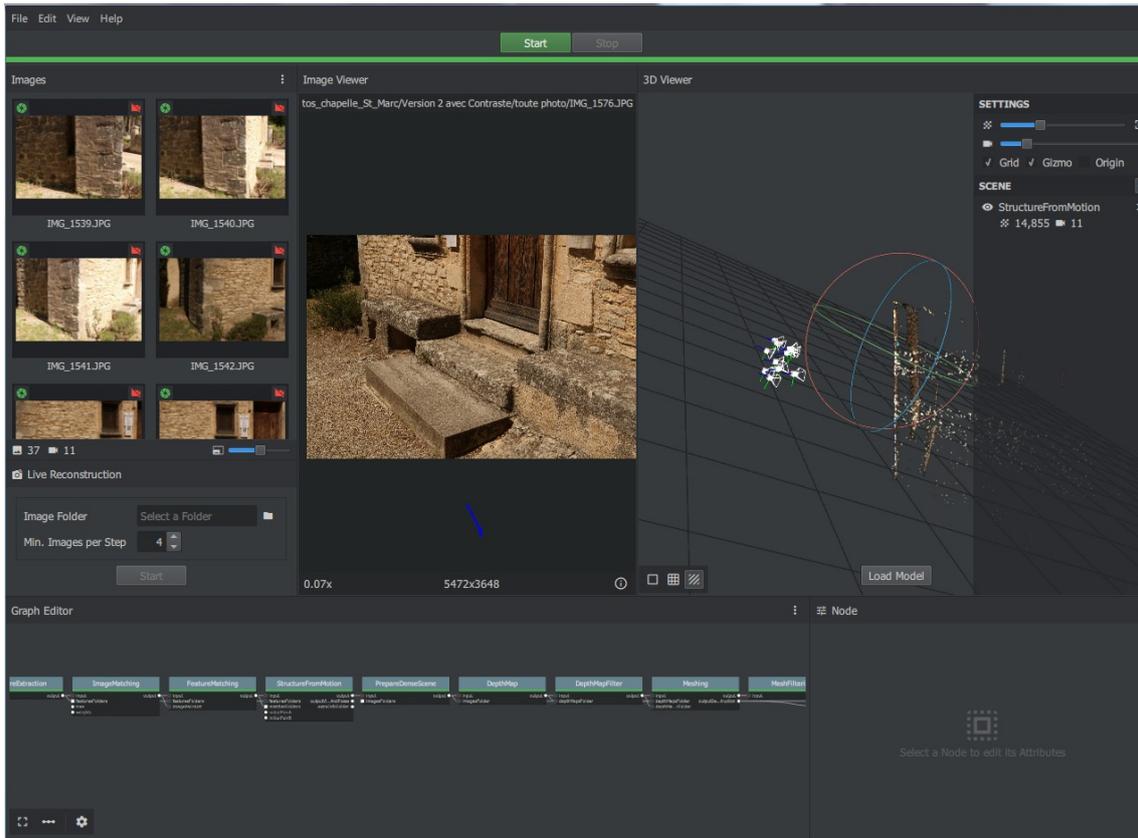
# I) Analyse détaillée

## A) Ergonomie

### 1) Interface graphique :

L'interface graphique comprend 5 fenêtres principales : une avec les images, une avec l'image sélectionnée, une avec le modèle 3D, une avec l'organigramme des traitements, une avec le traitement en cours.

Pour un novice, il suffit de cliquer sur start pour lancer la traitement. La prise en main est donc rapide et intuitive.



Interface graphique de Meshroom

### 2) Prise en main :

Dans un premier temps, il est facile de comprendre comment ajouter des images à traiter. Appuyer sur le bouton start permet ensuite directement d'obtenir un modèle 3D sans plus d'interactions. Le logiciel est donc très facile à prendre en main dans un premier temps.

Le graphe de la fenêtre Graph Editor permet de voir l'enchaînement des fonctions et l'avancée du traitement.



Figure 1: Graph des fonctions de Meshroom

Tout cela se complique lorsque l'on veut modifier les paramètres de traitement. Il faut alors s'intéresser à l'organigramme des différentes fonctions et réussir à comprendre ce que fait chacune d'elles. Or il est impossible de trouver une documentation complète du rôle de chaque fonction et de ses paramètres. Dans la documentation, on trouve cependant des conseils tels que : « you can also try Ultra which may improve or decrease the quality ». L'utilisateur est donc livré à lui même et se retrouve alors à essayer plusieurs fois les mêmes étapes avec différents paramètres.

### **3) Qualité du rendu :**

Dans une première approche, les résultats ne sont pas toujours excellents. L'illustration ci-dessous montre un de nos résultats pendant lequel le logiciel n'a pas utilisé toutes les photos disponibles. Par conséquent le résultats est très partiel.

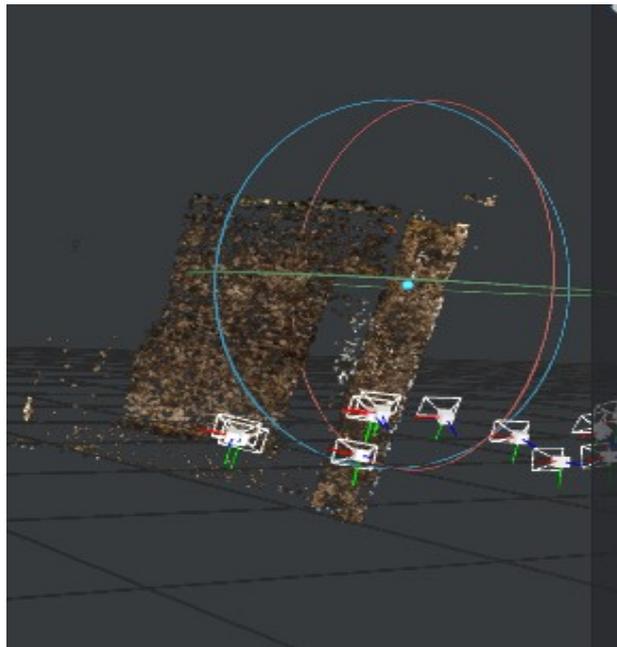


Figure 2: Exemple de résultat obtenu avec les paramètres par défaut avec le jeu de données de la chapelle Saint-Marc

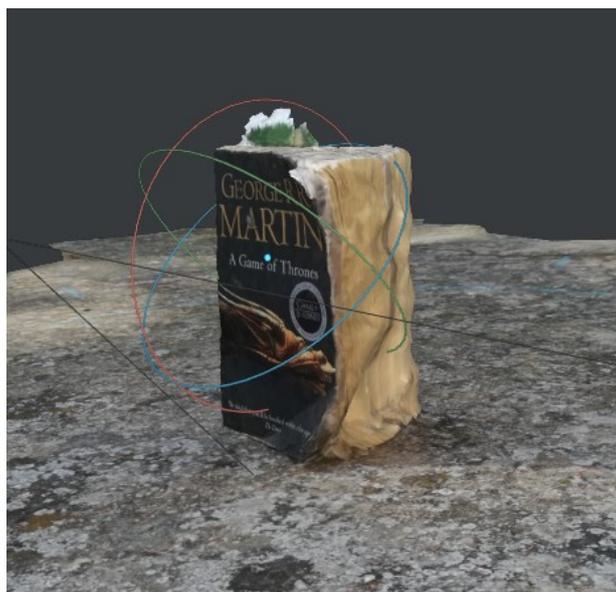


Figure 3: Exemple de résultat obtenu avec les paramètres par défaut

En cas de résultats décevants, il faut alors s'atteler à la difficile tâche de modifier les paramètres des fonctions.

## B) Fonctionnalités

### **1) Optimisation des traitements :**

Le traitement n'étant pas fragmenté, toutes les étapes de calcul se font en même temps ce qui rend le traitement très long. Cependant d'autres logiciels avec le même fonctionnement sont bien plus performants. L'étape la plus longue semble être la DepthMap, l'une des étapes de la reconstruction dense.

### **2) Diversité des options :**

Tout comme il est possible de lancer simplement toutes les étapes du traitement en cliquant sur start, il est possible de lancer chaque fonction séparément, puis de visualiser leurs résultats. On peut ajouter des fonctions à la structure initiale du traitement avec différents paramètres. Les différentes options de traitements semblent très nombreuses, malheureusement la documentation n'est pas très explicite ni exhaustive, ces options sont assez ésotériques.

Un inconvénient majeur de Meshroom est que le logiciel ne renvoie aucun message d'erreur. Il faut sans cesse cliquer sur une fonction pour avoir accès aux informations relatives au traitement.

Par exemple, quand la calibration des caméras ne s'est pas bien passée, le traitement se poursuit et ce n'est qu'à la fin que l'on réalise qu'il y a eu un problème.

## C) Remarques

### **1) Coût :**

Le logiciel est gratuit et open source.

### **2) Public visé :**

Meshroom semble s'appliquer au grand public et aux cinéastes amateurs. Néanmoins, pour les professionnels de la réalité virtuelle, il existe aussi MeshroomVR, plus adapté pour se déplacer dans le modèle. MeshroomVR est payant pour les indépendants et les entreprises, mais gratuit pour les enseignants et les étudiants.

## II) Fiche logiciel

### I) Accessibilité :

*Comment et où télécharger le logiciel* : <https://alicevision.org/#meshroom>

*Documentation* : Une documentation complète, bien écrite et avec des démos :

<https://sketchfab.com/blogs/community/tutorial-meshroom-for-beginners/>

La documentation officielle se trouve en suivant ce lien : <https://github.com/alicevision/meshroom/wiki>

*Coût* : gratuit

*Forum pour échanger entre utilisateurs* : <http://groups.google.com/group/alicevision>

### II) Qualité d'un point de vue fonctionnel :

*Pertinence* : Ce logiciel permet de répondre aux besoins des particuliers et des cinéastes amateurs.

*Généralité* : Logiciel simple d'utilisation au premier abord, cependant la maîtrise totale de toutes les fonctionnalités semble compliquée.

*Performance* : Les traitements sont vraiment longs et les rendus plutôt mauvais.

### III) Qualité d'un point de vue utilisation :

*Maniabilité* : L'interface graphique rend l'utilisation du logiciel agréable. L'apprentissage initial est simple et rapide.

*Exploitabilité* : On comprend assez vite comment modifier la chaîne de traitement, mais les intitulés des fonctions ne sont pas assez clairs pour comprendre ce que fait chacune d'entre elles.

*Fiabilité* :

*Portabilité* : Le logiciel est multi plateforme et est disponible sur Linux et Windows.

*Tolérance aux fautes* : La tolérance aux fautes est mauvaise. Il n'existe aucun message d'erreur, lorsque notre rendu est mauvais, nous devons chercher longtemps d'où peut venir l'erreur.

*Auditabilité* : visiblement bonne : les étapes peuvent être lancées séparément ( quoique dans l'ordre) et il est possible de relancer une étape en ayant modifié ses paramètres même après avoir réalisé le traitement entier. Les étapes de calculs sont sauvegardés à chaque étape et stockées dans différents dossiers. (voir ci-dessous)

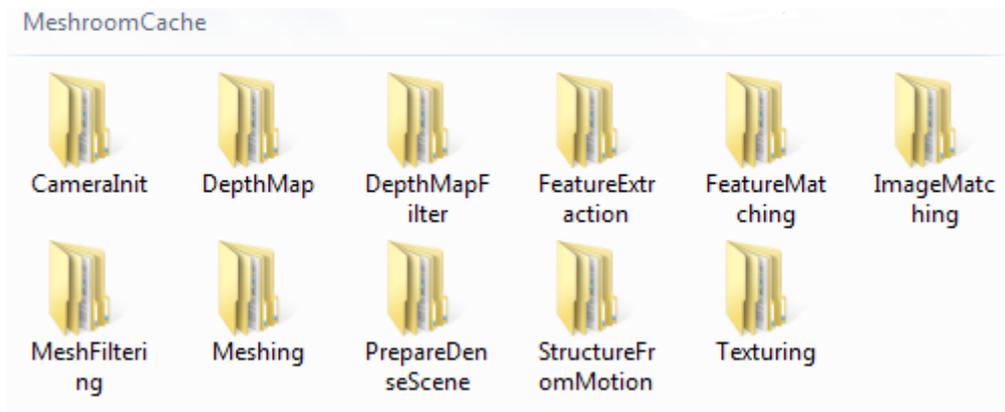


Figure 4: Stockage des résultats de chaque fonctions

*Efficiencie* : Les traitements sont longs et lorsqu'ils sont lancés, il n'est presque pas possible d'utiliser l'ordinateur en parallèle pour une autre tâche.

*Couplabilité* : On ne peut rien ouvrir d'autres que les projets meshroom. Les résultats des calculs exportables sont en .obj.

#### IV) Points positifs et négatifs :

Peu d'options sont disponibles, il n'y a pas de géoréférencement, pas de calculs de volume, pas d'orthoimages ...

Le logiciel est réputé pour la qualité de ses textures même si nous n'en avons pas fait l'expérience nous même. Un autre point positif est de pouvoir lancer les traitements en un seul clic sur le bouton start, ce qui représente une option disponible sur très peu de logiciels.

#### V) Avis personnels

Meshroom ne se démarque pas d'autres logiciels gratuits et open source mais est d'avantage complexe.

## 4) Fiche du logiciel Pix4D :



### Pix 4D

#### Sommaire :

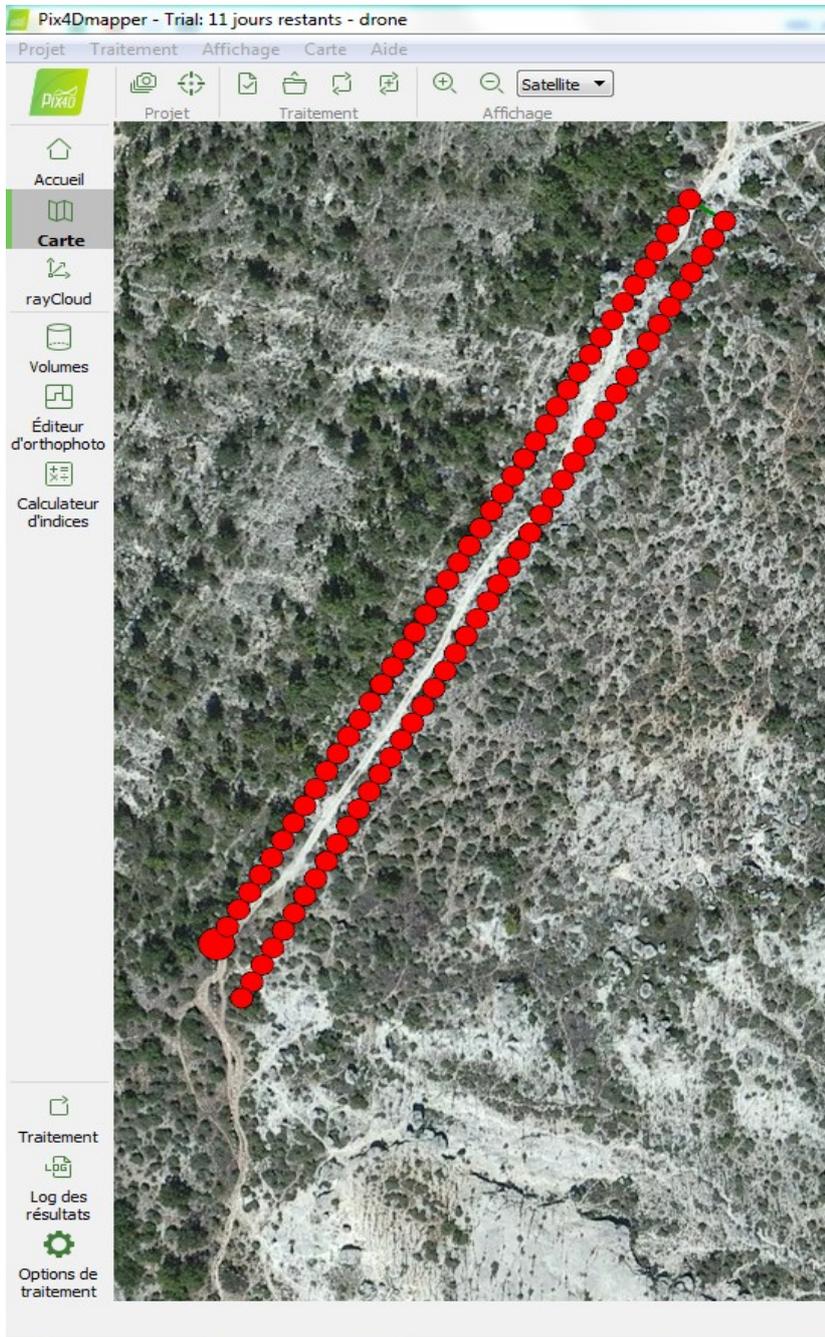
I) Analyse détaillée.....	39
A) Ergonomie.....	39
1) Interface graphique.....	39
2) Prise en main.....	40
4) Qualité du rendu.....	40
B) Fonctionnalités.....	41
1) Optimisation des traitements.....	41
2) Diversité des options.....	42
C) Remarques.....	43
1) Coût.....	43
2) Diversité des options.....	43
II) Fiche logiciel.....	44

# I) Analyse détaillée

## A) Ergonomie

### 1) Interface graphique :

L'interface est épurée, la barre d'outil principale est esthétique. Sur la gauche, plusieurs onglets sont accessibles à tout moment du traitement.



Interface graphique de Pix4D

Les positions des sommets de prise de vue des photos sont indiquées sur une carte satellite dans l'onglet carte lorsque ces positions sont géoréférencées.

L'onglet rayCloud permet de visualiser le nuage de points, les photos et les points de liaisons.

L'onglet Volumes permet de calculer des volumes dans le modèle 3D.

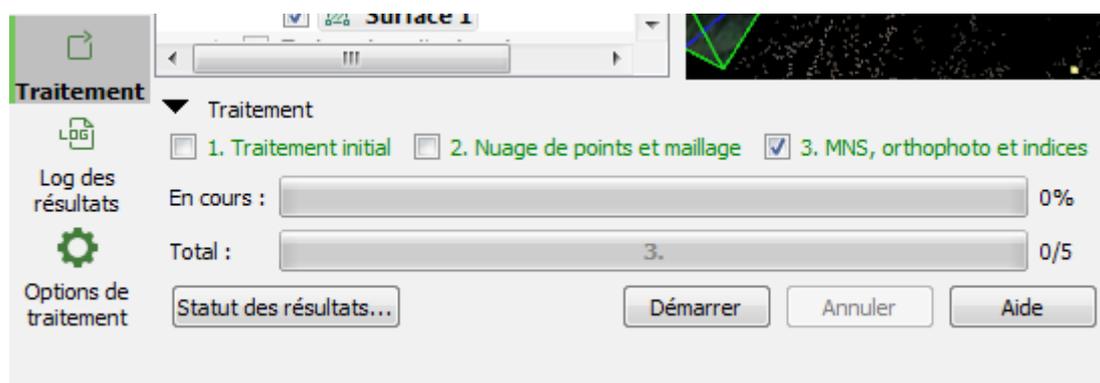
L'éditeur d'orthophoto permet de visualiser les orthophoto.

Le calculateur d'indices permet de calculer une carte de réflectance, puis d'effectuer des calculs, comme le NDVI, et enfin de visualiser les résultats en colorant les points.

En bas, l'onglet traitement permet de voir les trois étapes principales : Traitement initial, Nuage de point et maillage et MNS, Orthophoto et indices. Une barre indique l'avancement du traitement de chaque étape.

## **2) Prise en main ( intuitif, tutoriels, documentation, forums ) :**

Le logiciel est en français ce qui présente un intérêt aux yeux d'un grand public. Grâce aux onglets sur le côté gauche, il est facile de comprendre ce que l'on fait. L'onglet traitement permet de comprendre facilement qu'il faut réaliser les trois étapes principales. Les options de traitement sont facilement accessibles, bien que difficilement compréhensibles pour le grand public.



Fenêtre de Traitement de Pix4D

A chaque étape et à chaque onglet, un bouton Aide envoie l'utilisateur sur une page html de documentation correspondant à l'action concernée. Il est donc facile de se documenter et de comprendre ce qu'il se passe.

## **3) Qualité du rendu :**

Pix4D est un logiciel professionnel, ses rendus sont particulièrement bons. Il est possible d'exporter plusieurs types de rendus : nuage de points, orthomosaïques, carte de réflectance, etc ...



Exemple d'orthomosaïque obtenue à partir d'images drone

## B) Fonctionnalités

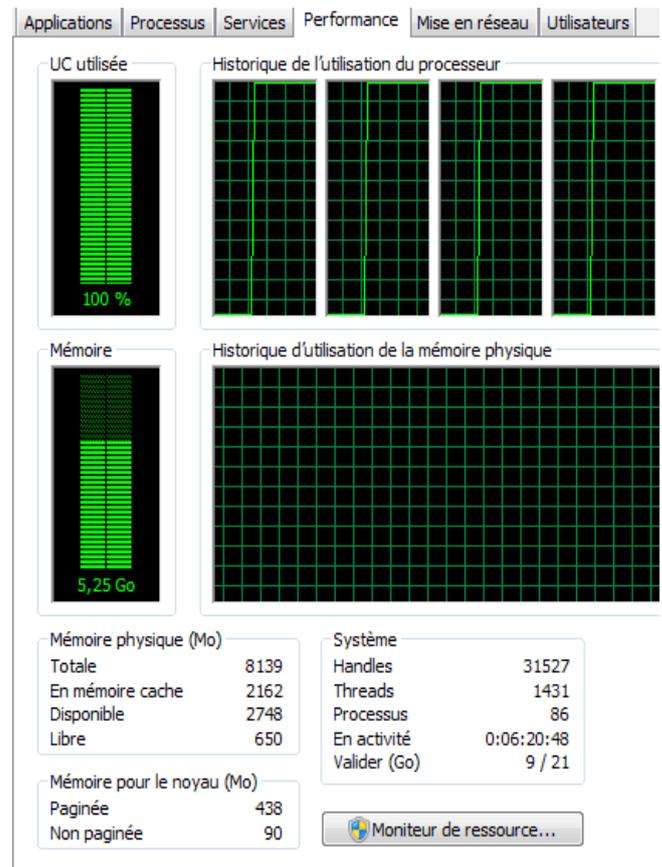
### 1) Optimisation des traitements :

Le processeur est souvent impliqué à 100 %. Le logiciel demande énormément de ressources, il n'est pas possible de lancer autre chose en parallèle.

Pour des petits jeux de données, les temps de traitement sont raisonnables pour un logiciel de cette qualité.

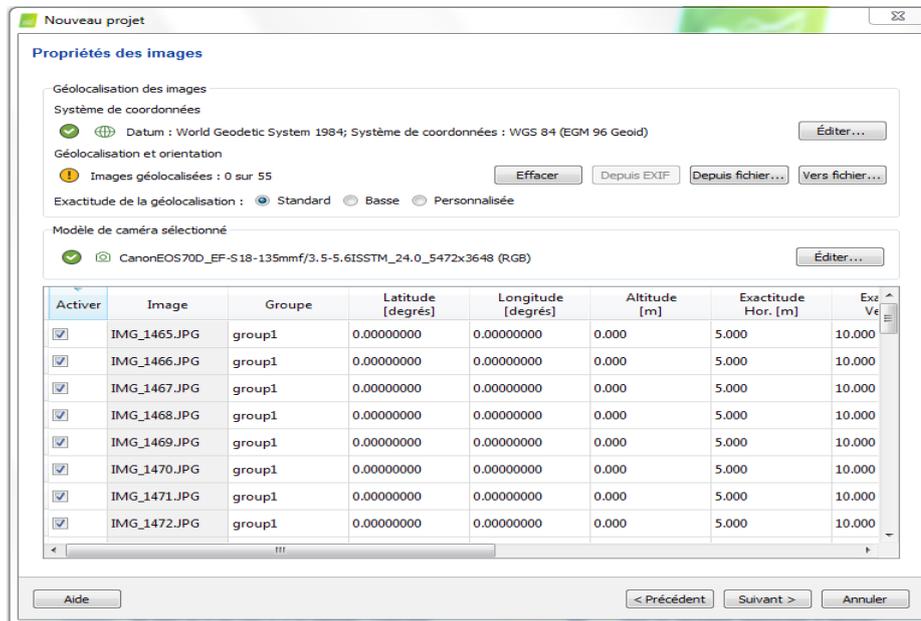
Cependant, avec des jeux de données conséquents, les temps de traitement deviennent plus longs comparés à ceux d'autres logiciels professionnels. De plus certaines fonctions sont susceptibles d'entraîner un plantage de l'ordinateur, comme la génération d'une carte de réflectance.

### Utilisation de la mémoire pendant un traitement pix4D



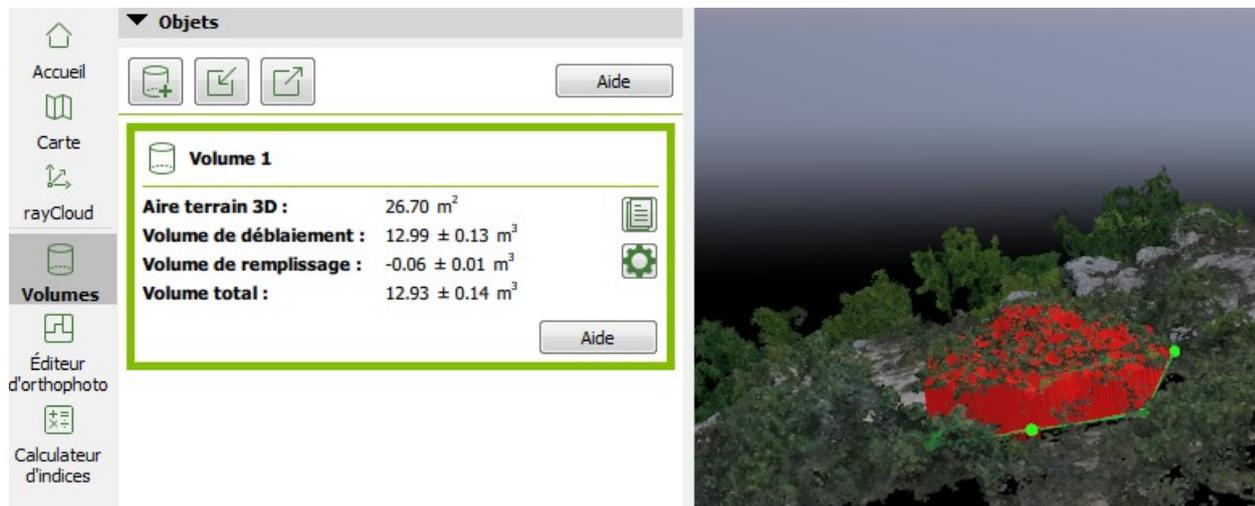
## 2) Diversité des options :

Avec Pix4D il est possible de géoréférencer nos chantiers, de plus, le logiciel est capable de récupérer les données de géoréférencement des caméras, et de détecter leur systèmes de coordonnées. Il est aussi possible de ne pas géoréférencer un chantier.



Fenêtre s'ouvrant à l'initialisation de chaque projet permettant de définir le géoréférencement

Pix4D permet de réaliser des mesures de surface, sur l'onglet RayCloud, et des mesures de Volumes, sur l'onglet Volumes. Il permet aussi le calcul de MNT et MNS.



Utilisation de Pix4D pour calculer le volume d'un arbre

Pix4D est donc un logiciel qui présente un très large éventail de fonctionnalités.

## C) Remarques

### **1) Coût :**

Pix4D est payant (la version gratuite n'étant valable que 15 jours ). Il est possible de se procurer la licence moyennant 312 euros par mois, 3120 euros par an ou 4798 euros pour obtenir une licence perpétuelle.

### **2) Public visé :**

Pix4D est clairement un logiciel réservé aux professionnels.

## II) Fiche logiciel

### I) Accessibilité :

*Comment et où télécharger le logiciel* : <https://www.pix4d.com/>

*Documentation* : <https://support.pix4d.com> et les boutons Aide dans le logiciel qui renvoient à des pages HTML.

*Coût* : La version perpétuelle coûte 3990€ , sinon un abonnement de 312 euros par mois ou 3120 euros par an est disponible.

*Forum pour échanger entre utilisateurs* : <https://support.pix4d.com/hc/en-us/community/topics>

### II) Qualité d'un point de vue fonctionnel :

*Pertinence* : Ce logiciel permet de répondre aux besoins de professionnels de la photogrammétrie (ingénieurs, cinéma, jeux vidéos) et chercheurs.

Lorsqu'on lance un nouveau projet on a la possibilité de choisir le type de projet (model 3D, carte 3D...) pour que le logiciel soit optimisé par rapport à la demande de l'utilisateur.

*Généralité* : Une fois le rendu affiché, on peut choisir de faire apparaître ou disparaître des maillages triangulaires, les nuages de points ou les points de liaisons.

On a la possibilité de cliquer sur n'importe quel point de liaison et sur le côté de l'écran apparaît alors la position du point en question sur chacune des images où il est apparut.

Beaucoup de données statistiques sont présentes à l'écran comme le nombre de points de liaisons par image, les coordonnées d'un point, le nombre d'images ciblant le point...

Le logiciel tente de géoréférencer les images dans le monde.

*Performance* : La vitesse de calcul est relativement élevé.

### III) Qualité d'un point de vue utilisation :

#### *Maniabilité :*

Interface graphique agréable mais l'organisation des icônes rend la compréhension de l'ordre des traitements moins évidente

Pix4D arrive à rester simple d'emploi malgré son nombre important de fonctionnalités

#### *Fiabilité :*

tolérance aux fautes : Il y a rarement des erreurs, mais lorsque le logiciel rencontre un problème il ne donne aucune indication et plante. Par exemple la création de cartes de réflectances a souvent entraîné des plantages.

auditabilité : Le logiciel garde tout en mémoire, même si l'utilisateur ne le sait pas forcément ce qui peut se révéler perturbant. Heureusement, il annonce toujours si une étape va écraser les données précédentes ou si une étape a déjà été faite.

#### *Portabilité :*

Le logiciel est disponible sur windows, Mac OS et Linux (uniquement la version entreprise sur Linux). La documentation est qualitative, mais est difficile d'accès. En effet les boutons « aide »

renvoyant à la documentation ne sont pas toujours présents et accéder à la documentation sans ces raccourcis est complexe.

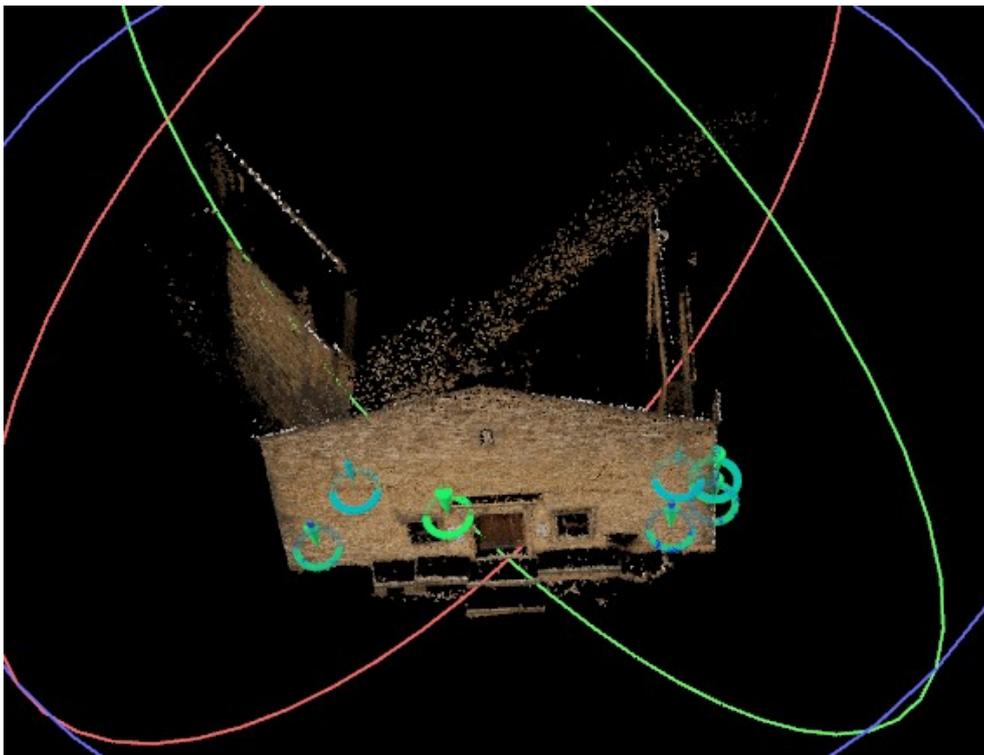
*Efficienc*e : Le logiciel ne se distingue pas par sa rapidité de traitement et est souvent sujet au plantage.

#### V) Points positifs et négatifs :

On a une estimation de la qualité des résultats en fonction de la méthode choisie dès le début du traitement. Le logiciel utilise des images déjà géoréférencées ce qui représente un avantage par rapport à tous les autres logiciels que nous avons testé.

Affichage au fur et à mesure de l'avancée des calculs, par exemple lors de la recherche des points de liaison, on voit quelles photos sont en train d'être comparées. Il annonce toujours les étapes qu'il est en train de faire.

Pix4D n'est pas toujours fiable lors de la calibration des caméras. Nous avons pu, au cours de nos tests, obtenir un modèle de la chapelle Saint-Marc dans lequel une des façade n'était pas perpendiculaire au sol. Le traitement s'était alors poursuivi normalement, comme si les photos étaient bien calibrées.



Résultat obtenu sur Pix4D présentant une mauvaise orientation relative des caméras

## 5) Fiche du logiciel MicMac (version locale) :



# MicMac

### Sommaire :

I) Analyse détaillée.....	47
A) Ergonomie.....	47
1) Interface graphique.....	47
2) Prise en main.....	47
3) Qualité du rendu.....	47
B) Fonctionnalités.....	48
1) Optimisation des traitements.....	48
2) Diversité des options.....	48
C) Remarques.....	48
1) Coût.....	48
2) Public visé.....	48
II) Fiche logiciel.....	49

## I) Analyse détaillée

### A) Ergonomie

#### 1) Interface graphique :

Il existe une interface graphique de MicMac, GIMMI, développée par des étudiants de l'ENSG, qui est encore en développement.

En dehors de cette interface, les commandes MicMac se lancent directement depuis la console Ubuntu ou Windows.

Il existe une autre interface également développée par un étudiant de l'ENSG et qui sert à la recherche archéologique. Cette interface disponible sur GitHub et possède moins de fonctionnalités que MicMac.

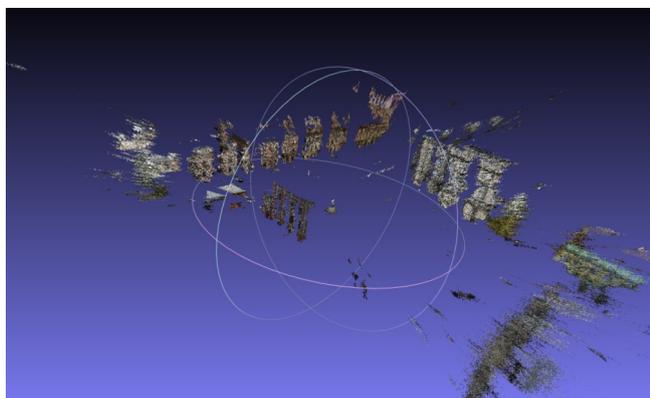
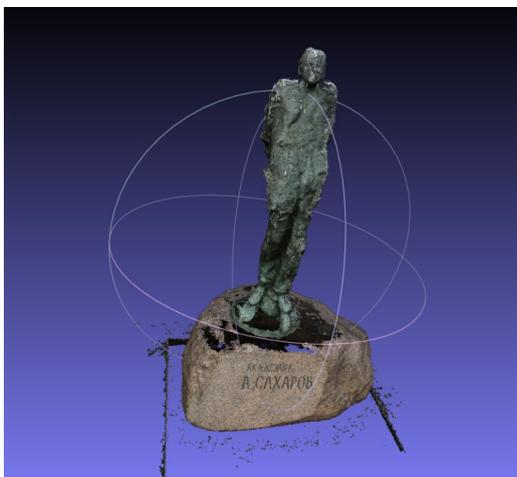
#### 2) Prise en main :

De prime abord le logiciel est assez compliqué à prendre en main car on ne connaît pas forcément les commandes à taper, ni l'ordre dans lequel les taper et avec quels arguments. Cependant avec l'aide de la documentation et des commandes -help on arrive vite à utiliser les commandes basiques du logiciel. Lorsqu'on s'aventure dans de nouvelles fonctions, on a très vite des erreurs difficiles à déchiffrer où à comprendre car le logiciel est très rigide sur les input et output des fonctions.

MicMac permet également de revenir sur chaque étape grâce à la création de dossiers spécifiques à chaque étape. Cependant, les output ne sont pas toujours clairs par exemple lors du GCPBasule on a deux output aux noms similaires et il est difficile de savoir lequel utiliser à l'étape suivante alors que si l'on ne prend pas le bon, on risque d'avoir des erreurs pour la suite sans forcément comprendre pourquoi.

#### 3) Qualité du rendu :

Le rendu 3D de MicMac est un nuage de points 3D au format .ply que l'on peut ouvrir dans MeshLab. De loin le nuage possède un rendu satisfaisant cependant lorsque l'on zoome, il est difficile d'avoir du détail sur le rendu. Pour résoudre ce problème nous avons contacté la personne chargée de la recherche sur la création de surfaces dans MicMac mais n'avons pas eu de retour à ce jour.



On voit qu'il y a des points parasites dans le nuage, cela peut-être corrigé dès la phase de traitement en ajoutant un masque sur les images ou sur le résultat final en supprimant les points en trop sur MeshLab.

En plus du nuage de points on a également accès aux résidus sur les points de liaison afin d'avoir la fiabilité de nos résultats avant la phase de reconstruction 3D. Cela permet aux chercheurs en photogrammétrie de tester des solutions pour de nouveaux appareils ou de tester des nouveaux modèles mathématiques pour le traitement.

Nous avons les résultats géométriques suivant : 26 millions de points dans le nuage de points 3D, et une erreur maximum sur les points de contrôle de 5 mm avec le jeu de données de la chapelle Saint-Marc.

## B) Fonctionnalités

### 1) Optimisation des traitements :

Le temps de traitement traitement photogrammtérique de MicMac est dans la moyenne haute des logiciels lors de traitements simples (Tapioca, Tapas, AperiCloud, C3DC). Cependant celui-ci peut augmenter lors de l'utilisation de commandes plus avancée ou d'options plus complexes.

### 2) Diversité des options :

MicMac possède une grande diversité d'options pour chaque fonction permettant de répondre aux besoins des ingénieurs et chercheurs en photogrammétrie. Chaque commande possède énormément d'attributs et d'options possibles, c'est un point positif car on peut avoir un rendu très précis en fonction de nos besoins, cependant cela oblige l'utilisateur à connaître chaque option. Par conséquent, la documentation n'est pas assez détaillée pour toutes les options disponibles. De plus il n'est pas toujours évident de comprendre quel paramètre/fichier insérer pour chaque fonction et les noms des fichiers en sortie ne sont pas explicites.

Une fois que l'on a compris quelles fonctions nous sont utiles et comment les utiliser, le logiciel devient facilement exploitable par l'utilisateur.

## C) Remarques

### 1) Coût :

Le logiciel est gratuit.

### 2) Public visé :

MicMac s'adresse à un public de professionnels de la photogrammétrie tels des ingénieurs photogrammétriques ou des chercheurs dans ce domaine. C'est un logiciel qui possède énormément d'options et qui permet aux chercheurs en photogrammétrie de tester des solutions pour de nouveaux appareils ou de tester des nouveaux modèles mathématiques pour le traitement.

```
Authorized models :
RadialBasic
RadialExtended
Fraser
FishEyeEqui
AutoCal
Figee
HemiEqui
RadialStd
FraserBasic
FishEyeBasic
FE_EquiSolBasic
Four7x2
Four11x2
Four15x2
Four19x2
AddFour7x2
AddFour11x2
AddFour15x2
AddFour19x2
AddPolyDeg0
AddPolyDeg1
AddPolyDeg2
AddPolyDeg3
AddPolyDeg4
AddPolyDeg5
AddPolyDeg6
AddPolyDeg7
Ebner
Brown
FishEyeStereo
```

Figure 5:  
Illustration & -  
Modèles de  
calibration  
disponibles pour  
la commande  
Tapas

## II) Fiche logiciel

### I) Accessibilité :

*Comment et où télécharger le logiciel :* <https://github.com/micmac/releases>

*Documentation :* <https://micmac.ensg.eu/index.php/Accueil>

*Forum pour échanger entre utilisateurs :* <http://forum-micmac.forumprod.com/>

### II) Qualité d'un point de vue fonctionnel :

*Pertinence :* Ce logiciel permet de répondre aux besoins de chercheurs (archéologie, photogrammétrie, etc.) et ingénieurs. Il existe en effet une multitude de commandes qui donnent accès à des informations et ce, à chaque étape du traitement.

*Généralité :* On peut faire du traitement avec beaucoup de données mais cela prend plus de temps et nécessite une puissance de calcul supérieure. On peut également faire du traitement pour des types de distorsions spécifiques ou des calibrations différentes. Le géoréférencement du chantier est précis au millimètre si les photos sont bonnes. On a aussi accès à l'orthorectification des images.

Il n'y a cependant pas de visualisation du chantier en direct selon les étapes, on ne peut voir la qualité des résultats intermédiaires qu'à travers les valeurs en sortie, ce qui est plus précis mais moins visuel et accessible au grand public.

*Performance :* Le logiciel est puissant en terme de résultats ( nombre de points de liaison élevé, recalcul des paramètres de calibration possible, calage des orthoimages puissant, adaptation au format des photos possible). Néanmoins des moyens matériels importants sont nécessaires, les traitements sont lourds et leurs durées élevées.

### III) Qualité d'un point de vue utilisation :

#### *Maniabilité :*

Certaines interfaces graphiques sont disponibles pour MicMac mais elles entraînent des bugs et des temps de traitement infinis. La version sans interface graphique fonctionne parfaitement mais nécessite un enseignement pour pouvoir l'utiliser.

*exploitabilité :* Les commandes ne sont pas intuitives, on se perd vite dans les arguments et les fonctions, et il est difficile de comprendre les output de chaque fonction sans la documentation.

*facilité d'apprentissage :* On peut rapidement apprendre à utiliser les fonctions de base grâce à la documentation (Tapioca, Tapas, AperiCloud) mais c'est un logiciel très rigide sur les input et sur les fonctions. Dès qu'on s'aventure dans de nouvelles fonctions on a très vite des erreurs complexes à déchiffrer.

*Portabilité :* Ce logiciel est uniquement disponible sur Linux (On ne parle pas ici de la version web Miaw qui fait l'objet d'une fiche à part entière).

La documentation est complète sur le fond et la forme à part sur certaines fonctions mais on trouve toujours la solution à notre problème.

*Complexité du code* : Le code est complexe et complet, il permet de cerner le logiciel et de comprendre les calculs pour les personnes qualifiées dans le domaine de la photogrammétrie.

*Tolérance aux fautes* : La tolérance est quasi-nulle, si quelque chose est mal fait et entraîne une erreur, il faut tout recommencer depuis l'erreur et la retrouver peut, dans certains cas, être difficile.

*Auditabilité* : Il est possible d'avoir accès à l'historique si on connaît exactement quel output sort de quelle fonction (typiquement lors du GCPBasule on a deux output aux noms similaires et il est difficile de savoir lequel utiliser lors de l'étape suivante. Prendre le mauvais peut entraîner des erreurs dans toute la suite du calcul.)

Après on peut retrouver une opération aisément grâce aux fichiers et dossiers créés à chaque opération, il n'est par contre pas forcément clair de quelle opération vient chaque élément.

Le temps de réponse est en général assez bon mais il arrive que l'application plante.

*Couplabilité* : à part pour les .ply on a peu d'interopérabilité entre ce logiciel et les autres.

#### IV) Points positifs et négatifs :

MicMac est extrêmement difficile à prendre en main, son apprentissage ne peut pas se faire sans aide et est donc contre-indiqué pour les amateurs.

MicMac permet en revanche d'avoir un contrôle sur le traitement et d'avoir accès à une quantité d'informations phénoménales comparé aux autres logiciels.

## 6) Fiche du logiciel MicMac (version en ligne) :



### **MiaW** **(Micmac : interface automatisée** **pour le Web)**

#### Sommaire :

I) Analyse détaillée.....	52
A) Ergonomie.....	52
1) Interface graphique.....	52
2) Prise en main.....	52
3) Qualité du rendu.....	52
B) Fonctionnalités.....	54
1) Optimisation des traitements.....	54
2) Diversité des options.....	54
C) Remarques.....	54
1) Coût.....	54
2) Public visé.....	54
II) Fiche logiciel.....	55

## I) Analyse détaillée

### A) Ergonomie

#### 1) Interface graphique :

L'interface graphique de MiaW est claire et simple à utiliser, on a seulement 5 onglets dont les noms sont explicites :

- « Accueil » où l'on en apprend un peu plus sur le logiciel. Il y a également une description du processus suivi par le logiciel.
- « Tutoriel » cette section est vide pour l'instant, mais gagnerait à être complétée. Cependant, le logiciel est assez simple d'utilisation pour que l'on ai pas besoin de tutoriel pour l'instant.
- « Mes chantiers » où il est possible de consulter les chantiers précédemment effectués par l'utilisateur.
- « Nouveau chantier » où il est possible de lancer un nouveau chantier.
- « Nous contacter » où l'on peut en apprendre un peu plus sur les développeurs et savoir quelle personne contacter en cas de problème ou de suggestion.

#### 2) Prise en main :

Le logiciel est assez simple à prendre en main. Il suffit pour lancer le calcul d'aller dans l'onglet « Nouveau chantier » et d'insérer un nom pour le chantier, choisir s'il s'agit d'une prise de vue terrestre ou aérienne (drone) et de sélectionner les images que l'on veut traiter.

### Nouveau chantier

Nom du chantier :

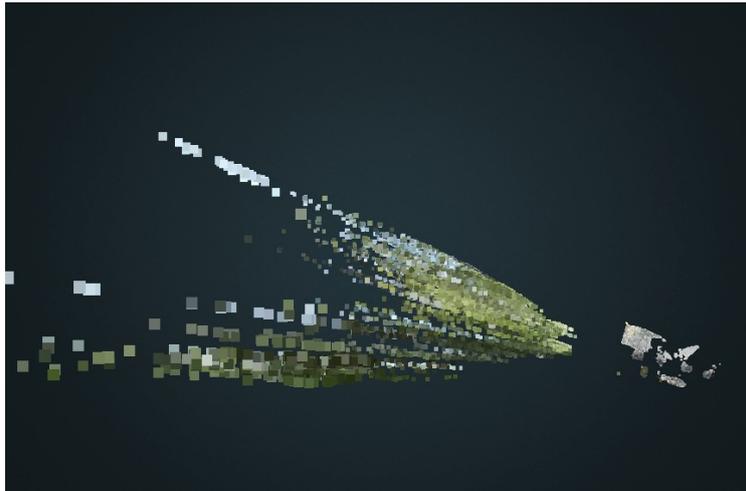
Prise de vue :  ?

Images  Aucun fichier sélectionné. ?

Une fois le chantier validé le logiciel effectue seul toutes les étapes de reconstruction et nous redirige ensuite sur le modèle 3D reconstitué. L'outil de visualisation 3D est ergonomique malgré certains choix

#### 3) Qualité du rendu :

Sur les rendus on a énormément de points parasites ce qui est lié au fait qu'on ne peut pas insérer de masques sur les images afin de limiter le modèle à un objet.



Malgré cela, on a quand même des résultats satisfaisant sur les objets souhaités même s'il reste quelques erreurs, par exemple sur le livre on a un bout de couverture à travers le livre, ou sur la tasse on a un bout de tasse en-dessous de du sol. Cependant ces erreurs peuvent être corrigées rapidement sur des logiciels de traitement de nuages de points.



Il faut également remettre ces résultats dans leur contexte. En effet, au vu du peu d'images disponibles il est normal d'avoir des résultats un peu bancals, car le logiciel a sûrement moins de points de liaison pour effectuer la reconstruction 3D. De plus, le temps de traitement relativement faible pour toutes les étapes effectuées (par rapport aux autres logiciels) est un autre point positif de ce logiciel.

## B) Fonctionnalités

### 1) Optimisation des traitements :

Le principal problème rencontré lors de l'insertion des images est que la taille totale des images en entrée est limitée, et que la limite est relativement basse. Pour donner un ordre d'idée, nous n'avons pu faire que quelques chantiers avec environ 20 images par chantier. Nous n'avons ainsi pas pu tester la reconstruction sur des façades ou sur des objets trop conséquents, et ce même en réduisant le nombre de photos par 2. Sinon le traitement se fait assez rapidement, mais au vu du nombre d'images utilisées pour le traitement, c'est logique.

**Erreur : Fichiers trop**

**volumineux**

**(probablement...).**

### 2) Diversité des options :

Le seul choix que l'on peut faire sur ce logiciel est celui du type de prise de vue (terrestre ou aérienne). On a plus d'options sur le traitement des données finies

## C) Remarques

### 1) Coût :

Le logiciel est gratuit mais en est encore au stade de prototype et n'est donc pas disponible au grand public.

### 2) Public visé :

Pour l'instant le logiciel n'est pas assez développé pour intéresser les professionnels mais pourrait bien être utilisé par des particuliers pour des petits chantiers comprenant peu d'images ou des chantiers de drone.

## II) Fiche logiciel

### I) Accessibilité :

*Comment et où télécharger le logiciel :*

On peut trouver le logiciel en suivant ce lien : <http://dias.ensg.eu/MiaW/UserPage.php>

*Documentation :* Il n'y a aucune documentation concernant MicMac en ligne.

*Coût :* gratuit

*Forum pour échanger entre utilisateurs :* On ne trouve aucun forum d'utilisateurs de Miaw sur internet.

### II) Qualité d'un point de vue fonctionnel :

*Pertinence :* Ce logiciel permet de répondre aux besoins de particuliers amateurs cherchant à faire de la photogrammétrie.

*Généralité :* On peut faire des petits chantiers avec peu de photos et des paysages différents mais la taille des données possible est faible.

*Performance :*

- *Autonomie :* Il n'y a presque pas besoin d'un utilisateur, les traitements sont très automatisés.
- *Temps :* La durée des traitements est similaire à celle des autres logiciels pour des jeux de données aussi petits.
- *Extensibilité :* Le logiciel est opaque donc on ne sait rien sur l'extensibilité

### III) Qualité d'un point de vue utilisation :

*Maniabilité :*

- *Communicabilité :* très bonne, l'interface est claire et simple à utiliser, on n'est pas surchargés d'informations.
- *Exploitabilité :* Il est très facile d'utiliser le logiciel car l'interface est claire et le traitement est fait automatiquement, on a juste à importer des photos et à lancer le calcul.
- *Facilité d'apprentissage :* on a juste à importer des photos et à lancer le calcul donc n'importe qui peut l'utiliser.

*Fiabilité :*

- *Tolérance aux fautes :* Puisque l'on n'a accès à rien, il est difficile de limiter les effets d'une perturbation, qu'elle soit interne ou externe. Le seul problème que l'on peut gérer est le fait d'avoir un jeu de données trop conséquent, en réduisant le nombre de photos.

*Portabilité :*

- *Indépendance :* le logiciel est indépendant de l'environnement (Windows, Linux) et du navigateur.
- *Qualité de la documentation :* Comme dit précédemment, elle est inexistante pour l'instant.

- *Auditabilité* : On n'a aucune trace des opérations précédentes, cependant on peut accéder à tous nos chantiers précédents et à des résidus sur ces chantiers.

*Efficience* : On ne peut pas juger ce critère car le logiciel est en ligne et ne prend donc pas de place mémoire, n'a pas accès aux périphériques et ne possède pas à proprement parler de temps de réponse (seulement celui du navigateur).

*Confidentialité* :

L'utilisateur n'a pas accès au code ni aux données ou fonctions.

*Couplabilité* :

On a en sortie un fichier de nuages de points 3D au format .ply utilisable dans MeshLab et dans d'autres logiciels de traitement.

L'interface ne ressemble pas à une interface standard de ce genre de logiciels mais c'est compréhensible puisqu'on est sur un logiciel en ligne.

#### IV) Points positifs et négatifs :

Jusqu'ici nous n'avons pas été capables de tester le logiciel sur un jeu de données « classique » (façade de bâtiment ou photo aérienne) car la taille globale des fichiers que l'on peut importer est limitée, et ne permet donc pas d'importer suffisamment de photos pour réussir à reconstituer correctement une façade de bâtiment.

Le logiciel n'est donc efficace que pour des petits jeux de données ce qui restreint grandement son utilisation.

## 7) Fiche du logiciel Visual SFM :



### Visual SFM

#### Sommaire :

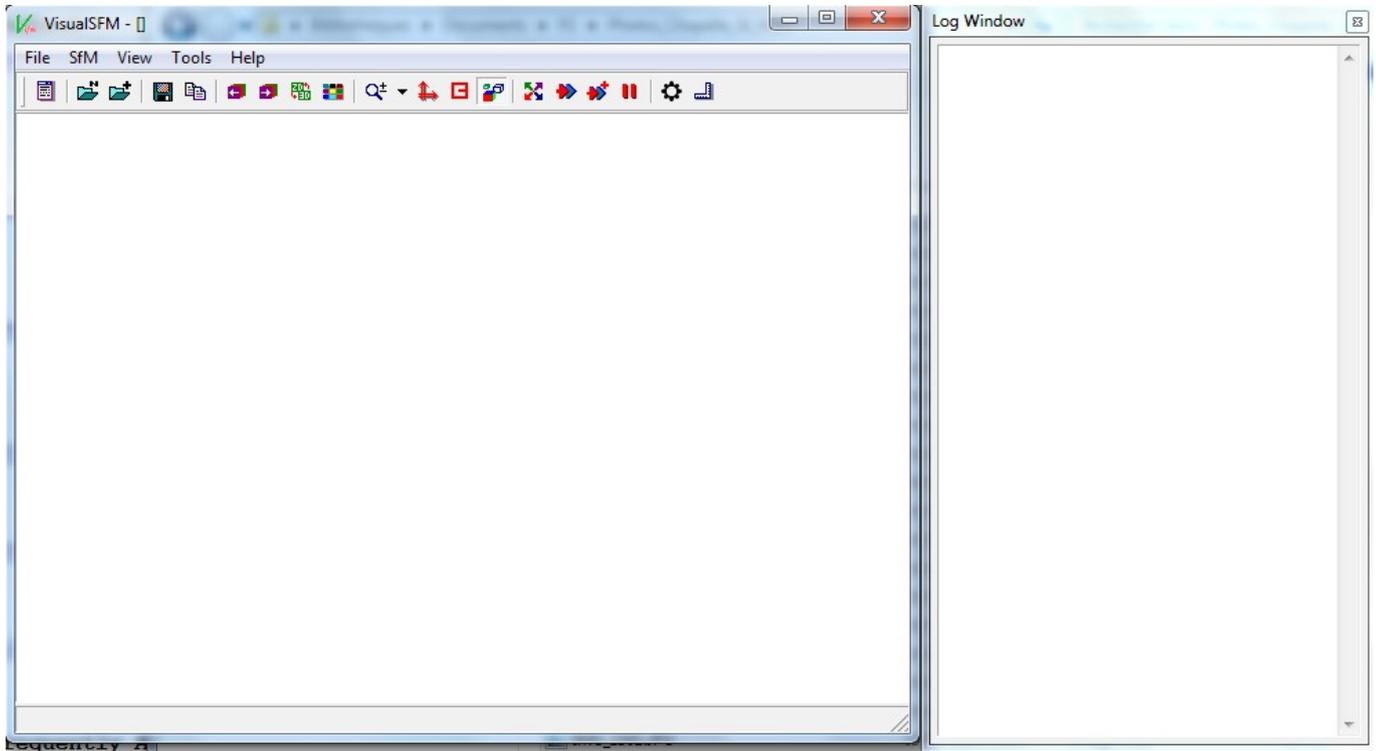
I) Analyse détaillée.....	57
A) Ergonomie.....	57
1) Interface graphique.....	57
2) Prise en main.....	59
3) Maniabilité.....	59
4) Qualité du rendu.....	59
B) Fonctionnalités.....	63
1) Optimisation des traitements.....	63
2) Diversité des options.....	63
C) Remarques.....	64
1) Coût.....	64
2) Public visé.....	64
II) Fiche logiciel.....	65

# I) Analyse détaillée

## A) Ergonomie

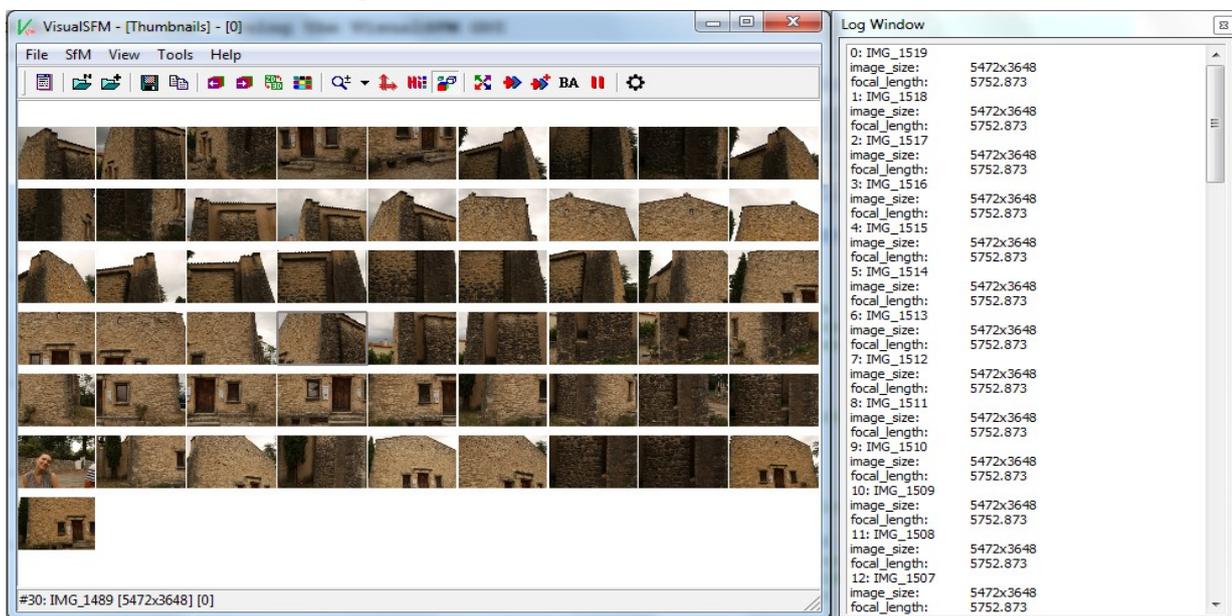
### 1) Interface graphique :

L'interface graphique de Visual SFM se compose de deux fenêtres.



Interface graphique de Visual SFM

La fenêtre principale présente différents onglets et permet d'afficher l'évolution et le rendu des différentes étapes du traitement. La deuxième fenêtre contient toutes les informations relatives au traitement (traitement en cours, taille des images traitées, temps d'exécution, nombre de points de liaison trouvés...). On peut choisir de l'afficher ou non.



## Interface graphique au moment de l'importation des photos

Pour montrer l'utilité de ces deux fenêtres, on peut prendre l'exemple de l'importation des photos. Comme montré ci-dessus, les photos sont positionnées les unes à côté des autres dans la fenêtre de gauche. Il est alors possible de les sélectionner ou de zoomer sur une des images. A droite s'affichent le nom et toutes les caractéristiques des images.

Enfin, l'interface graphique de Visual SFM présente plusieurs spécificités. On remarquera dans un premier temps que Visual SFM est un logiciel libre et que rares sont les logiciels libres qui fonctionnent avec une interface graphique et non avec des lignes de code. En plus, il est aussi possible de faire tous les traitements à partir de lignes de commande, ou juste de rentrer quelques lignes de commande dans l'interface graphique. Par exemple, en pressant le bouton ENTER puis en tapant « ci », on obtient les caractéristiques de la caméra utilisée. Un guide de ces lignes de commandes est présent dans la documentation. Dans un second temps, Visual SFM montre en temps réel l'évolution du modèle pendant le traitement. C'est-à-dire que les points s'affichent au fur et à mesure dans la fenêtre principale pendant que le traitement est en cours.

### **2) Prise en main :**

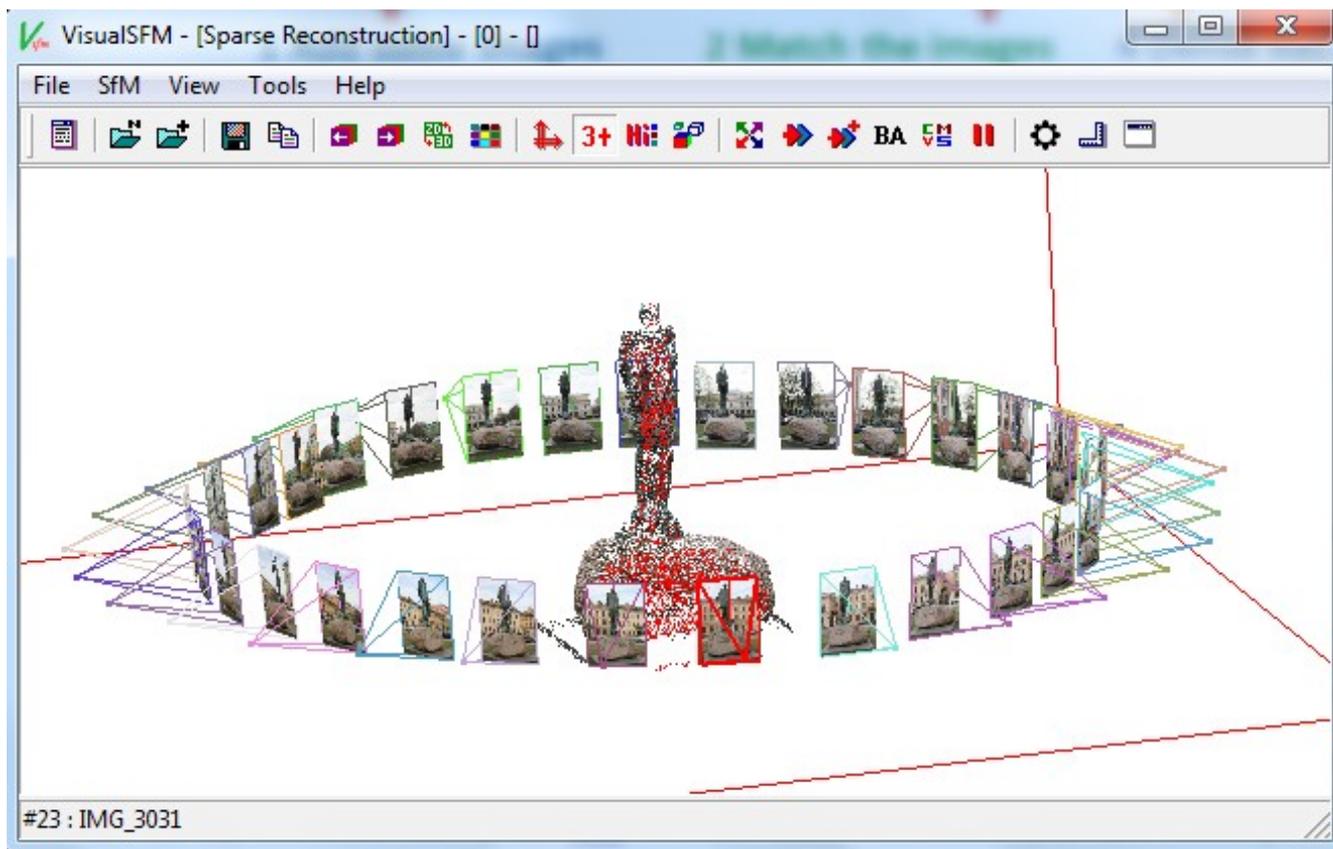
Du fait de la présence d'une interface graphique, il n'est pas absolument nécessaire d'avoir des connaissances poussées en photogrammétrie pour se servir du logiciel et lancer un modèle 3D. Néanmoins, on remarquera la présence de très nombreux onglets. Il est difficile de savoir, sans ouvrir la documentation, où cliquer pour lancer les traitements. Et même si une documentation est directement disponible, de même qu'un forum pour échanger entre utilisateurs et que le readme et la licence du logiciel à partir de l'onglet « Help » de la fenêtre principale, certains outils ne sont pas explicités. Nous ne saisissons donc pas vraiment leur intérêt. Par ailleurs, il existe plusieurs onglets permettant de faire la même chose, ce qui ajoute encore de la complexité. Par exemple, pour importer les images à traiter, on peut soit utiliser l'onglet File → Open Multi Images, soit ouvrir un fichier texte contenant les chemins vers nos images, soit cliquer sur des icônes correspondants dans la barre. Il existe aussi de très nombreuses vues différentes, on ne sait pas toujours quoi choisir parmi elles. Cependant, la documentation est tout à fait correcte et permet d'accéder à toutes les étapes les plus importantes du traitement ainsi qu'à quelques fonctionnalités supplémentaires qui sont explicitées. Pour ce qui est de la gestion des erreurs, elles s'affichent dans la console (ie dans la fenêtre de droite) et les messages d'erreur sont explicités dans la documentation.

### **3) Maniabilité :**

Il est parfois compliqué de manipuler ce logiciel. Les images disparaissent parfois par un simple clic et il est difficile de les faire réapparaître sans aide. Il y a beaucoup de raccourcis claviers (par exemple pour passer d'un modèle 2D à un modèle 3D) et d'aides pour contrôler la navigation qui sont détaillés dans la documentation, elle est utile mais encore une fois, ceci rend le logiciel peu instinctif sans documentation.

### **4) Qualité du rendu :**

Si les traitements sont effectués rapidement, les rendus ne sont pas toujours satisfaisants. Le résultat final se compose uniquement d'un nuage de points, et ces derniers ne sont pas reliés entre eux. On ne peut donc que deviner notre objet. Voici un exemple du rendu obtenu pour un jeu de données illustrant une statue :



### Modèle 3D obtenu après traitement

Le logiciel présente les photos initialement importées et leur position relative tout autour de l'objet. Il est indiqué dans la documentation que pour aller plus loin et se servir du nuage de points créé afin de passer à l'étape du « meshing », il est possible d'utiliser un fichier .ply généré par Visual SFM et de l'importer dans MeshLab. Néanmoins, cette partie n'est pas explicitée dans la documentation, et nous n'avons ni réussi à trouver le fichier .ply, ni à importer quoi que ce soit dans MeshLab. Ce rendu est en tout cas l'étape maximale à laquelle on peut accéder en utilisant uniquement le logiciel Visual SFM.

Nous avons ensuite voulu tester d'autres caractéristiques du logiciel avec d'autres jeux de données. Il est par exemple indiqué sur internet que Visual SFM supprime les erreurs potentielles lors de la recherche de points de liaison, en faisant une étude géométrique grossière. Le principe est que dans un couple de photos présentant des points communs, la géométrie entre ces points devrait être toujours identique. (Si deux points communs sont reliés par une droite, les autres points communs devraient être reliés par des droites parallèles à la première). Des géométries totalement différentes des autres montrent donc des incohérences et les points impliqués sont automatiquement supprimés par le logiciel. Il nous reste donc ce qu'on appelle des inliner matches. Cette étape permet par exemple de prendre en compte un motif qui apparaîtrait plusieurs fois ou une couleur uniforme qui fausserait les points de liaison. A cette étape, les reflets sur les surfaces réfléchissantes seraient aussi corrigés. Nous avons voulu tester cela à l'aide d'un jeu de données illustrant des tasses. La première tasse était bleue et blanche à rayures, ce qui créait des zones d'une même couleur. Néanmoins, le résultat n'était pas concluant... Le logiciel aligne les photos plutôt que de faire un cercle autour de la tasse, ce qui indique qu'il n'a pas pris en compte la répétitions et la couleur uniforme sur la tasse. Nous pouvons tout de même nuancer nos propos en précisant

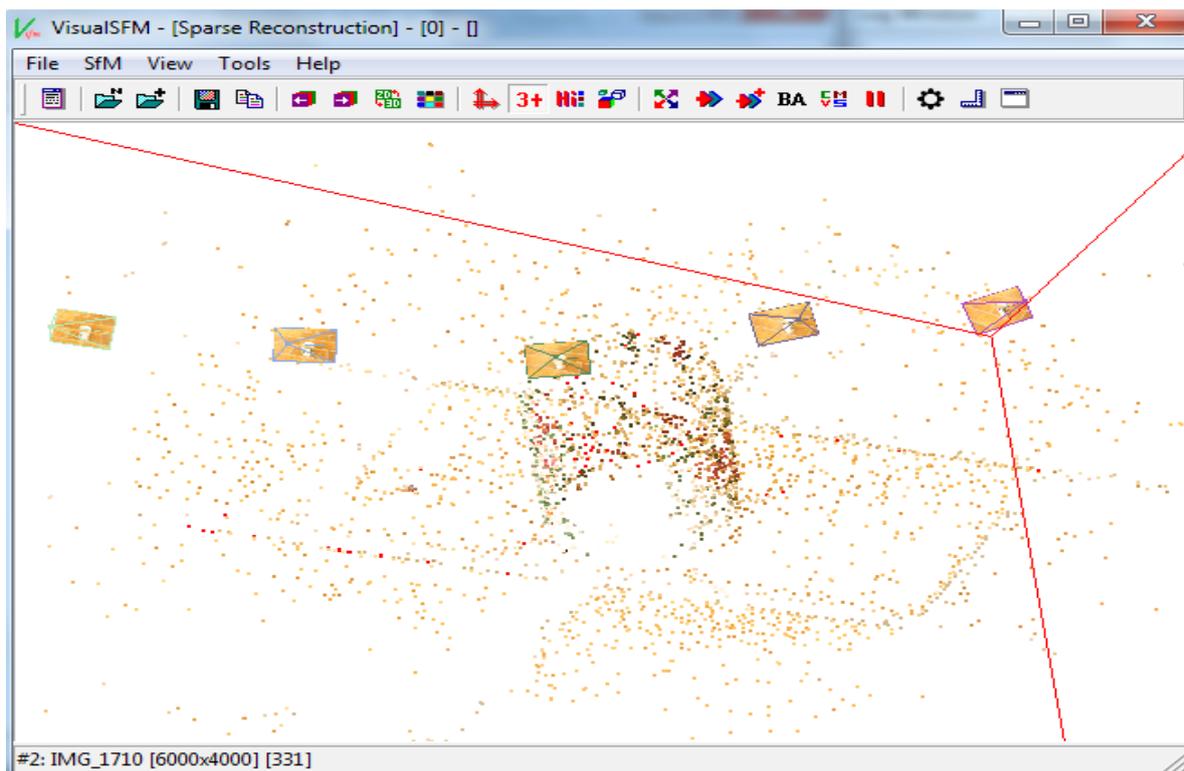
qu'aucun autre logiciel testé n'a réussi à donner un rendu convenable pour cette tasse. Voici notre rendu :



Modèle 3D de la tasse bleue et blanche

Les quelques points au bas de l'écran correspondent à la reconstruction de la tasse, et on voit bien en haut de la capture d'écran l'alignement de toutes les photos importées.

Face à cet échec, nous avons retenté l'expérience avec une seconde tasse, cette fois présentant des motifs de fleurs et n'étant pas de couleur uniforme. Voici le rendu obtenu :

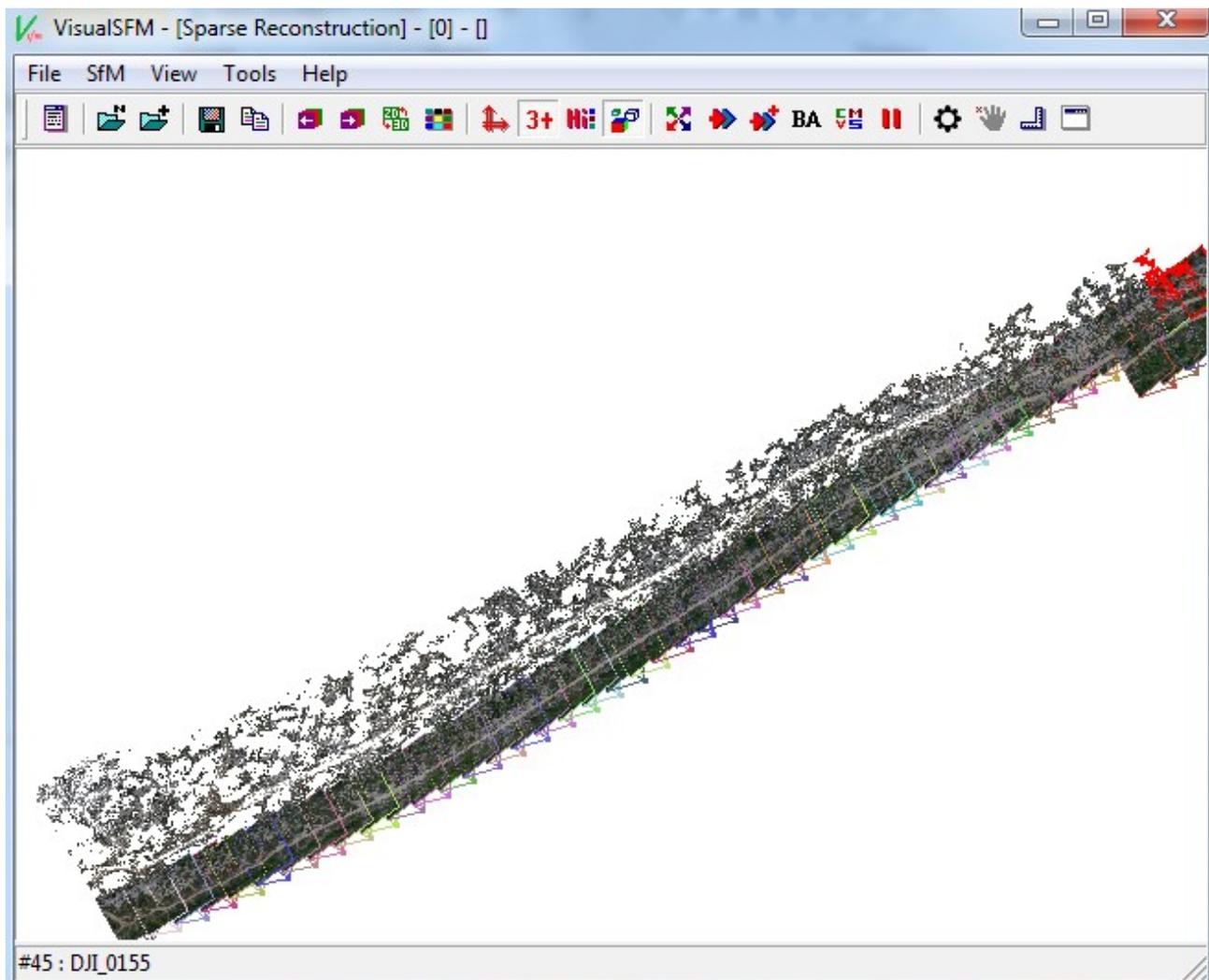


## Modèle 3D de la tasse à fleurs

Cette fois, les photos ne sont plus alignées, donc le logiciel a bien détecté les motifs de fleurs qui se répétaient dans l'image et les reflets sur les surfaces réfléchissantes. Néanmoins, l'anse de la tasse n'apparaît toujours pas (probablement à cause de sa couleur blanche uniforme). Le rendu est de façon plus générale difficilement comparable à celui obtenu avec les autres logiciels étant donné qu'on s'arrête à un nuage de points.

Pour conclure sur les rendus obtenus avec des photographies, ils ne sont pas optimaux puisqu'on ne peut voir que des points et non notre objet reconstruits. De plus, nos photos ne doivent pas comporter de couleur uniforme sur toute la surface de l'objet dont on souhaite faire le modèle. Il faut suffisamment de correspondances entre les points-clés trouvés par le logiciel. Enfin, les zones floues et de couleurs variables ne sont pas modélisées. Enfin, il est indiqué que si la distorsion est trop élevée, le logiciel ne pourra pas traiter les images (un seul paramètre radial est utilisé).

Nous pouvons aller un peu plus loin et nous intéresser à la réaction du logiciel face à des orthophotos. Nous avons récupéré des images aériennes prises au drone. Une fois insérées dans le logiciel et le traitement effectué, voici le rendu obtenu :



## Modèle 3D à partir d'une prise de vue au drone

Il est donc possible d'utiliser des prises de vue aériennes pour le traitement sur Visual SFM. On remarque néanmoins que le rendu est beaucoup moins bon que sur d'autres logiciels (voir par exemple le rendu de Reality Capture).

## **B) Fonctionnalités**

### **1) Optimisation des traitements :**

Commençons par analyser l'optimisation au niveau de la rapidité de traitement. Le logiciel Visual SFM permet, encore plus que les autres, une rapidité d'exécution et donc une optimisation des traitements. Il se sert notamment de cartes graphiques permettant d'accélérer le temps de calcul pour la production de nuages de points. Il est même possible d'améliorer encore la rapidité d'exécution nous même. Plusieurs options sont possibles. On peut par exemple choisir des paires d'images pour chercher les points de liaison plutôt que de le faire sur toutes les photos simultanément. Ceci est possible en insérant un fichier texte qui contient les paires d'images dans le logiciel. Il est également possible d'utiliser nos propres points de liaison selon le même principe avec un fichier texte ou même d'utiliser notre propre détecteur de points de liaison. Enfin, on peut ajuster tous les paramètres présents dans le logiciel de façon optimale.

Ensuite, analysons l'optimisation au niveau de la place mémoire utilisée. Dans cette optique, le logiciel n'est pas optimal. A chaque fois que l'on souhaite lancer le modèle, il faut enregistrer un fichier sur notre ordinateur, et tous les points de liaison s'enregistrent dans le même répertoire. Si on veut relancer le traitement, il faut d'ailleurs être bien vigilant et les supprimer pour ne pas insérer d'erreur.

Enfin, analysons la façon dont les étapes principales de la modélisation 3D sont effectuées et voyons si elles sont optimales. Le traitement commence avec la recherche de points clés puis de correspondances entre eux. Plus il existe de correspondances entre deux images, plus ces dernières sont similaires (ie, l'angle de vue et les zones couvertes sont similaires). On remarquera que ce logiciel permet de trouver de nombreux points de liaison : cette étape semble donc optimale. La deuxième étape est celle de « Sparse Reconstruction » : en utilisant les « inliner matches » cités plus haut sur des couples de photos, le logiciel passe par une matrice de transformations pour changer de projection. Pour ce qui est de la position des points, elle est calculée par intersection de droites qui passent par les points clés et le centre des objectifs du couple. Un ensemble de points 3D est donc créé à cette étape, ensemble n'incluant que des points clés pour lesquels des correspondances ont été trouvées. Enfin, la dernière étape est celle de « Dense Reconstruction » : le principe est d'augmenter le nombre de points 3D en utilisant un algorithme de Dense Reconstruction. On obtient donc finalement un nuage de points 3D, exploitable sur d'autres logiciels mais Visual SFM n'ira pas plus loin.

### **2) Diversité des options :**

Visual SFM présente de nombreux onglets et différentes options. Il est par exemple possible d'observer la vue en 2D ou en 3D, de l'enregistrer, de la copier, de naviguer d'une image à l'autre, de zoomer, d'afficher ou non les points clés, de mettre en pause une étape du traitement et de la reprendre à n'importe quel moment... Il est possible de modifier certaines étapes manuellement, par exemple en supprimant une image, en interrompant le traitement et en le reprenant ensuite. Il existe également d'autres fonctionnalités, propres à Visual SFM. Il est par exemple possible de créer une animation à partir du logiciel en cliquant successivement sur F4 et sur F5 (après l'avoir testé, cette animation fonctionne effectivement très bien), ou de rentrer des lignes de commande dans l'interface, ce qui fonctionne également très bien. Globalement, il est possible d'avoir la main sur le

traitement et sur le rendu. Enfin, il est largement possible d'utiliser beaucoup d'images et de modéliser des objets plus grands vu la rapidité du traitement.

Néanmoins, le logiciel n'est pas adapté à des jeux de données laser, ni pas plus que ça aux jeux de données aériennes. Il ne prend pas en compte les images de résolutions supérieures à 3200 pixels. Concernant les images avec beaucoup de distorsion, il ne peut pas les traiter. Nous avons par exemple fait un test avec des jeux de données issus d'un objectif fisheye. Très peu de correspondances entre points clés ont été trouvées, les images se disposaient d'une façon qui semblait presque aléatoire, le nuage de points final était très peu dense... Il n'est pas non plus possible d'ajouter un masque à l'image, ni de tracer une forme dessus, il est donc impossible de calculer des volumes sur Visual SFM. Il est donc délicat d'aller plus loin. Concernant la vérification des rendus, il est également délicat des les faire : on ne peut ni connaître la densité des nuages de points, ni déterminer la qualité géométrique du modèle.

## C) Remarques

### **1) Coût :**

Ce logiciel est totalement gratuit, téléchargeable en ligne sous Windows ou Linux.

### **2) Public visé :**

Visual SFM a été à l'origine développé par des étudiants dans un cadre universitaire. Même si les temps de traitement sont très bons, les rendus ne le sont pas suffisamment pour un usage professionnel. Néanmoins, le logiciel étant opensource, il peut intéresser des chercheurs ou ingénieurs qui pourront avoir la main sur le traitement et le rendu.

## II) Fiche logiciel

### Accessibilité :

- *Comment et où télécharger le logiciel :*

L'installation peut se faire directement en suivant le lien :<http://ccwu.me/vsfm/>, disponible en version 64 ou 32 bits, sur Mac OSX, Linux ou Windows.

- *Documentation :* Documentation officielle disponible à cette adresse : <http://ccwu.me/vsfm/doc.html>. Un blog français existe également, il concerne à la fois Visual SFM et MeshLab : <http://combiencaporte.blogspot.com/2012/07/la-photogrammetrie-visualsfm-et-meshlab.html>.

- *Coût :* Logiciel gratuit et libre

- *Forum pour échanger entre utilisateurs :* Le lien vers le forum est directement accessible en cliquant sur l'onglet « Help » du logiciel.

### Qualité d'un point de vue fonctionnel :

- *Pertinence :* Logiciel adapté à la recherche, aux ingénieurs. Ne permet pas un rendu suffisant pour être utilisé dans le cinéma ou pour des rendus professionnels.

- *Généralité :* Permet la construction de modèles 3D à partir de photographies d'une résolution inférieure à 3200 pixels. N'est pas adapté au laser, aux prises de vue drone, au calcul de volumes, à des photos présentant trop de distorsion. Adapté à des gros jeux de données (rapidité de traitement). Lorsque les couleurs sont uniformes ou s'il y a du flou sur l'image, les formes ne sont pas reproduites.

- *Performance :* Les rendus sont, en comparaison à d'autres logiciels, moins bons. Mais les résultats sont délivrés rapidement, des techniques sont utilisées pour optimiser les traitements. Le logiciel trouve beaucoup de points de liaison, la densité du nuage de points est élevée. Enfin, il n'est pas nécessaire d'avoir beaucoup de connaissances pour utiliser le logiciel (bonne interface graphique, peu d'investissement personnel pour obtenir le modèle).

### Qualité d'un point de vue utilisation :

*Maniabilité :* Prise en main compliquée sans documentation mais avec la documentation, pas de problèmes. Les raccourcis sont expliqués et on sait facilement où cliquer pour accéder aux étapes importantes du traitement. La communicabilité est bonne (le nombre de clics pour accéder aux étapes est faible). L'exploitabilité est également bonne. Il est facile de mettre en œuvre et d'utiliser le logiciel (sauvegardes, gestion des erreurs). La facilité d'apprentissage est bonne aussi : un utilisateur final peut rapidement s'en servir.

*Fiabilité :* Par rapport aux attentes et fonctionnalités expliquées dans la documentation, tout ne fonctionne pas sans défaillances. Par exemple, importer le rendu dans MeshLab est plus complexe que ce qui est indiqué. De plus, on nous indique que le logiciel peut facilement réagir aux reflets des surfaces réfléchissantes ou aux motifs qui se répètent. Néanmoins, nos jeux de données n'ont pas montré cet aspect du logiciel.

*Portabilité* : VisualSFM est disponible sur Windows, Mac OSX et Linux.

*Efficience* : Le logiciel minimise les temps de réponse, mais la place mémoire n'est pas optimisée

*Couplabilité* : Il est possible d'importer les rendus dans d'autres logiciels (il nous est fourni un fichier .ply exportable)

#### Points positifs et négatifs :

Le logiciel est rapide et optimise les traitements. Néanmoins, son usage est assez limité et il s'arrête à un nuage de points, sans effectuer les dernières étapes qu'effectuent en général les autres logiciels photogrammétriques, ce qui rend le rendu plus difficilement exploitable et moins esthétique. De plus, si quelques options sont originales et esthétiques, beaucoup d'options importantes (comme le masque, la densité des nuages de point, le calcul de volume) ne sont pas permises.

#### Avis personnels

La rapidité du logiciel est agréable, la prise en main est assez rapide mais d'un point de vue personnel, je trouve dommage qu'il y ait si peu de fonctionnalités.

## 8) Fiche du logiciel Regard 3D :

### Regard 3D

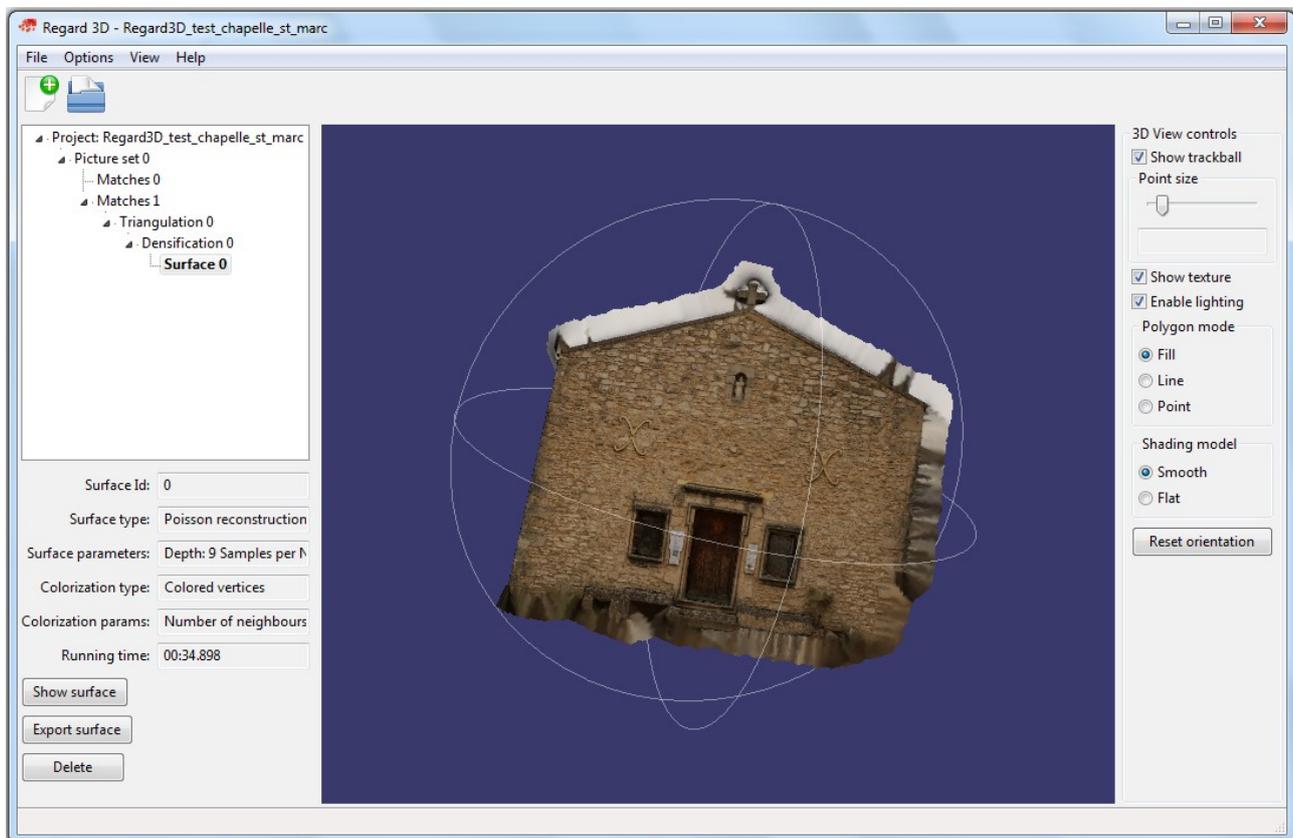
#### Sommaire :

I) Analyse détaillée.....	68
A) Ergonomie.....	68
1) Interface graphique.....	68
2) Prise en main.....	68
3) Qualité du rendu.....	68
B) Fonctionnalités.....	69
1) Optimisation des traitements.....	69
2) Diversité des options.....	69
C) Remarques.....	70
1) Coût.....	70
2) Public visé.....	70
II) Fiche logiciel.....	71

# I) Analyse détaillée

## A) Ergonomie

### 1) Interface graphique :



Interface graphique de Regard3D

L'interface graphique se compose d'une seule fenêtre centrale où les résultats s'affichent. Sur la gauche, on peut visualiser la liste des étapes déjà réalisées et en bas à gauche s'affichent les paramètres avec lesquels ont été réalisées ces étapes. Sur la droite, on trouve les options d'affichage (taille des points par exemple). Le cercle présent autour de notre objet permet de changer son orientation.

### 2) Prise en main :

La prise en main de ce logiciel est plutôt aisée. Le traitement est divisé en cinq grandes étapes: le chargement des photos, la recherche de points de liaison (compute matches), la triangulation (orientation des clichés), la densification et la génération d'une surface (surface generation). A chaque étape, le résultat est sauvegardé et réutilisable dans l'étape suivante. En cas d'erreur sur les paramètres, il est donc toujours possible de recommencer jusqu'à obtenir le résultat souhaité. La documentation est claire, complète et concise.

### 3) Qualité du rendu :

La qualité des rendus est variée et dépend beaucoup du jeu de données. Il faut parfois tester plusieurs réglages avant d'obtenir un résultat correct : il faut souvent effectuer plusieurs triangulations avec des paramètres différents avant de réussir à calibrer toutes les images. (ce qui

n'est pas toujours possible d'ailleurs). Au vu de nos tests, il semble que Regard3D soit plus efficace pour traiter les monuments que les objets.

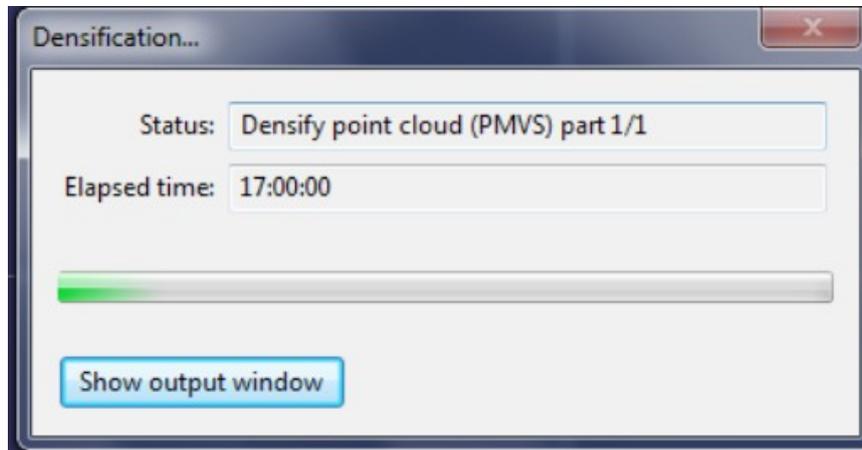


Exemple de modèle3D obtenu pour une tasse

## B) Fonctionnalités

### 1) Optimisation des traitements :

Les temps de traitement sont raisonnables, et en cas de gros jeu de données, il est toujours possible de modifier les paramètres de façon à ce que les calculs soient assez rapides. En laissant les paramètres par défaut et sur un jeu de données de 50 photos, on obtient un nuage de point 3D en 25 minutes. La densification peut être par contre très lente.



Exemple de densification d'une durée de 17 heures

### 2) Diversité des options :

Les options proposées par ce logiciels sont très limitées. Il s'agit presque uniquement de traiter les images de manière à obtenir un modèle 3D sous forme de nuage de points. Aucun géoréférencement n'est proposé, et aucun calcul n'est possible. Les nuages de points peuvent ensuite être exporté pour être traité par MeshLab.

## C) Remarques

### **1) Coût :**

Regard3D est un logiciel gratuit et open source.

### **2) Public visé :**

Ce logiciel est plutôt adapté au grand public. Pour des professionnels, trop peu de paramètres sont modifiables et les options sont trop limitées.

## II) Fiche logiciel:

### Accessibilité :

*Comment et où télécharger le logiciel :*

L'installation ne peut se faire qu'en 64 bits sur Windows et Mac OS X en suivant ce lien : <http://www.regard3d.org/index.php/download>

*Une documentation est disponible en suivant ce lien :* <http://www.regard3d.org/index.php/documentation/tutorial>

### Qualité d'un point de vue fonctionnel :

*Pertinence :* Ce logiciel permet de répondre aux besoins de l'utilisateur occasionnel, du cinéaste, mais n'est pas adapté pour les chercheurs ou ingénieurs. Il s'agit d'un logiciel grand public qui ne dispose que des fonctionnalités les plus simples mais qui est aisé à prendre en main.

### *Généralité :*

La visualisation du chantier se fait à chaque étape du traitement, ce qui est très pratique pour savoir si le traitement a donné un résultat satisfaisant.

Regard 3D ne gère pas le géoréférencement et l'orthorectification.

### *Performance :*

Le logiciel est assez efficace avec de petits jeux de données (moins de 30 photos) mais au-delà de cette limite les temps de traitement peuvent se compter en heures.

### Qualité d'un point de vue utilisation :

#### *Maniabilité :*

L'interface graphique est épurée, donc plus intuitive. L'apprentissage en a été relativement simple.

#### *Exploitabilité :*

Il y a peu de commandes, et elles sont claires.

*Illustration 1: Exemple d'arborescence obtenue avec Regard3D*

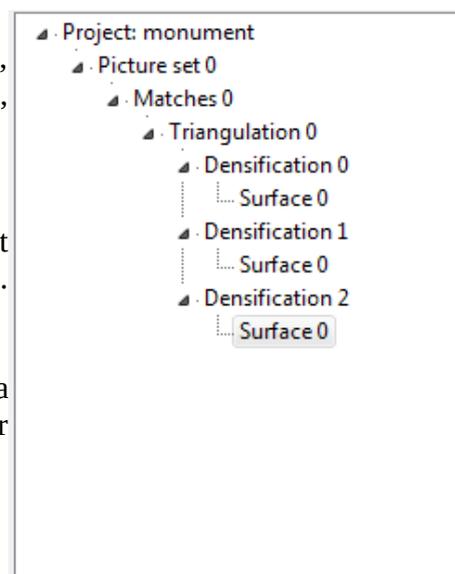
#### *Tolérance aux fautes :*

Il est difficile de faire des erreurs tant l'on est guidé, recommencer une étape est toujours possible et ce, autant de fois que l'on souhaite.

#### *Auditabilité :*

Tous les résultats sont gardés en mémoire et peuvent être réutilisés facilement pour une autre étape. L'auditabilité est excellente.

*Portabilité :* Le logiciel est multi-plateforme, la dernière version est compatible en 64 bits sur Windows et Mac OS X.



*Documentation* : La documentation est complète, claire et structurée autour des 4 grandes étapes. Cependant la documentation manque parfois de détails et la doc explique qu'il faut « essayer pour se faire sa propre opinion » ce qui peut mener à des pertes de temps.

*Efficience* :

Les traitements sont longs et durent parfois plusieurs heures. De plus certains ont entraîné des plantages de l'ordinateur.

*Couplabilité* : Le logiciel permet d'exporter assez peu de formats, il exporte des .ply et des .obj

*Points positifs et négatifs* :

*Points négatifs* :

Sur Regard3D, il n'y a pas de géoréférencement possible ni de calculs. Seuls les nuages 3D sont réalisables à l'aide de ce logiciel.

De plus il est très difficile de faire une triangulation correcte ( en prenant en compte toutes les photos), ceci peut être dû à la qualité de nos acquisitions, mais d'autres logiciels y parviennent avec les mêmes photos.

*Points positifs* :

Le logiciel est simple et épuré si bien qu'il est très intuitif et que la marche à suivre pour les traitements semble logique.

*Avis personnels*

Regard3D est un bon logiciel pour des amateurs de par sa facilité de prise en main mais il ne répond pas à beaucoup d'attentes et est assez lent. Cependant c'est l'un des meilleurs logiciels gratuits.

## 9) Fiche du logiciel PhotoModeler :



### **PhotoModeler**

**PHOTOMODELER**

#### Sommaire :

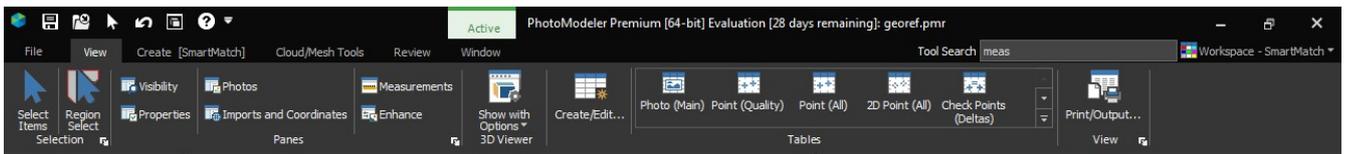
I) Analyse détaillée.....	75
A) Ergonomie.....	75
1) Interface graphique.....	75
2) Prise en main.....	75
3) Qualité du rendu.....	76
B) Fonctionnalités.....	77
1) Optimisation des traitements.....	77
2) Diversité des options.....	77
C) Remarques.....	77
1) Coût.....	77
2) Public visé.....	77
II) Fiche logiciel.....	78

# I) Analyse détaillée

## A) Ergonomie

### 1) Interface graphique :

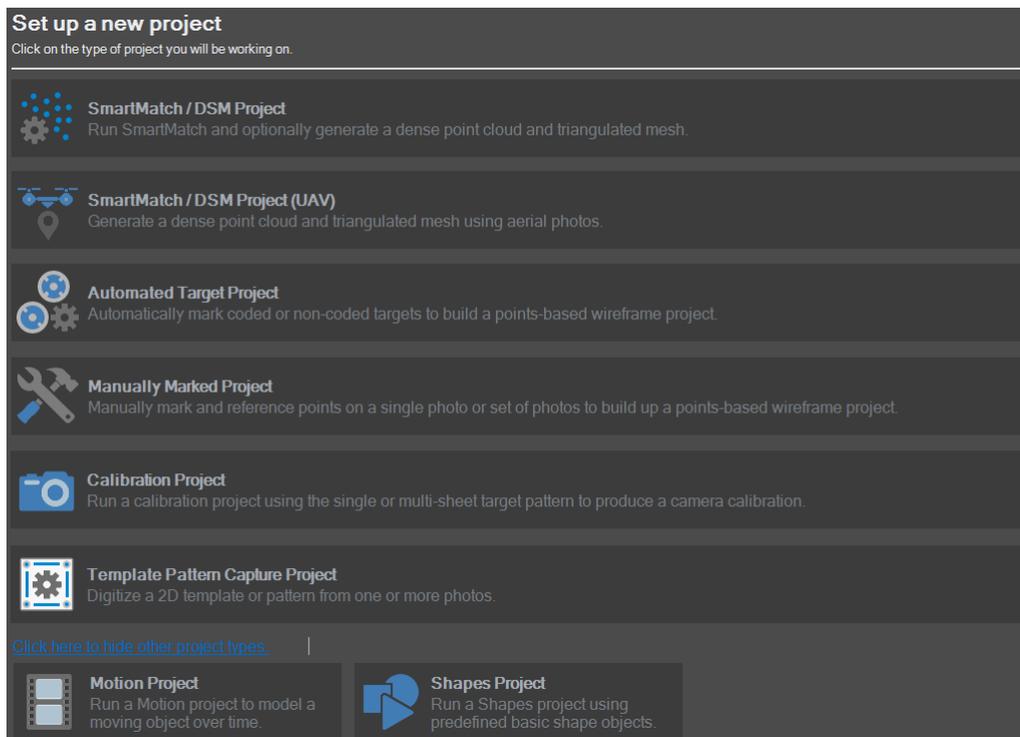
L'interface graphique de PhotoModeler est agréable et reposante à regarder car le fond noir n'agresse pas les yeux. Le placement des boutons dans les différents onglets en haut de la fenêtre est plutôt clair.



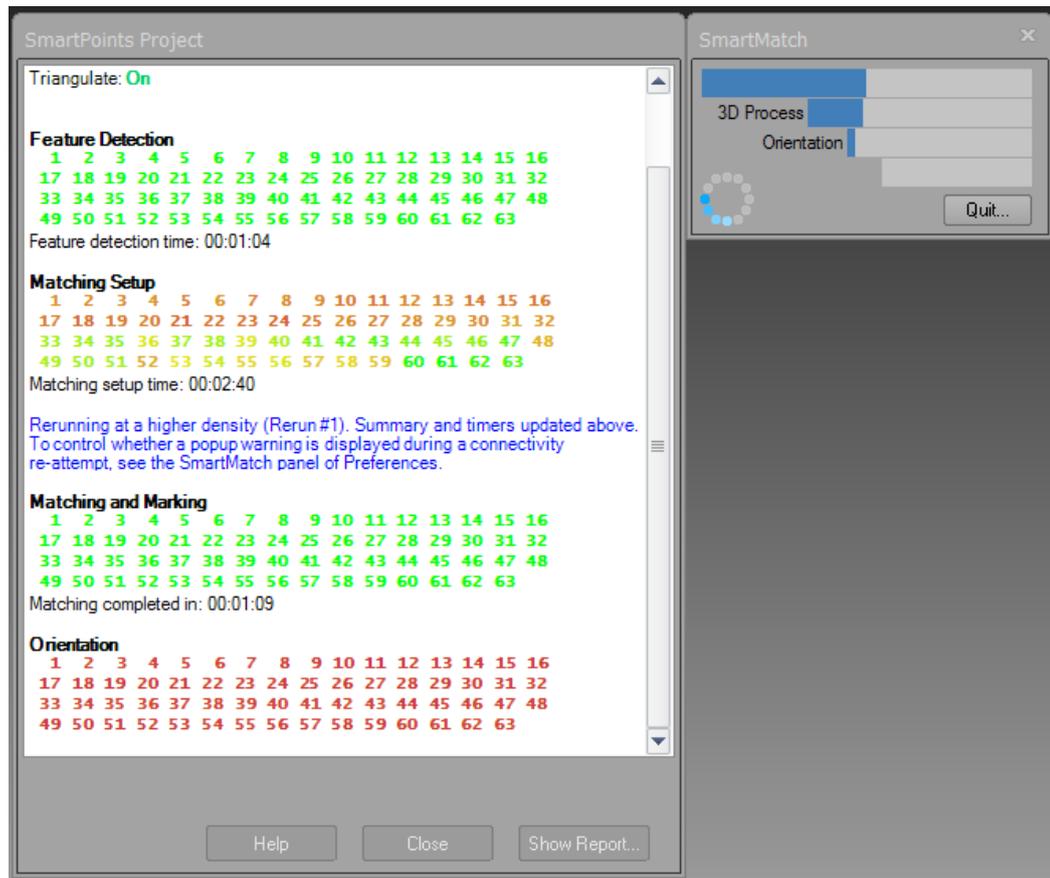
Cependant, lorsque l'on commence à manipuler plusieurs options simultanément, les mini-fenêtres s'accumulent et le logiciel devient alors brouillon et il est alors plus difficile de se repérer. L'interface graphique pourrait donc être optimisée.

### 2) Prise en main:

Dans un premier temps, le logiciel propose de choisir quel type de projet nous souhaitons lancer. On a donc la possibilité d'avoir un projet adapté à des clichés aériens, de lancer un projet de calibration ou encore simplement de générer un nuage de point.



Après avoir choisi son projet, plusieurs options sont demandées à l'utilisateur, comme la calibration de la caméra ou la densité du nuage de points du rendu. Lorsque le traitement est lancé, la fenêtre suivante s'affiche :



Le traitement se fait en 4 étapes: Feature Detection, Matching Setup, Matching and Marking et Orientation. L'avantage de ce logiciel pour le traitement est que l'on voit l'état d'avancement au fur et à mesure pour chaque image. Si le numéro de l'image devient vert c'est que l'image a "réussi" l'étape. On peut donc voir sur quelles images il y a des problèmes. Pour toute cette partie, la prise en main du logiciel est très simple.

Cependant, dès que l'on cherche des fonctionnalités plus avancées comme géoréférencer ou faire des mesures, la tâche se complique grandement. Le nombre de clics se multiplie rapidement et trouver les boutons que l'on cherche n'est pas si simple malgré la barre de recherche.

Ce logiciel ne peut pas tourner à 100% de ses capacités sur n'importe quel ordinateur, il faut une certaine puissance.

### 3) Qualité du rendu :

Les rendus de PhotoModeler sont plutôt de qualité moyenne car il y a 2 grosses contraintes à respecter : avoir un gros recouvrement entre chaque cliché et surtout avoir une faible variation d'angle entre chaque cliché. Par exemple, sur la modélisation de la chapelle Saint-Marc, la façade droite de la chapelle n'a pas pu être modélisée car les clichés ont été pris avec une variation d'angle trop élevé pour ce logiciel au niveau du coin de la façade. De plus, le logiciel fonctionne mieux avec des surfaces planes, comme on peut le voir avec la modélisation de la tasse à fleurs qui a perdu sa forme ou encore avec le jeu de données du monument qui est loin de ressembler au résultat attendu. La prise aérienne drone est quant à elle sans relief, comme on peut le voir avec les arbres qui sont aplatis sur le sol.

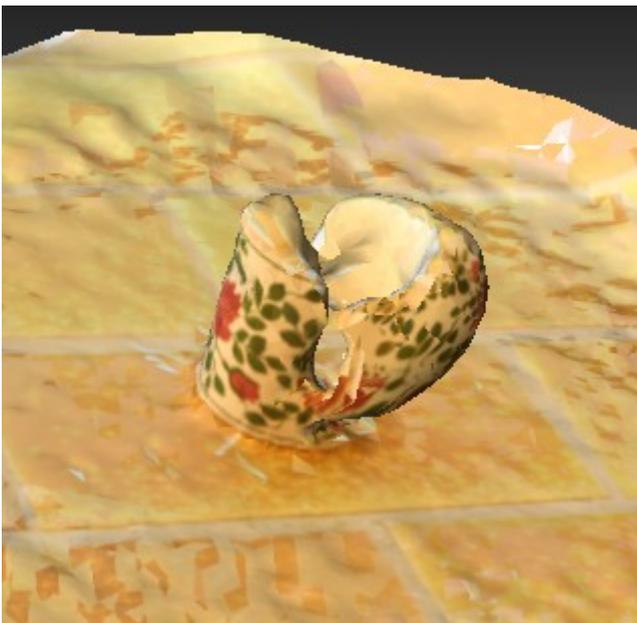
Le niveau de détail est le seul bon point du rendu graphique avec une très bonne netteté.



Chapelle Saint-Marc



Monument



Tasse à fleurs



Prise aérienne drone

## B) Fonctionnalités

### **1) Optimisation des traitements :**

Le gros point fort de ce logiciel est la rapidité des traitements quelque soit le nombre de photos choisi. En revanche, le nombre de points de liaisons trouvé est largement moindre par rapport aux autres logiciels. L'utilisation d'un masque est un peu longue à mettre en place avec un petit temps à attendre sur les masques de chaque photo. La mise en place automatique de masques n'a pas fonctionné lors du test. Comme le premier résultat n'a pas été concluant, nous avons testé la mise en place manuelle de masques sur le jeu de données du monument. Malheureusement, le rendu ne s'est pas amélioré malgré les masques.

### **2) Diversité des options :**

Le logiciel indique le nombre de points de liaison mais ce dernier est inférieur à ceux des autres logiciels. Nous n'avons pas vu de traces du nombre de sommets et de triangles constitués. Le géoréférencement peut être mis en place mais ce n'est pas simple, on ne peut pas utiliser les points de liaison car ils sont trop peu nombreux donc trop éloignés des références, il faut donc créer des points manuellement qui sont plus durs à assigner à des coordonnées 3D.

Parmi les possibilités du logiciel se trouvent des mesures et manipulations de surfaces, la possibilité de suivre des positions au cours du temps, de manipuler ou mesurer des volumes, des orthophotos, des systèmes de coordonnées géographiques...

Sur le site, les tutoriels proposés sont des applications pour les drones ou pour de la 2D.

Il ne semble pas être possible de faire des animations.

## C) Remarques

### **1) Coût :**

Le logiciel dans sa version Premium coûte 2995\$ et propose un essai de 30 jours gratuitement.

### **2) Public visé :**

PhotoModeler vise un public professionnel dans de nombreux domaines comme la fabrication, la sécurité publique, l'ingénierie, l'architecture, la géologie, l'animation...

## Fiche logicielle de PhotoModeler Premium

### I) Accessibilité :

*Multiplateforme* : Windows seulement

*Comment et où télécharger le logiciel* : <https://www.photomodeler.com/products/premium/>

*Documentation* : <https://www.photomodeler.com/pm-support/>  
<https://www.photomodeler.com/resources/photomodeler-knowledgebase/>

*Tutos* : <https://www.photomodeler.com/resources/tip-video-list/>

*Coût* : 2995\$

*Forum pour échanger entre utilisateurs* :

Pas de forum mais un blog : <https://www.photomodeler.com/blog/>

### II) Qualité d'un point de vue fonctionnel :

*Pertinence* : Ce logiciel permet de répondre aux besoins des professionnels de nombreux secteurs qui l'utilisent pour effectuer des travaux de mesures et de modélisation. Le prix de ce logiciel est un peu moins élevé que d'autres mais ne le rend pas pour autant accessible à des amateurs.

*Généralité* : Ce logiciel exige un certain niveau de performance d'ordinateur pour le faire tourner au maximum de ses capacités. Il n'a pas une grosse capacité d'adaptation puisque dès que les surfaces traitées ne sont pas planes le logiciel a du mal à donner un rendu correct. Il faut un gros recouvrement entre chaque cliché et, lorsque l'on tourne à 360° autour d'un objet, il faut une très faible variation d'angle.

*Performance* : PhotoModeler est très rapide dans les temps de chargement, et ce quelque soit le nombre de photos. En revanche la densité du nuage est faible par rapport aux autres logiciels. La qualité graphique des rendus est moyennement bon. Par exemple, pour le jeu de données du drone, les arbres ne sont pas en reliefs. La tasse n'a, quand à elle, pas été correctement reconstituée et a perdu sa forme.

### III) Qualité d'un point de vue utilisation :

*Maniabilité* : Le logiciel a une bonne interface graphique, assez claire, peut-être un peu surchargée quand on ouvre beaucoup de mini-fenêtres.

Il n'est pas difficile d'obtenir un rendu 3D basique à partir d'un jeu de données mais dès que l'on cherche des fonctionnalités plus avancées le fonctionnement se complique malgré la barre de

recherche efficace.

- La communicabilité : La barre de recherche est efficace mais il y a trop de données à l'écran lorsqu'on va plus loin qu'une simple modélisation 3D, le nombre de clics peut être élevé également dans ce cas là.
- L'exploitabilité : Des auto-sauvegardes régulières sont proposées ce qui est pratique pour ne pas perdre son travail et revenir en arrière est simple. Se déplacer par rapport au modèle 3D est très compliqué par rapport aux autres logiciels.
- La facilité d'apprentissage : PhotoModeler demande un certain temps d'adaptation et n'est pas forcément intuitif.

*Fiabilité* : Le fonctionnement du logiciel dépend beaucoup de la puissance de la machine avec PhotoModeler. Suivre la documentation du site n'est pas trop dur. Il n'y a pas d'historique des actions pour savoir où l'on en est.

*Portabilité* : PhotoModeler n'est disponible que sur Windows ( 95, 98, NT ).

*Efficience* : Nécessite une certaine puissance d'ordinateur mais les temps de réponse sont très bons.

*Couplabilité* : Il propose un grand nombre de formats de sortie.

#### V) Points positifs et négatifs :

Les temps de traitement sont rapides. Cependant les contraintes sur les jeux de données sont importantes (besoin de fort recouvrement et de faibles variations d'angles entre clichés)

La prise en main des options avancées est assez longue et complexe.

Le logiciel n'est pas utilisable au maximum de ses capacités sur n'importe quelle machine. Les performances de l'ordinateur sont poussées au maximum et on ne peut pas créer de nuage très dense.

