

TRAVAIL DIRIGÉ

ÉTABLISSEMENT DE L'ÉLÉVATION D'UNE FAÇADE PAR PHOTOGRAMMÉTRIE

à l'aide de la version gratuite d'un logiciel¹



¹ "3DF Zephyr Free can be used for all non-commercial purposes" Giacomo Vianini, technical sales manager at 3Dflow

**ÉTABLISSEMENT DE L'ÉLÉVATION D'UNE FAÇADE
PAR PHOTOGRAMMÉTRIE
à l'aide de la version gratuite d'un logiciel**

S O M M A I R E

1 - PRÉSENTATION DU TRAVAIL DIRIGÉ.....	3
2 - PRISE DES PHOTOGRAPHIES.....	4
2.1 - Préparation de l'appareil photo.....	4
2.2 - Prise des photos.....	6
3 - MODÉLISATION 3D SOUS 3DF ZEPHYR FREE.....	6
3.1 - Aperçu d'ensemble.....	6
3.2 - Chargement et orientation des photographies.....	6
3.3 - Nuage dense.....	11
3.4 - Création du maillage.....	13
3.5 - Maillage texturé.....	15
3.6 - Nettoyage du modèle.....	16
3.7 - Orientation du modèle.....	17
3.8 - Mise à l'échelle du modèle.....	19
3.9 - Orientation du modèle.....	21
3.10 - Obtention de l'orthophoto.....	24
4 - MONTAGE DE L'ÉLÉVATION DE LA FAÇADE SOUS AUTOCAD.....	26
4.1 - Élévation de la façade.....	26
4.2 - Insertion de l'orthophoto dans Autocad.....	26
4.3 - Mise à l'échelle de l'orthophoto.....	28
4.4 - Mise en position de l'orthophoto.....	29
4.5 - Dessin des éléments architecturaux.....	29
4.6 - Cotations et habillage.....	30
4.7 - Présentations et impressions Pdf.....	32

1 - PRÉSENTATION DU TRAVAIL DIRIGÉ

L'obtention des élévations de façades présente souvent des difficultés soit pour la réalisation des mesures (ruban ou laser mètre) ou par le nombre de détails à représenter (lever au tachéomètre) ou encore lorsque certains éléments ne peuvent être appréciés que par le destinataire des documents (état des surfaces à analyser par un architecte ou éléments particulier à analyser par un archéologue).

L'établissement de ce type de documents par photogrammétrie est une solution rapide et qui permet de communiquer de nombreux détails en faisant apparaître l'orthophoto sur le document livré.

Les images traitées par photogrammétrie peuvent être prises appareil photo en main, fixé sur une perche ou par drone.

L'utilisation d'un drone pour la prise des photographies offre de grands avantages et est indispensable pour des relevés de dimensions importantes (tout un bâtiment, plusieurs bâtiments, etc.). Elle entraîne cependant des contraintes administratives importantes (certification du pilote, déclaration du vol en préfecture, etc.).

Les solutions logicielles d'obtention d'un modèle 3D sont nombreuses. Elles sont toutes basées sur les mêmes principes de traitement mais présentent des différences d'ergonomie ou d'exploitation des ressources machine. Les évolutions dans ce domaine sont constantes et importantes.

Le présent travail correspond à l'objectif d'établir l'élévation d'une façade d'un bâtiment en utilisant uniquement des photos prises appareil en main ou fixé à une perche (pas d'utilisation de drone) et en utilisant la version gratuite d'un logiciel de photogrammétrie et enfin sans utilisation d'un tachéomètre pour le levé de points particuliers du modèle. Ces contraintes, si elles ne correspondent pas aux situations rencontrées dans le monde professionnel des relevés (géomètres, architectes), permettent d'aborder les techniques photogrammétriques dans de nombreuses formations en ne requérant qu'une logistique facile à mettre en œuvre.

Le logiciel utilisé est 3DF Zephyr Free <https://www.3dflow.net/3df-zephyr-free/> qui est une version d'essai limitée au traitement de 50 photos et non limitée dans le temps qui présente un nombre important des fonctions de la version commerciale.

Son utilisation pédagogique a pour but de faire percevoir les possibilités et la productivité de la photogrammétrie pour les tâches considérées. L'utilisation de cette version libre du logiciel ne doit pas être considérée comme un outil de production à utiliser en entreprise.

La principale différence dans l'utilisation de la version libre par rapport à la version commerciale est l'impossibilité d'utiliser des points de contrôle au sol (*Ground Control Points*). La mise à l'échelle du modèle (mais pas en coordonnées) est alors assurée par le simple contrôle de la distance entre 2 points.

Il est pédagogiquement important, quand on aborde la photogrammétrie, de présenter les notions de mise à l'échelle du modèle et de contrôle de sa géométrie. La contrainte volontaire de ne pas utiliser de points de contrôle relevés au tachéomètre dans ce travail pratique ne doit pas dispenser d'insister sur ces notions et de réaliser la mise à l'échelle et l'orientation du modèle (Z notamment) par d'autres moyens.

La version à utiliser à but professionnel est 3DF Zephyr Lite qui est disponible gratuitement en version plein d'essai 14 jours <https://www.3dflow.net/3df-zephyr-evaluation-download-page/>.

D'autres solutions logicielles sont disponibles : *MetaShape*, *MicMac*, *Pix4DMapper*, *RealityCapture*, etc.

Les ressources pédagogiques pour la photogrammétrie et les inventaires de logiciels disponibles en ligne sont nombreux (et certains sont tenus à jour, certains sont en anglais), par exemple :

<https://formlabs.com/fr/blog/photogrammetrie-guide-et-comparaison-logiciels/>

<https://all3dp.com/1/best-photogrammetry-software/>

Enfin, de nombreuses solutions gratuites existent et la non possession d'un logiciel commercial ne doit pas être un motif de ne pas aborder ces techniques dans les formations où elles sont au programme.

La façade à modéliser est celle d'une ancienne menuiserie qui doit être rénovée. Elle présente de nombreux éléments qu'il est important d'identifier en vue de leur démontage (tuyaux, goulottes pour câbles, etc.). La présence au sol d'objets non déplaçables (bennes à déchets) complique la réalisation de la mission (et rapproche des conditions réelles de la vie professionnelle).

VALEURS VARIABLES :

Il est très probable que certaines des valeurs indiquées dans ce tutoriel ne soient pas celles obtenues lors d'une réalisation de ce travail.

Ce peuvent être des valeurs résultant du traitement sur une autre machine (nombre de points, de faces 3D, etc.) qui peuvent être légèrement différentes de celles figurant dans le tutoriel ou des valeurs saisies par l'opérateur (point d'insertion de l'orthophoto par exemple) qui peuvent être totalement différentes de celles du tutoriel.

Ces valeurs qui peuvent être différentes sont indiquées **en bleu** dans ce tutoriel.

Les valeurs qui n'ont pas de couleurs particulières sont celles qui ne doivent pas différer – ou différer très peu en raison des limites de la précision de la méthode de mesure mise en œuvre - (dimensions finales de l'orthophoto, altitudes indiquées sur l'élévation, etc.)

2 - PRISE DES PHOTOGRAPHIES

Les photos sont disponibles à l'adresse :

<https://drive.google.com/drive/folders/1QjRUno8EzSo0XbhFG-4QPsDva1FSGsdc?usp=sharing>

Ci-dessous quelques explications sur la prise de ces photographies :

2.1 - PRÉPARATION DE L'APPAREIL PHOTO

L'appareil photo utilisé pour ce travail est un Panasonic DMC-TZ 100 (le modèle actuellement commercialisé est le TZ200). C'est un appareil "compact expert" qui est équipé d'un capteur de 1" (la taille du capteur est un élément déterminant pour la photogrammétrie, plus que le nombre de pixels des photos) de 17 Méga pixels qui est pilotable (commandable à distance en Wifi).

<https://www.lesnumeriques.com/compact-bridge/panasonic-lumix-tz100-p30461/test.html>



C'est un appareil petit et léger pour ses performances, ce qui est appréciable pour le mettre au bout d'une perche (voir ci-après) qui est d'un prix abordable : 500 € environ).

La première chose à faire sur l'appareil photo est de désactiver le stabilisateur d'image car son fonctionnement changerait le point principal (intersection de l'axe de prise de vue et du plan du capteur) à chaque photo, rendant impossible la définition géométrique de la prise de vue par le logiciel de photogrammétrie.

Les paramètres d'une prise de vue photogrammétrique sont :

- un diaphragme le plus fermé possible pour obtenir une profondeur de champ maximale ;
- un temps d'exposition permettant une luminosité correcte de la photo mais pas trop long pour ne pas risquer un effet de filé sur la photo (60ème de seconde au plus long) ;

- une sensibilité Iso la plus basse possible pour éviter autant que possible la pixellisation des photos.

Cela correspond à mode automatique *Priorité à l'ouverture* (Aperture) qui est identifié par les symboles AP ou A sur les appareils photos.

L'autofocus peut être activé et il doit être paramétré pour prendre en compte toute la photo ou une large zone centrale (mais pas un seul point au milieu de la photo).

La perche utilisée est un modèle vendu en magasins de bricolage pour des échenilloirs, lavage de vitre, etc.

https://www.castorama.fr/perche-telescopique-de-2-m-a-5-20-m-composee-de-3-tubes/7311518152079_CAFR.prd

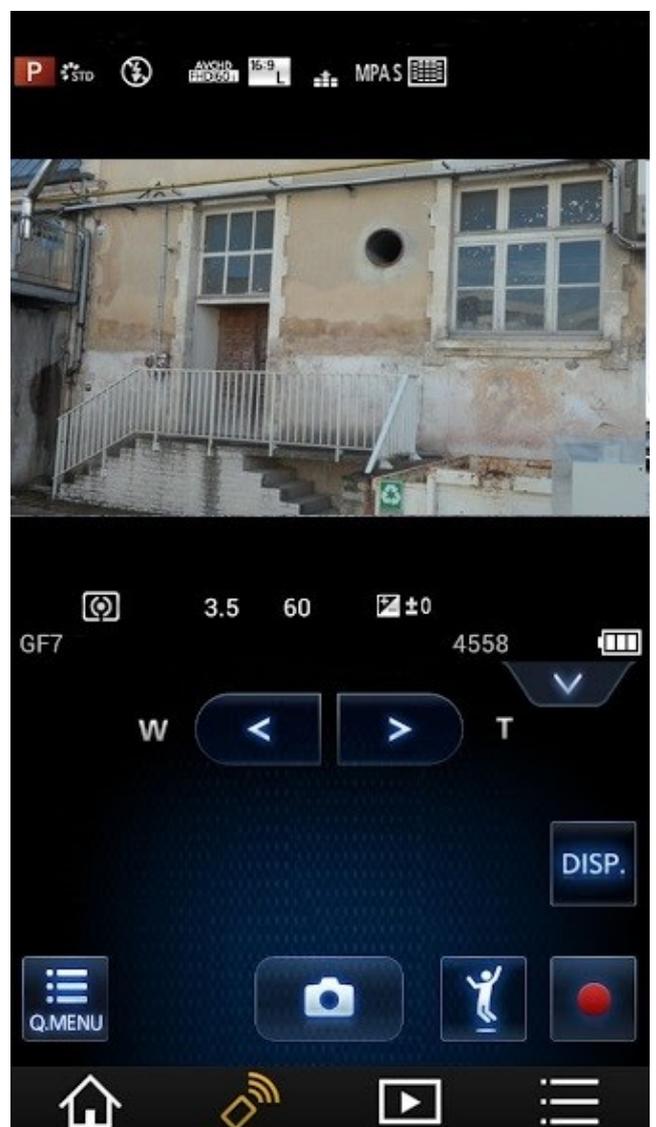
Un petit adaptateur permet d'y fixer un appareil photo et d'en faire varier l'inclinaison.

L'appareil est piloté à distance depuis un smartphone Android grâce à l'application *Panasonic Image App* <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.panasonic.avc.cng.imageapp&hl=fr>

La communication wifi avec l'appareil photo fixé en haut de la perche permet de voir la photo avant le déclenchement :



Appareil sur la perche piloté à distance



Retour image et commandes sur le smartphone

2.2 - PRISE DES PHOTOS

Le but est de prendre au maximum 50 photos de la façade.

Astuce : On peut, sur le terrain, prendre plus de photos (60 par exemple) puis faire les traitements décrits ci-après (au moins l'orientation des photos) avec les 50 premières puis les 50 dernières. Cela permet de voir quelles photos peuvent être éliminées de façon à sélectionner uniquement 50 photos puis à refaire le traitement complet.

Ces photos sont réparties en bandes horizontales en assurant un recouvrement d'au moins 2/3 entre des photos consécutives sur la bande (2/3 d'une photo apparaît sur la photo suivante) et de 50 % entre les bandes horizontales

La distance de prise de vue est ajustée : plus courte pour avoir des photos plus détaillées ou plus longue pour que moins de photos soient nécessaires.

La première bande horizontale est prise avec l'appareil au ras du sol, la seconde avec la perche au plus bas (2m), la 3ème avec la perche déployée à mi-hauteur (3,6 m environ) et le 4^{ème} avec la perche totalement déployée (5,20m).

Pour la première bande, la perche est tenue à l'envers avec l'appareil en bas (en faisant attention qu'il ne touche pas le sol). Cela évite de se coucher au sol pour prendre les photos ; les photos sont prises à l'envers (tête en bas), ce qui ne pose aucun problème au logiciel.

Pour ces autres bandes, le pied de la perche est posé (délicatement) au sol pour chaque photo et on la stabilise avant de déclencher. Ne pas hésiter à faire tenir la perche par plusieurs personnes quand elle est à sa hauteur maximale.

3 - MODÉLISATION 3D SOUS 3DF ZEPHYR FREE

3.1 - APERÇU D'ENSEMBLE

Les opérations à réaliser sont :

- **Chargement des photos** et identification des paramètres de calibration de chaque photo (appareil, taille, distance focale, etc.) ;
- **Orientation des photos** (terme *alignement* dans le logiciel) = détermination des coordonnées du point de prise de vue de chaque photo et de la direction de prise de vue (angles d'inclinaison autour des axes X, Y et Z) ; le nuage clairsemé résulte de cette opération ;
- **Génération du nuage dense** : par identification automatique (corrélation) des points homologues = représentation sur des photos différentes d'un même point de l'objet ;
- **Construction du maillage** ;
- **Construction du maillage texturé** = maillage habillé par des fragments de photos ;
- **Obtention de l'orthophoto** = projection parallèle horizontale du modèle sur un plan vertical correspondant à la façade

3.2 - CHARGEMENT ET ORIENTATION DES PHOTOGRAPHIES

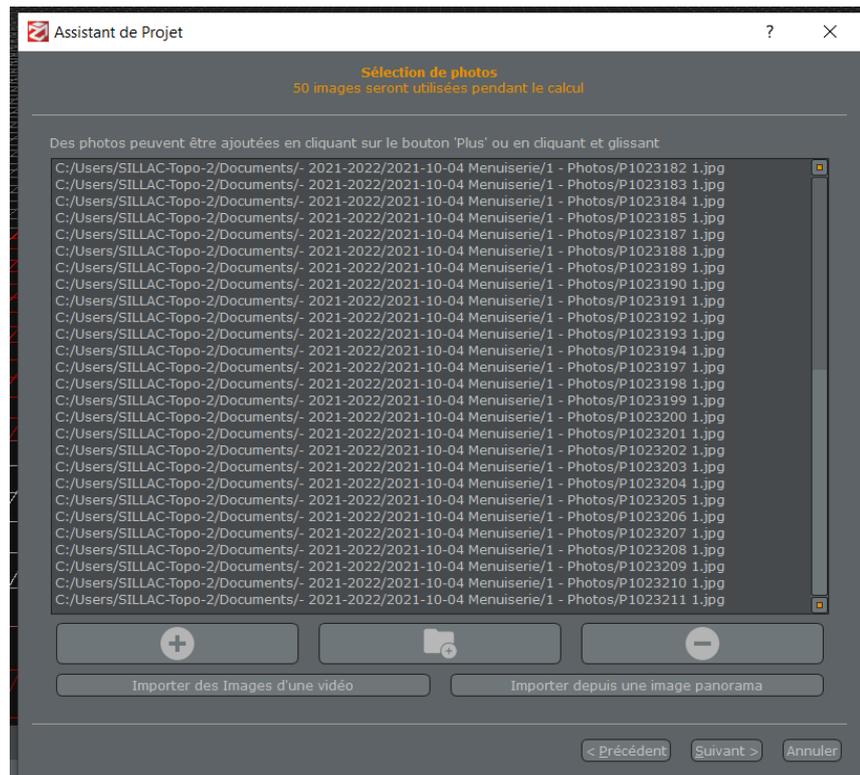
Lancer le programme *3DF Zephyr Free*.

Le programme teste la présence d'une carte graphique compatible CUDA (système permettant les traitements en parallèle sur plusieurs processeurs graphiques). Si aucune carte CUDA n'est détectée, un message d'avertissement apparaît. Ce n'est pas un problème, les traitements seront simplement plus longs.

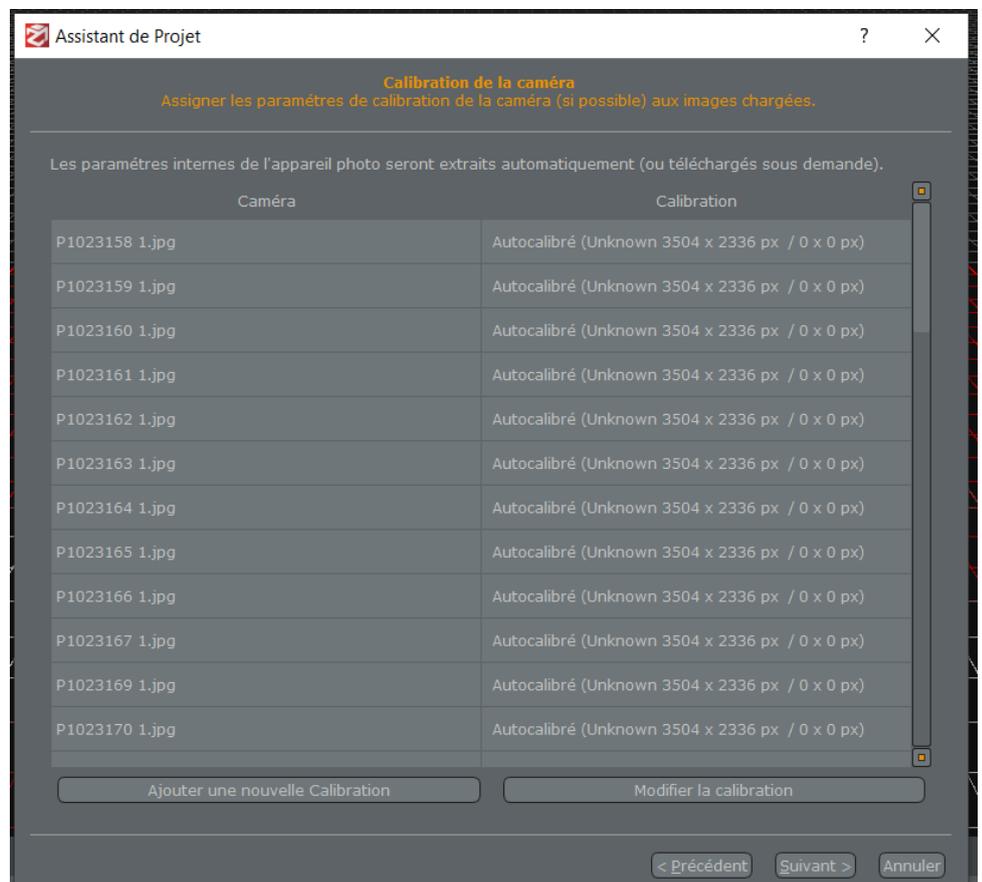
Commande *Méthode de travail/Nouveau Projet...*

Dans la première fenêtre, ne cocher que *Chercher une calibration caméra pré-calculée en ligne* (pour la recherche via Internet les paramètres de calibration correspondants), cliquer sur *Suivant*.

Dans la fenêtre de sélection des photos, cliquer sur +, sélectionner les photos à utiliser = toutes les photos (*Ctrl* + *A* permet de sélectionner toutes les photos d'un répertoire) puis cliquer sur *Suivant*.



Le logiciel charge les photos, identifie grâce aux Exifs les paramètres de la photo (appareil, focale utilisée) et recherche via Internet les paramètres de calibration correspondants (caractéristiques géométriques de l'appareil photo).

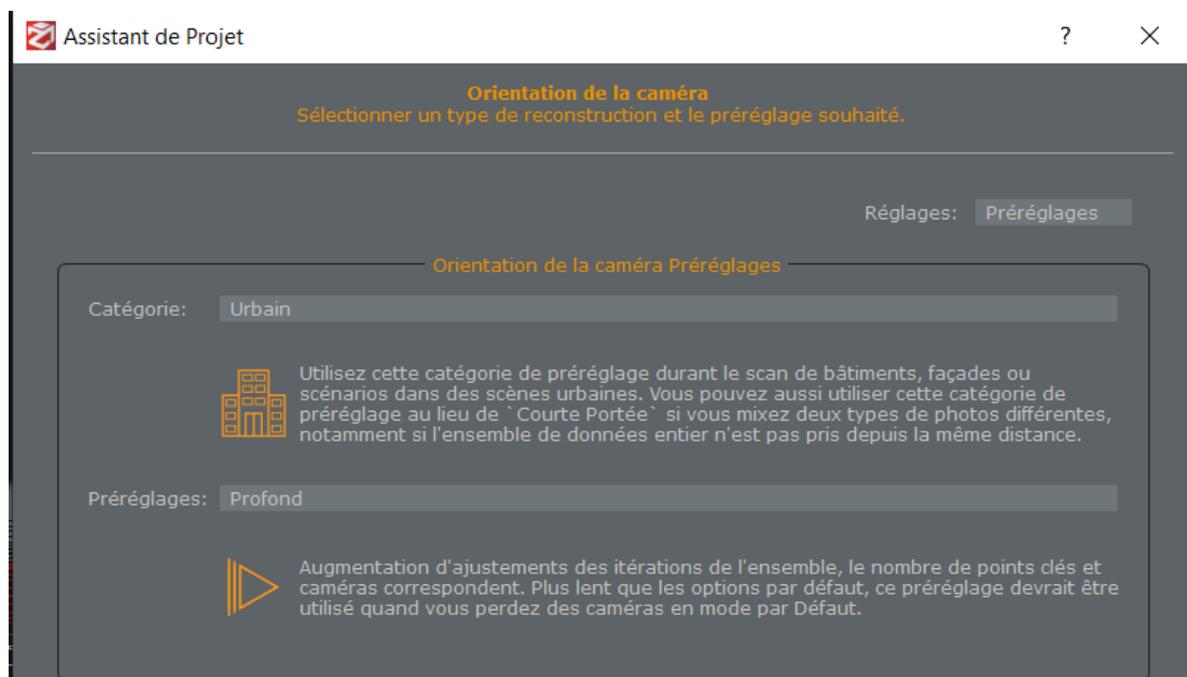


Un message indique que les paramètres de calibration des photos prises ont été trouvés. Si ce n'était pas le cas, le logiciel déterminerait ces paramètres pendant les traitements à effectuer.

Cliquer sur *Suivant*.

La fenêtre suivante concerne les paramètres de l'orientation des photographies.

Orientation des photos = détermination des coordonnées du point de prise de vue de chaque photo et de la direction de prise de vue (angles d'inclinaison autour des axes X, Y et Z) ; le nuage de points clairsemé résulte de cette opération.



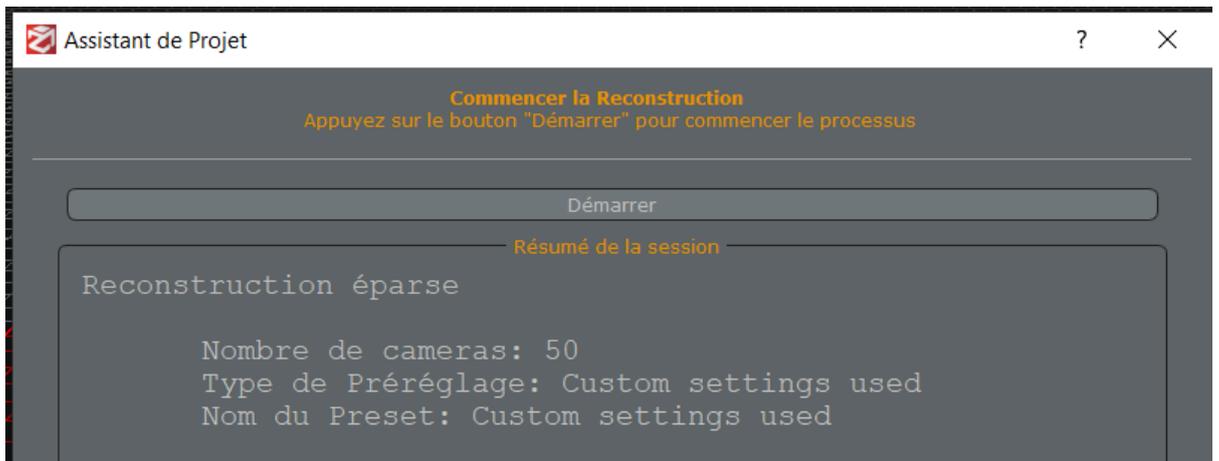
Sélectionner *Préréglage* pour les paramètres (*Réglages*) et sélectionner la catégorie *Urbain* et les paramètres *Profond*.

Puis sélectionner *Avancé* pour les paramètres (*Réglages*) pour avoir accès aux paramètres détaillés induits par les choix de *Urbain* et *Profond*.



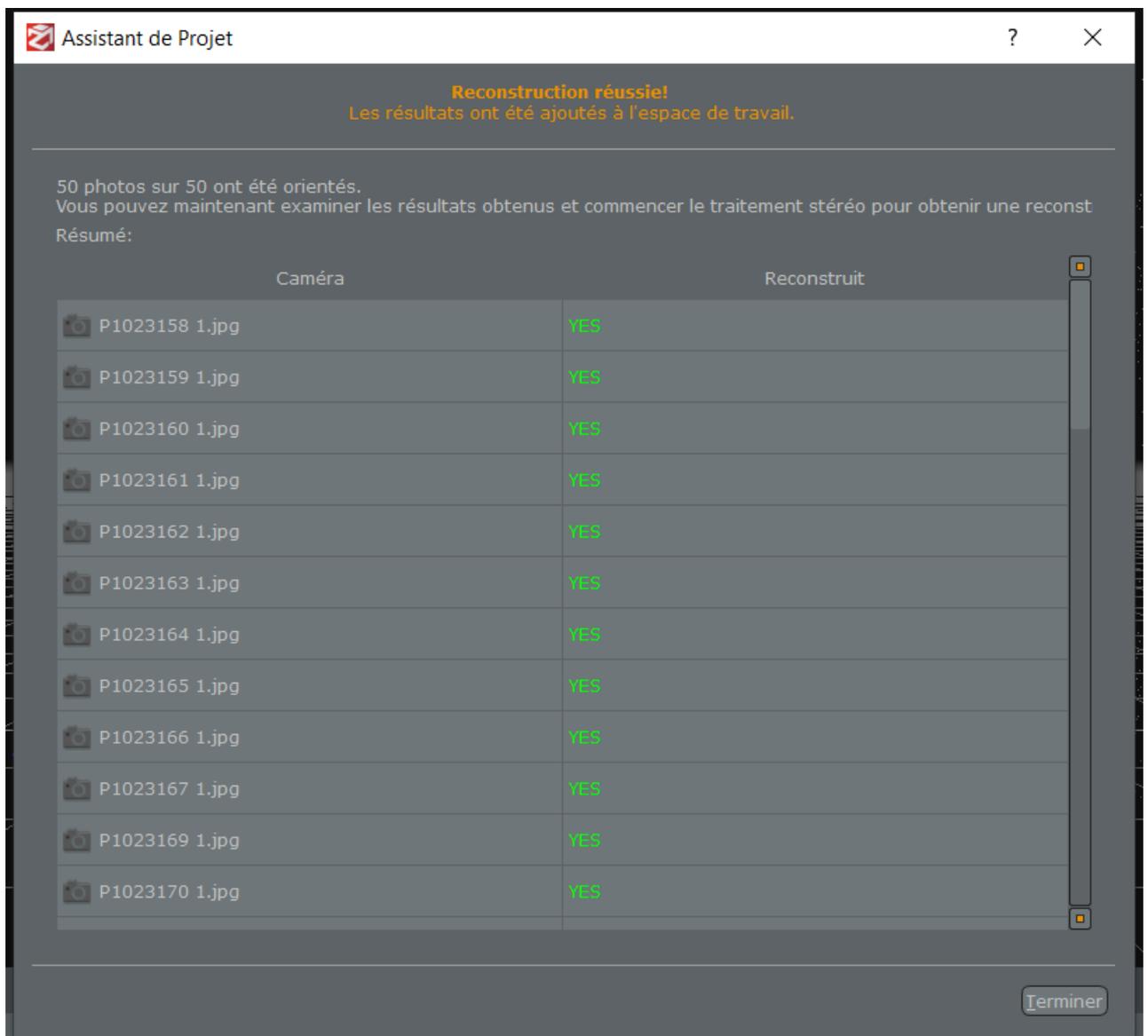
Modifier *Sensibilité des points clés* en *haut*, *Type de correspondance* en *Précis* (pour que l'orientation des photos soit précise), *Profondeur d'étage correspondante* en *Plein* et enfin *Ordonnement des photos* en *Non ordonné* (car les photos n'ont pas été prises dans un ordre bien défini).

Cliquer sur *Suivant* :



puis sur *Démarrer* en haut.

Cette étape se termine par l'orientation ou non de chaque photo.

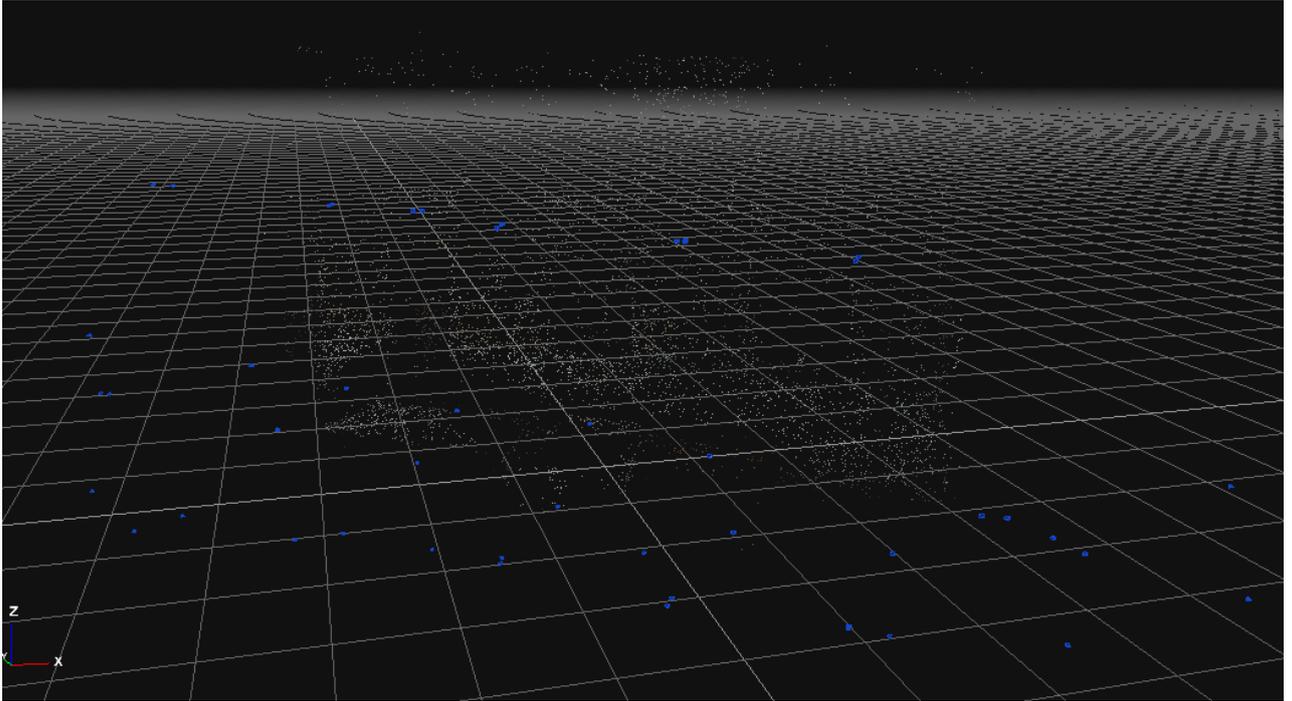


Ici, 50 photos sur les 50 du projet sont orientées (*Reconstruit* dans le logiciel) :

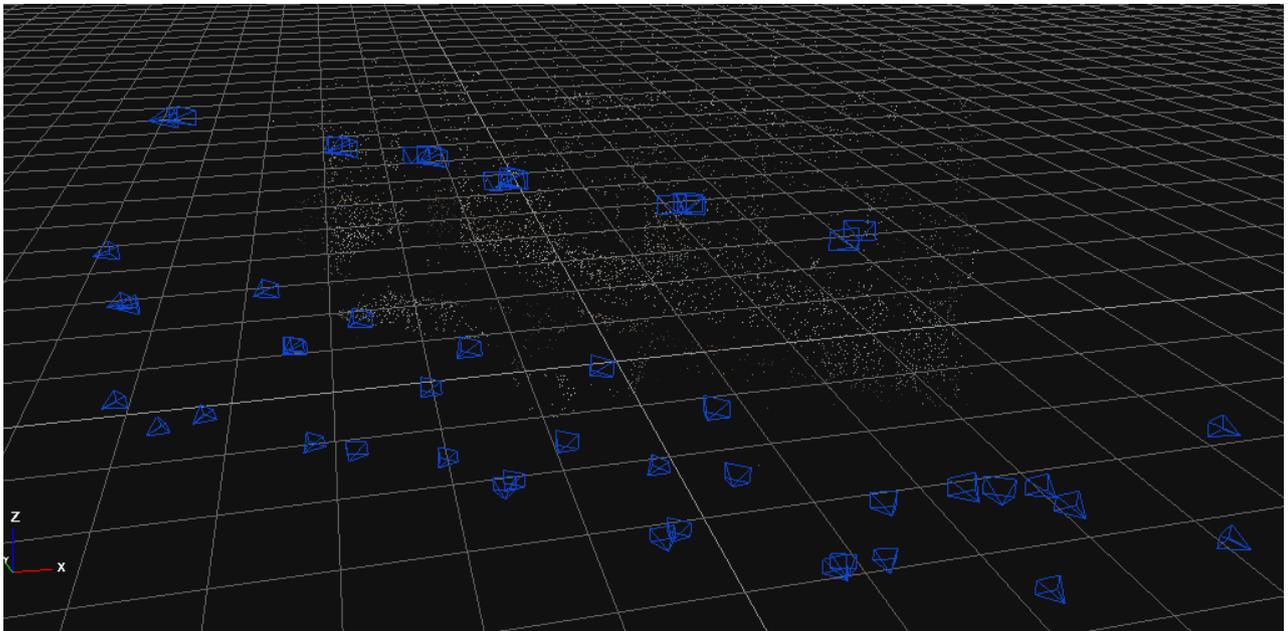
Si toutes les photos n'ont pas été orientées, cela peut être dû à une moindre qualité de la photo (problème de netteté, etc.). Une procédure spéciale permet d'essayer d'orienter ces photos. Il

n'est pas toujours indispensable de la mettre en œuvre car des résultats utilisables peuvent être obtenus même si toutes les photos n'ont pas été orientées (cela dépend de la localisation et du nombre de photos non orientées).

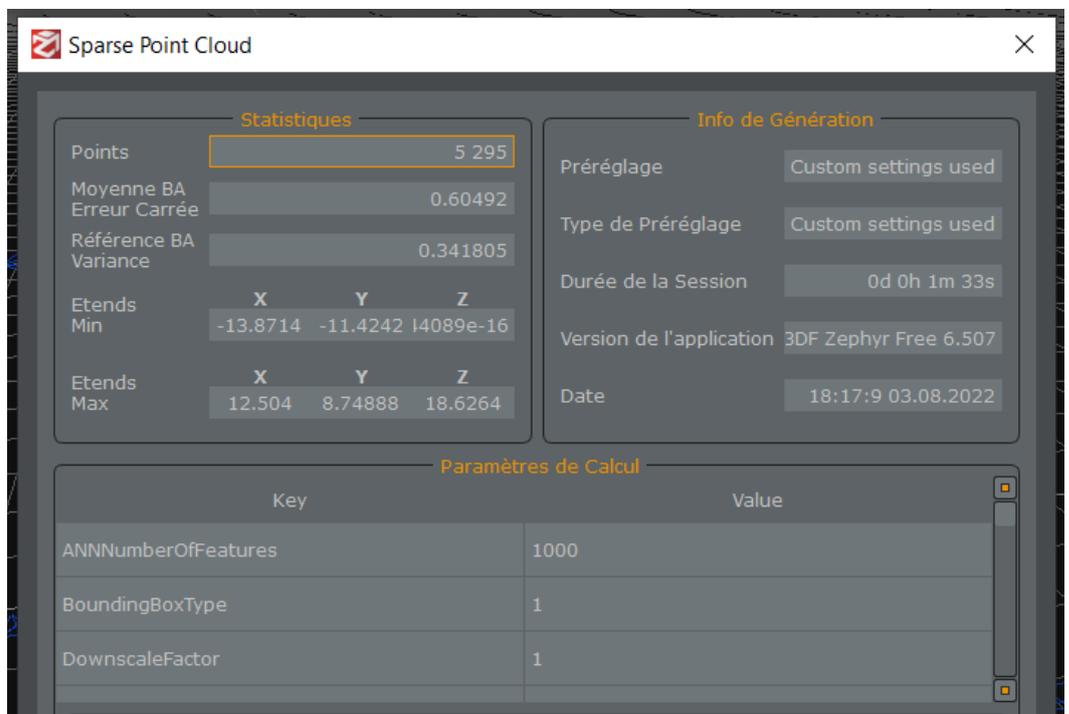
Il résulte de cette étape un nuage de points épars (clairsemé – *Sparse point cloud*). Les positions des points de prise de vues sont indiquées par des symboles bleus :



On peut faire apparaître ou non ces symboles par l'icône  (en haut de l'écran) et en faire varier la taille par *Outils/Options/Rendu/Caméra/Échelle* :



Par un clic droit sur le *Sparse point cloud* dans le tableau à gauche de l'écran puis en cliquant sur *Propriétés*, on peut connaître son nombre de points, ici **5295** points :



Ces points sont ceux identifiés automatiquement sur les photos par le logiciel. Ce nuage clairsemé doit être complété par l'élaboration d'un nuage de points dense.

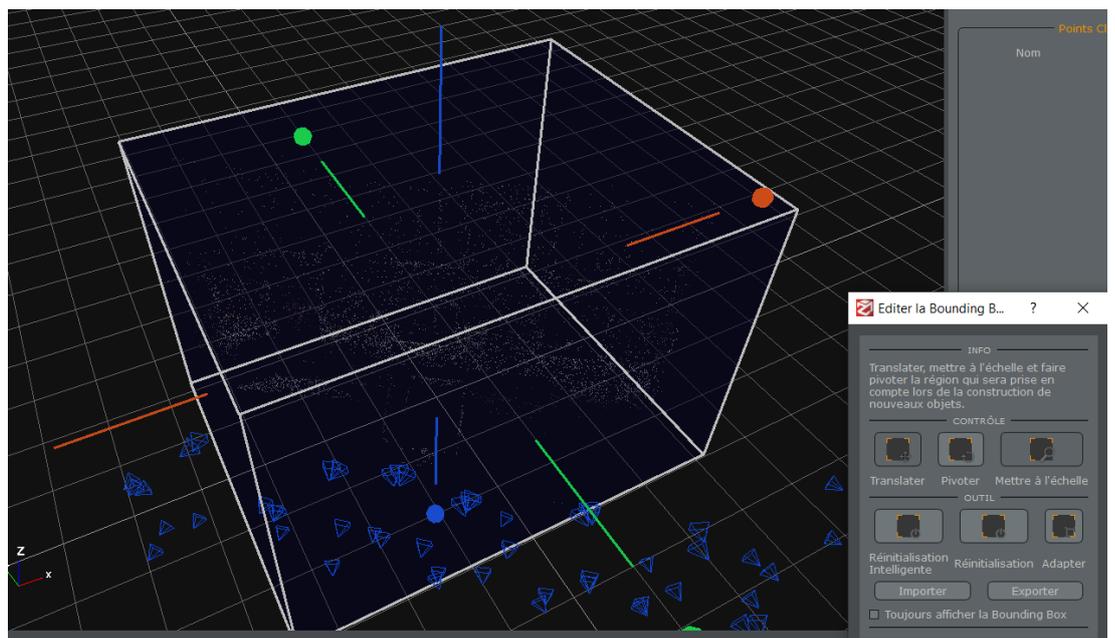
Enregistrer le travail effectué dans un fichier : **Fichier/Enregistrer**

3.3 - NUAGE DENSE

Le nuage dense est généré par identification automatique (corrélation) des **points homologues = représentation sur des photos différentes d'un même point de l'objet.**

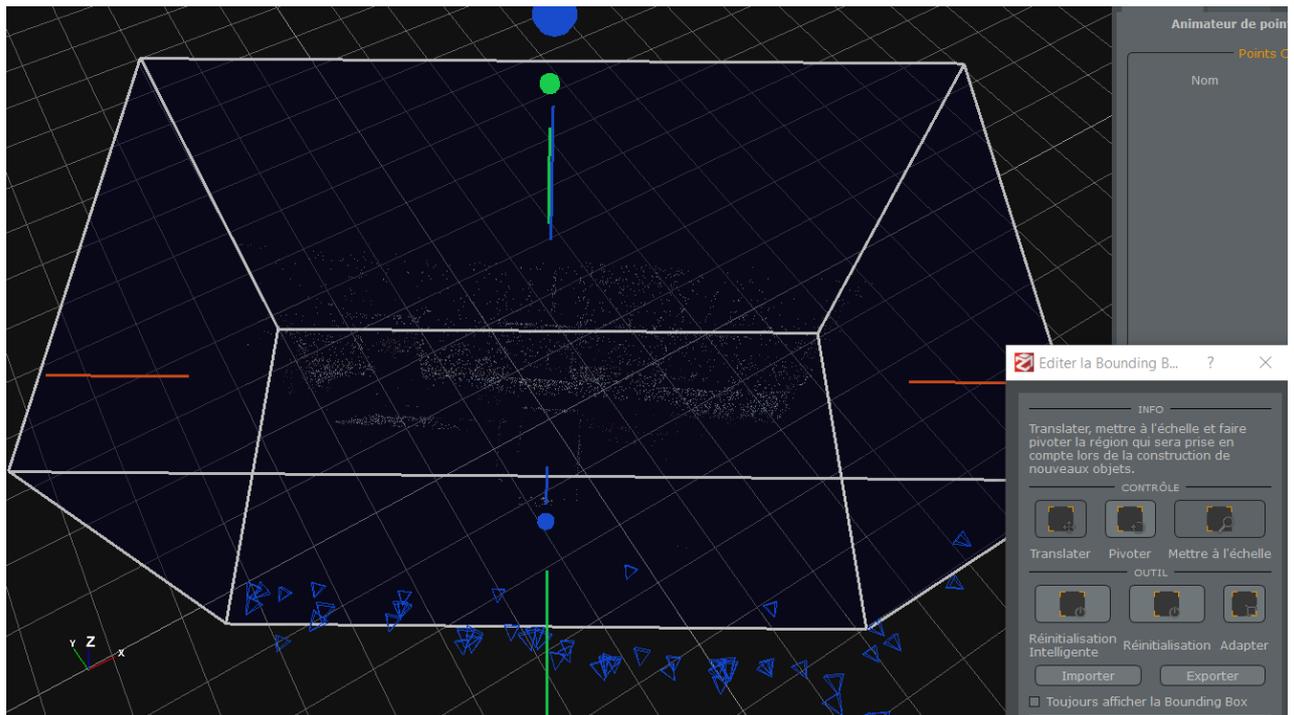
BOÎTE DES LIMITES :

Avant de générer le nuage dense, il faut vérifier la boîte des limites (*Bounding Box*) qui définit les limites dans lesquelles travaille le logiciel : Clic droit dans l'écran, choix *Bounding Box/Editer la Bounding Box...* (la fenêtre des commandes apparaît en bas à droite de l'écran) :



Il faut redimensionner la boîte et la pivoter pour qu'elle englobe bien tous les points de la façade (mais pas nécessairement tous les points de prise de vue) :

Sélectionner une face au-dessus du tas (qui passe en blanc) et la déplacer vers le haut ou l'extérieur pour être sûr que la totalité de la façade sera bien traitée.

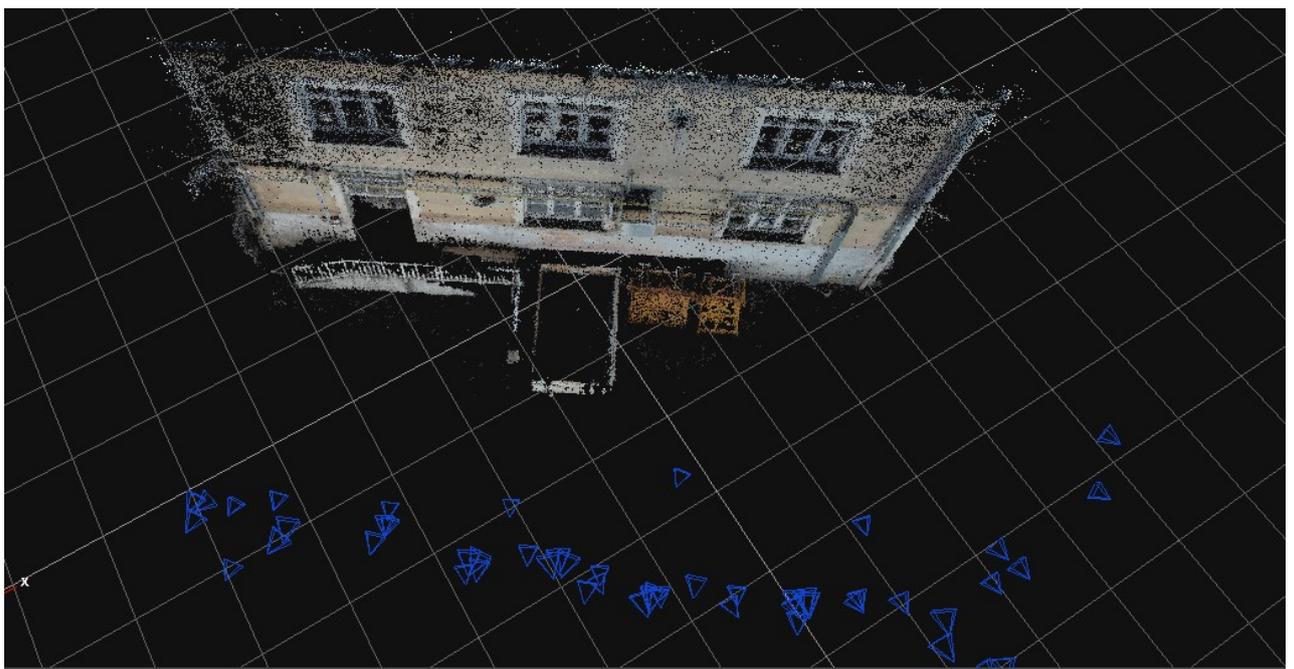


Fermer la fenêtre d'édition de la Bounding Box.

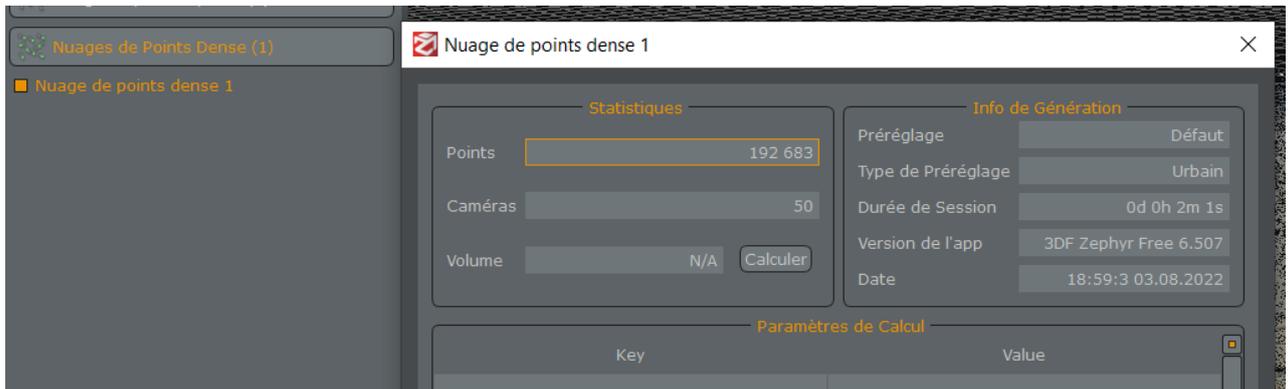
NUAGE DE POINTS DENSE :

Commande *Méthode de travail/Avancé/Génération du nuage de points dense...* Valider l'option *Toutes les caméras* puis cliquer sur *Suivant* :

Choisir comme Réglages *Préréglages* et comme Catégorie *Urbain* et comme Préréglage *Défaut* puis cliquer sur *Suivant* et sur *Démarrer* en haut de l'écran suivant et enfin sur *Terminé* après le traitement.



On obtient un nuage dense de **192 mille points (192 kpts)** environ : renseignement obtenu en cliquant sur le nuage dense (*Nuage de points dense 1*) puis sur *Propriétés*.



Enregistrer le projet.

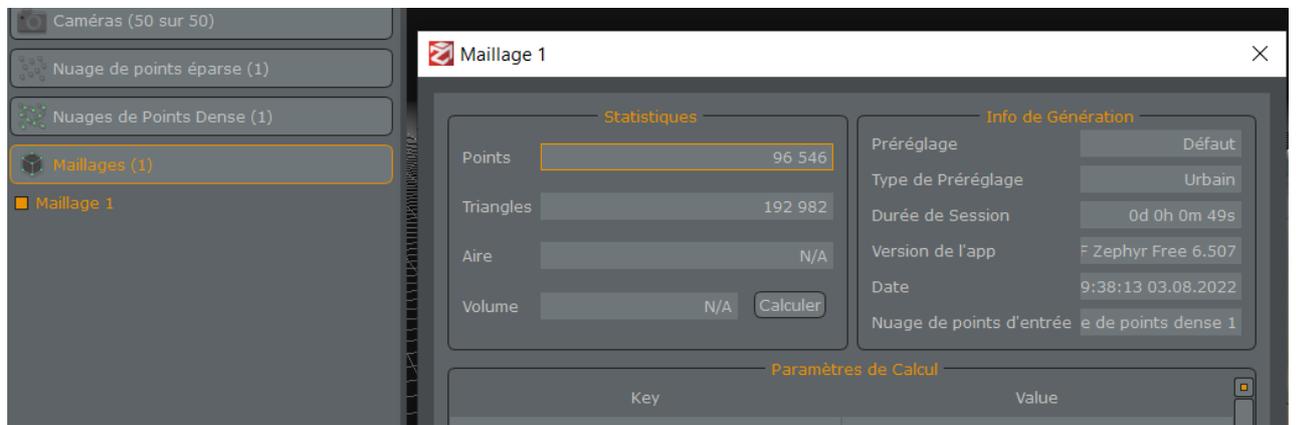
3.4 - CRÉATION DU MAILLAGE

Commande *Méthode de travail/Avancé/Extraction de maillage*. Cliquer sur *Suivant* à la première fenêtre.

Choisir comme *Réglages : Préréglages*, comme *Catégorie : Urbain* et comme *Préréglages : Défaut* puis cliquer sur *Suivant*, sur *Démarrer* en haut de l'écran suivant et enfin sur *Terminer* après le traitement.



Un maillage est constitué de faces triangulaires (comme les face_3D sous Autocad). Le maillage obtenu comporte **96 kpts et 193 kfaces** (renseignements obtenus en cliquant sur le maillage *Maillage 1* puis sur *Propriétés*).



À ce stade du processus, le logiciel colorise les faces du maillage par extrapolation des couleurs affectées aux points. Cela donne une visualisation assez approximative :



Il est plus logique de visualiser uniquement la géométrie du maillage, ce qui est obtenu en cliquant sur l'icône



(en haut de l'écran).

On obtient :



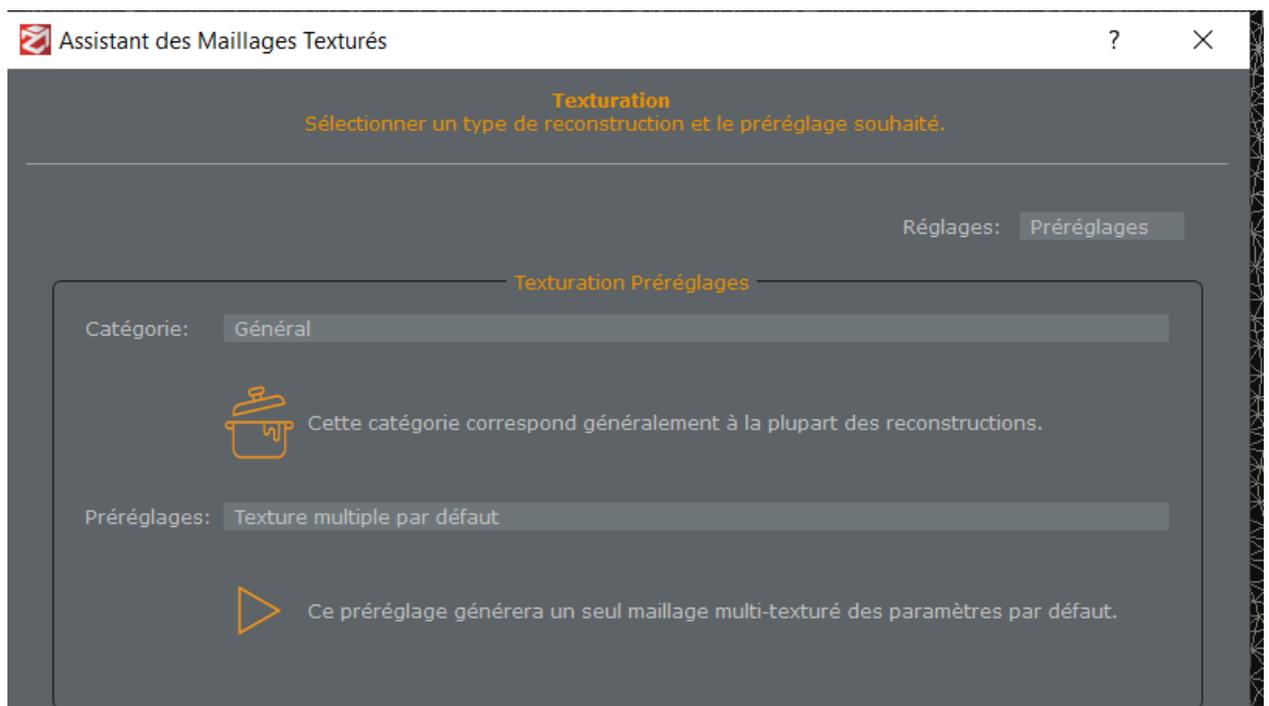
Qui montre uniquement la géométrie des faces 3D.

Après visualisation de la géométrie du maillage, re cliquer sur l'icône  pour repasser en mode visualisation opaque du maillage.

3.5 - MAILLAGE TEXTURÉ

Le maillage texturé a la même géométrie que le maillage et il comporte en plus une texture, c'est à dire que sur chaque face triangulaire est appliquée un extrait d'une des photos sur laquelle cette face est visible. Tous ces extraits de photos sont regroupés dans un seul fichier image qui est la texture associée à la géométrie du modèle 3D.

Commande *Méthode de travail/Génération du maillage texturé*, cliquer sur *Suivant* à la première fenêtre puis accepter les valeurs par défaut à la fenêtre suivante :



Cliquer sur *Suivant* puis sur *Démarrer* en haut de l'écran et enfin sur *Terminer* après le traitement.
On obtient une visualisation beaucoup plus "réaliste" du modèle 3D :



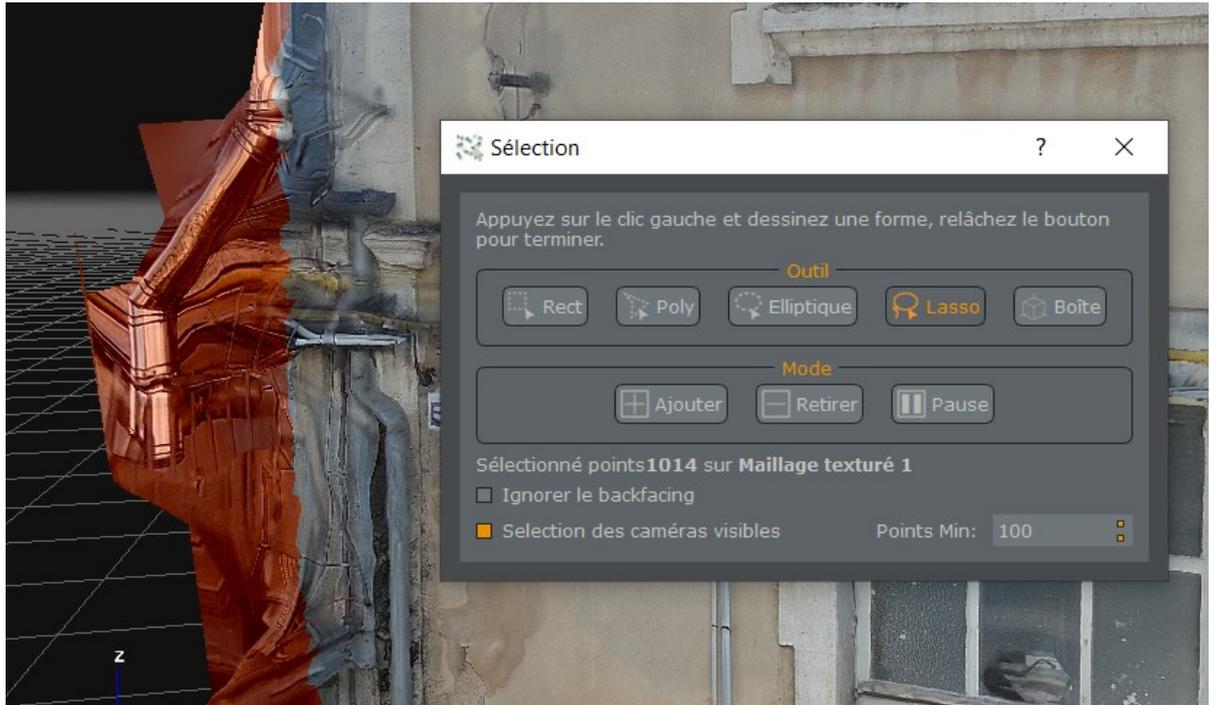
3.6 - NETTOYAGE DU MODÈLE

On constate facilement que ce modèle 3D comporte des défauts : des trous, des déformations géométriques et des aberrations sur les bords. La plupart de ces défauts pourraient être corrigés en augmentant le nombre de photos (et donc en passant à une version pleine du logiciel).

Dans la partie au rez-de-chaussée à gauche, la balustrade est mal modélisée. C'est assez courant pour ce genre d'objet (balustrade, grilles devant des fenêtres, clôtures, etc.) qui nécessiterait un traitement spécifique que la version libre du logiciel ne permet pas de réaliser ?



On peut effectuer un nettoyage du modèle en effaçant les faces situées sur les bords qui sont incohérentes par exemple en bordures de la façade (à gauche ou à droite) ou en bordure du toit en haut : dans l'onglet *Édition* (situé à droite) commande *Sélection/Main libre* puis outil *Lasso*, sélectionner les faces à effacer qui apparaissent en rouge puis appuyer sur la touche *Suppr* pour les effacer :



Faire le tour du modèle en supprimant les faces incohérentes (en cas de doute conserver les faces).

Pour éviter ces problèmes, il faudrait prendre des photos supplémentaires en bordures du modèle (comme si on voulait commencer la modélisation des façades adjacentes ou du toit).

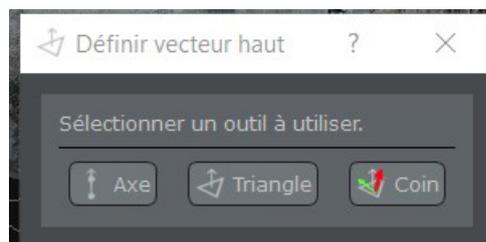
Ce modèle 3D, photo-réaliste, n'est, à ce stade du traitement, ni à l'échelle, ni en coordonnées (il peut avoir la tête en bas par exemple , ce qui est normal car le logiciel n'a aucun moyen de savoir où est l'horizontale ou quelles sont les coordonnées à assigner à certains points.

Enregistrer le projet.

3.7 - ORIENTATION DU MODÈLE

Le logiciel n'a, à ce stade, pas d'information sur les coordonnées à appliquer au modèle que ce soit en position ou en orientation spatiale.

Nous allons maintenant indiquer une direction pour la verticale du modèle : commande *Outils/Espace de travail/Définir le facteur haut manuellement...* :

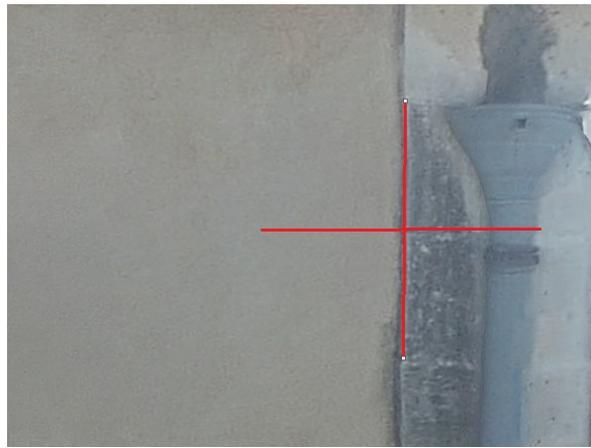


Sélectionner Axe, puis indiquer dans le modèle 2 points qui sont une verticale comme par exemple l'intérieur de la chaînette en pierre de taille à droite de la façade :

Premier point (bas) de la verticale :

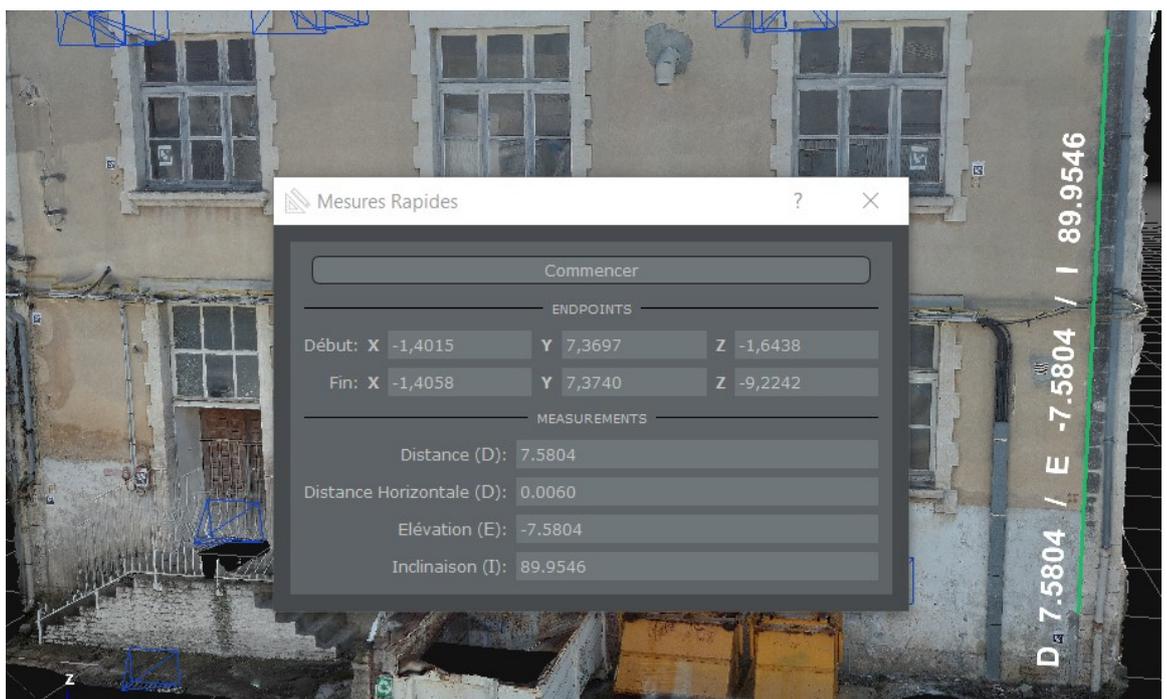


Second point (haut) de la verticale :



Fermer la fenêtre de cet outil après avoir indiqué les 2 points de la verticale.

On contrôle la définition de la verticale en effectuant une mesure de distance entre 2 points situés sur la ligne qui vient de servir à définir la verticale du modèle : commande *Outils/Distances et mesures/Mesures rapides* puis cliquer sur *Choisir le point de départ* dans la nouvelle fenêtre et cliquer sur les centres des 2 cibles



La distance horizontale est bien proche de 0 (ici, **6 mm** en tenant compte de l'incertitude des pointés sur les points lors de la définition de la verticale et/ou de la mesure de contrôle), ce qui contrôle la définition de la verticale sur le bord interne de la chaînette en pierre de taille.

Enregistrer le projet.

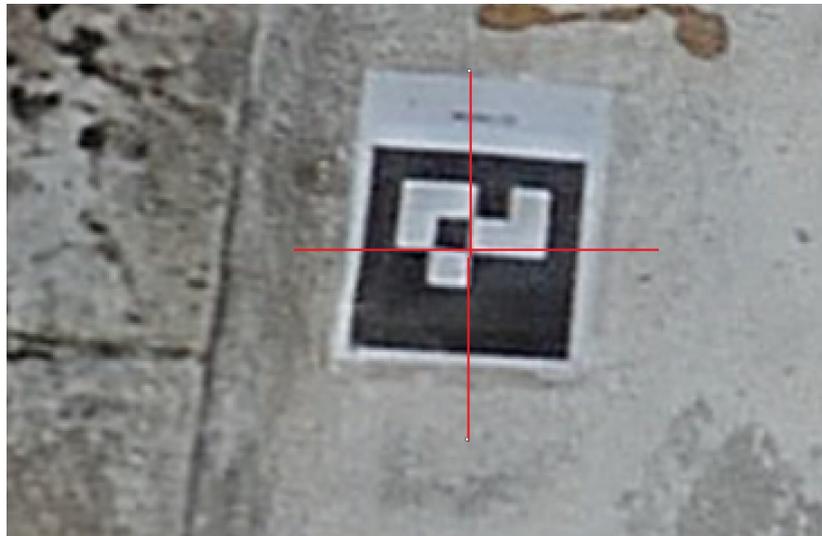
3.8 - MISE À L'ÉCHELLE DU MODÈLE

À ce stade du traitement, le modèle est mis à l'échelle uniquement à partir des distances focales figurant dans les exifs des photos. Cela représente une extrapolation importante qui risque d'être peu précise. Il est donc important de vérifier et d'ajuster les dimensions du modèle.

Dans cet exemple, des cibles ont été placées sur le bâtiment pour un traitement avec la version commerciale du logiciel (et la détermination des coordonnées 3D de ces cibles par un relevé au tachéomètre). La distance entre 2 de ces cibles a été mesurée au décamètre : entre les cibles 159 (en bas à gauche) et 150 (en bas à droite) la distance inclinée mesurée est de 15,25 m.

1. Pour mesurer la distance entre 2 points dans le modèle : commande *Outils/Distances et mesures/Mesures rapides* puis cliquer sur *Choisir le point de départ* dans la nouvelle fenêtre et cliquer sur les centres des 2 cibles :

Cible 1, en bas à gauche :



Cible 2 : en bas à droite :



La distance mesurée dans le modèle 3D est de **27,087** m :

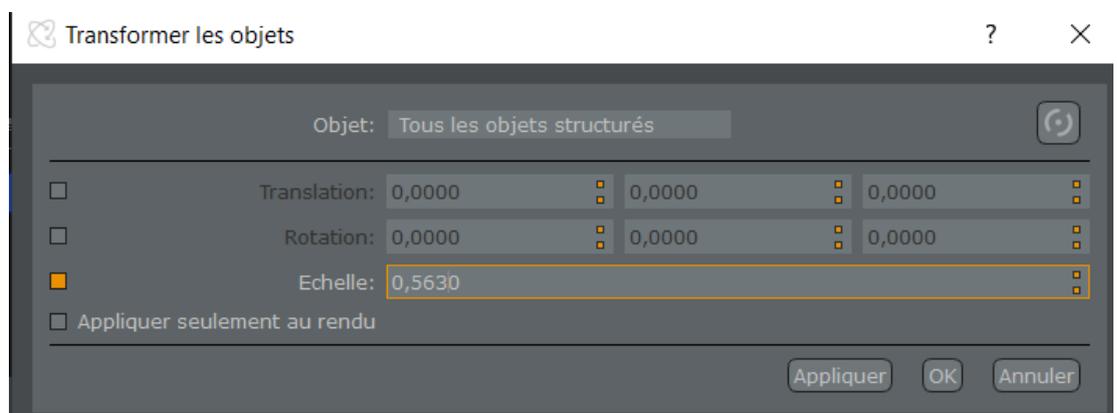


Cet écart avec la valeur réelle est normal car, à ce stade, le modèle n'est qu'approximativement à l'échelle.

La distance obtenue est de **27,087** m alors que la distance mesurée sur le terrain est de 15,25 m.
Le facteur de mise à l'échelle à appliquer au modèle est de $15,25 \text{ m} / 27,087 \text{ m} = 0,563$.

Pour mettre le modèle à l'échelle : commande *Outils/Espace de travail/Échelle-Translation-Rotation des objets...*

Ne cocher que *Échelle* et saisir le facteur de mise à l'échelle **0,563**, cliquer sur *OK*.



On vérifie la distance entre les 2 cibles :



La distance est correcte à **6 mm** près, ce qui correspond à l'imprécision sur le pointé des 2 cibles.

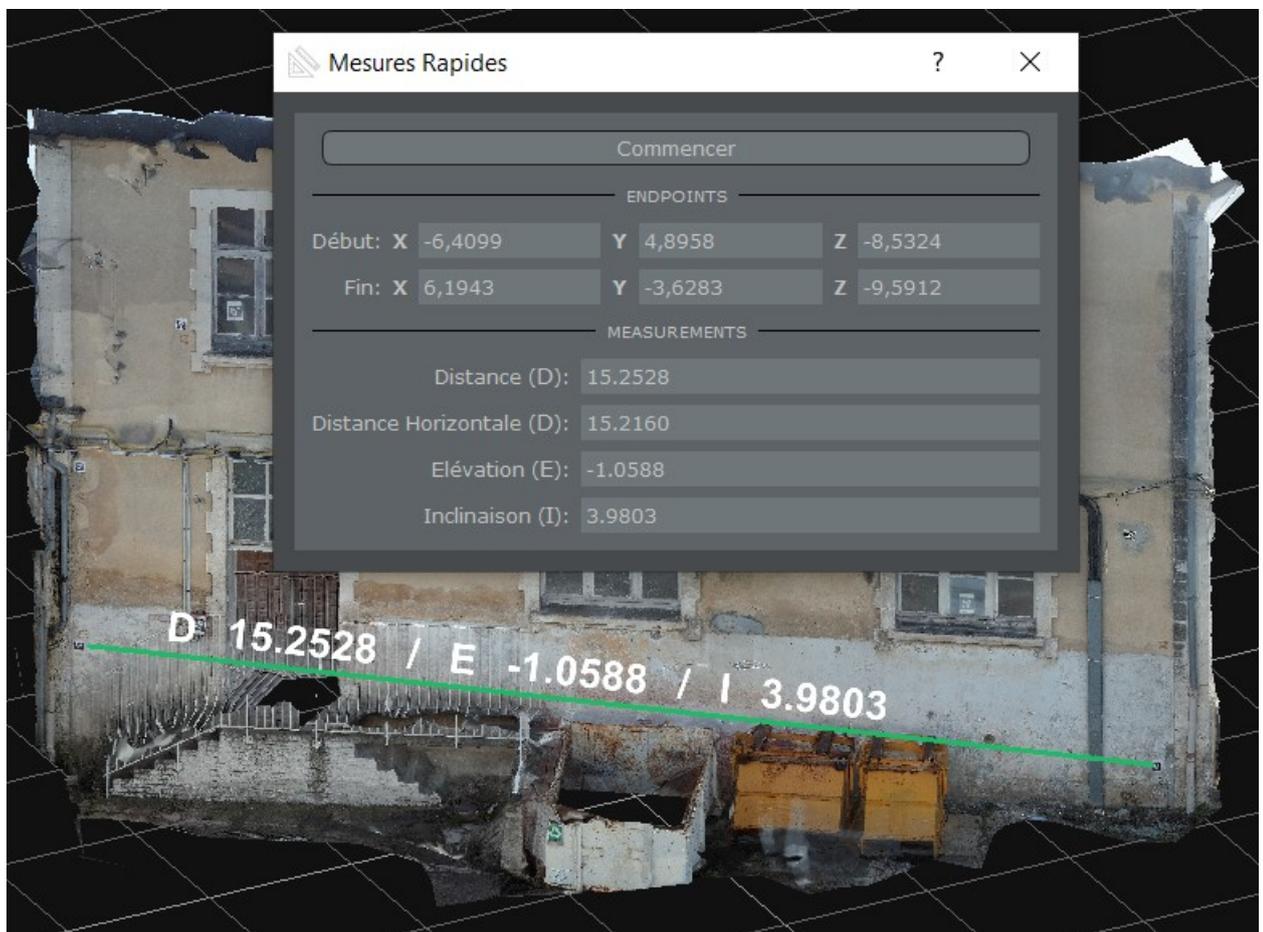
Le modèle est maintenant à l'échelle ; le système de coordonnées est toujours quelconque même si la direction des Z positifs est verticale.

3.9 - ORIENTATION DU MODÈLE

Le but du travail est d'obtenir une **orthophotographie** du modèle, c'est à dire une **projection parallèle du modèle** sur un plan vertical correspondant au mieux à la façade.

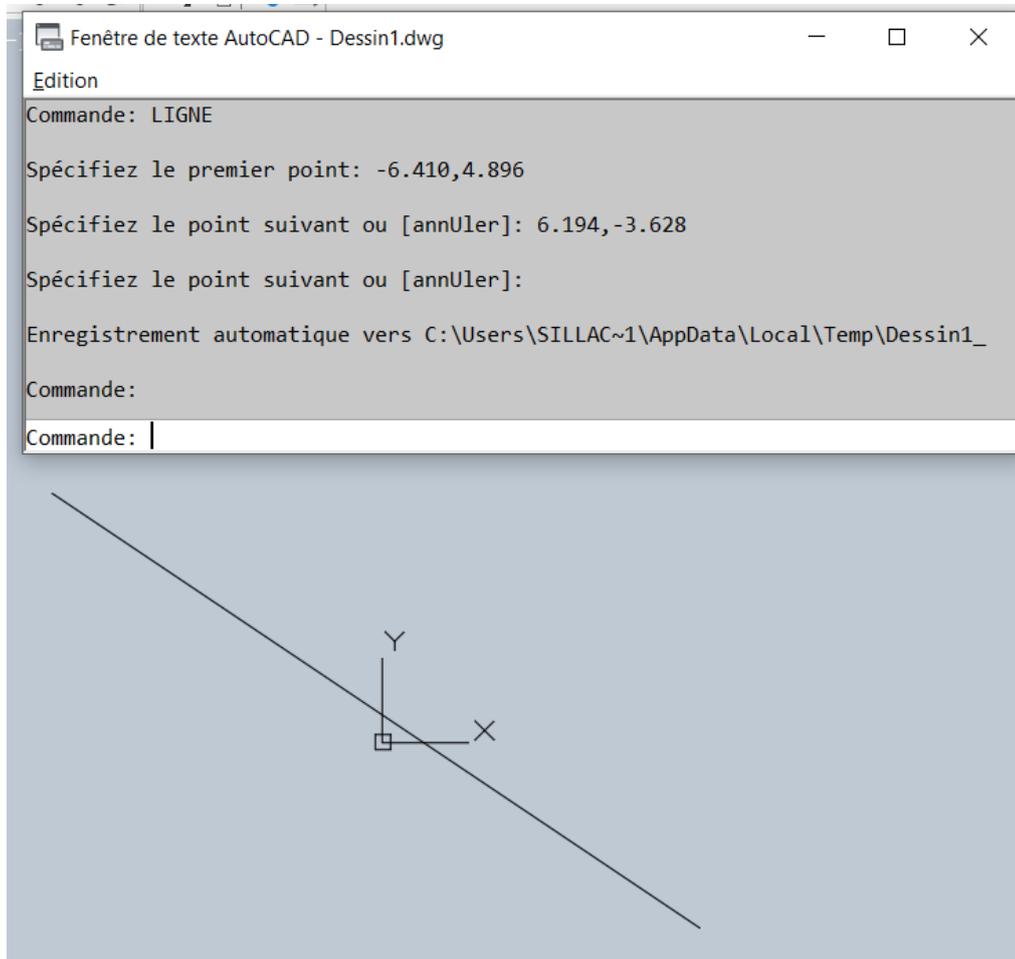
Avec la version libre du logiciel, pour obtenir cela, il est nécessaire que la façade soit parallèle à un des axes du système de coordonnées (X ou Y). Pour cela le modèle va être tourné par une rotation autour de l'axe Z.

Reprenons la mesure de la distance entre 2 points telle que déjà réalisée (en prenant les 2 mêmes cibles) : commande *Outils/Distances et mesures/Mesures rapides* puis cliquer sur *Choisir le point de départ* dans la nouvelle fenêtre et cliquer sur les centres des 2 cibles

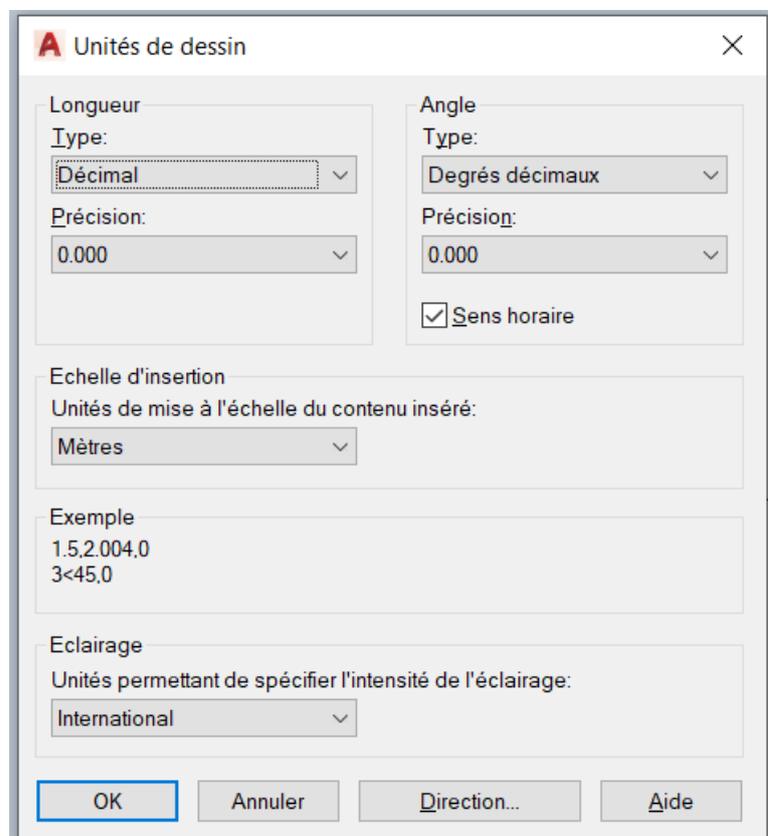


Il faut maintenant déterminer l'angle horizontal entre cette ligne et un des axes de coordonnées. Les passionnés de topographie se rappelleront sûrement la formule du gisement de la direction entre 2 points, pour les autres Autocad sera d'une aide précieuse.

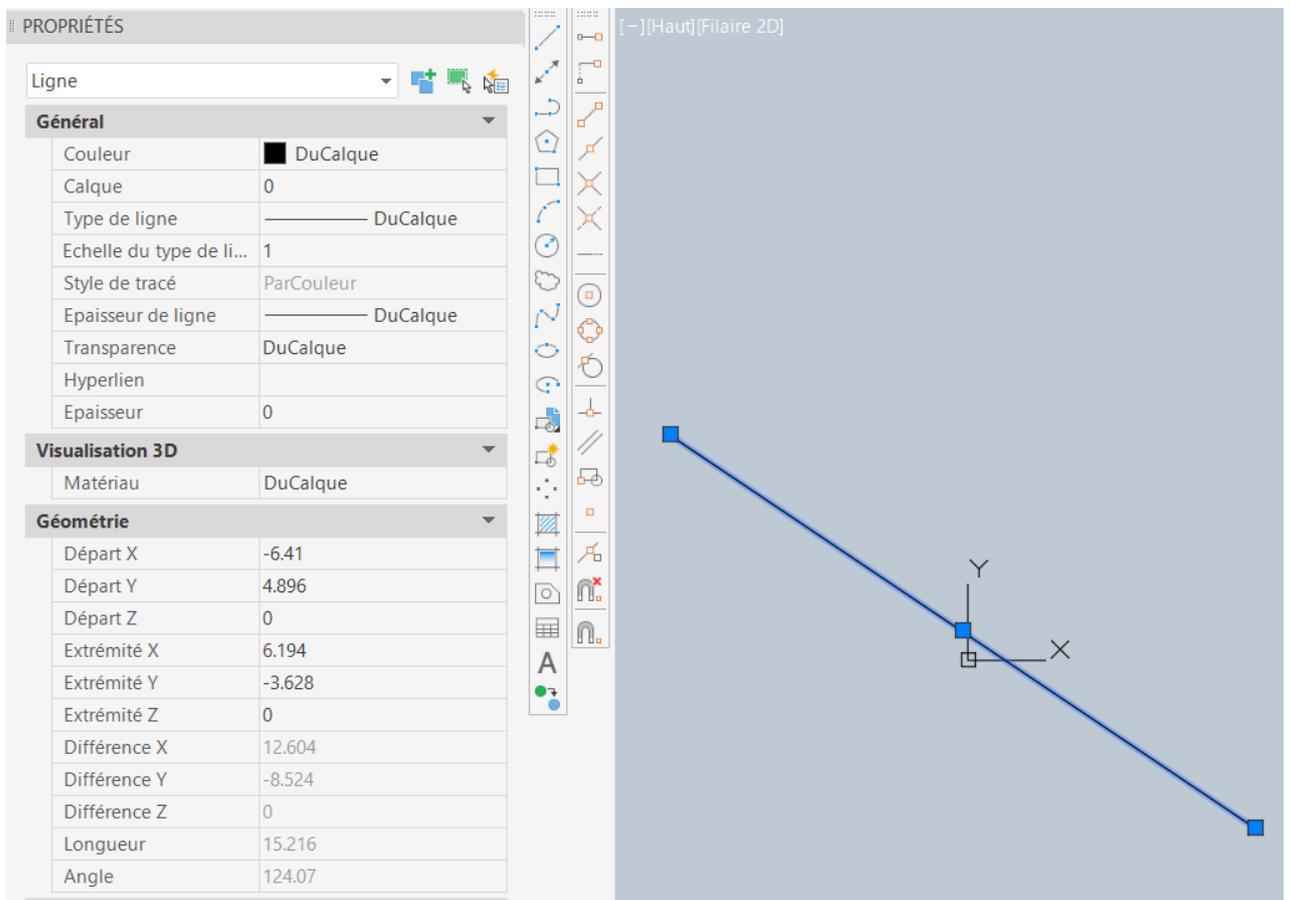
Noter les coordonnées X et Y des points de début et de fin, ouvrir une session Autocad et dessiner une ligne ayant ces 2 points pour extrémité :



Mettre les unités en degrés décimaux : Commande *Format/contrôle des unités*

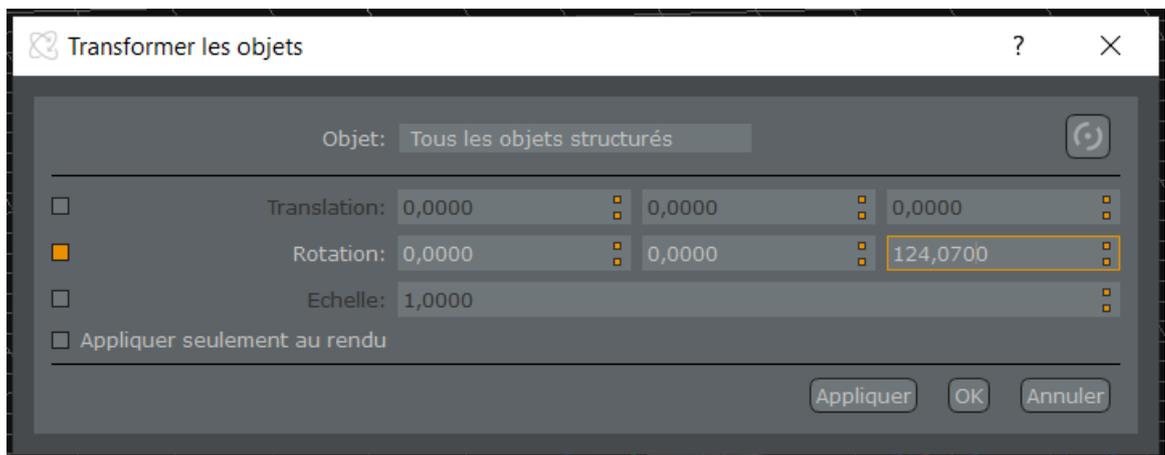


Faire afficher la fenêtre des propriétés et sélectionner l'objet pour y lire l'orientation de cette droite dans le plan XY :



Ici, l'angle est de **124,070** degrés avec la direction des Y (mesurés dans le sens horaire tel que défini dans le contrôle des unités).

Dans 3DF Zephyr Free, pour tourner le modèle, commande *Outils/Espace de travail/Échelle/Rotation/Translation des objets* : ne cocher que Rotation et saisir l'angle de rotation qui sera appliqué dans le sens trigonométrique (donc, il ne faut pas saisir le signe -) :



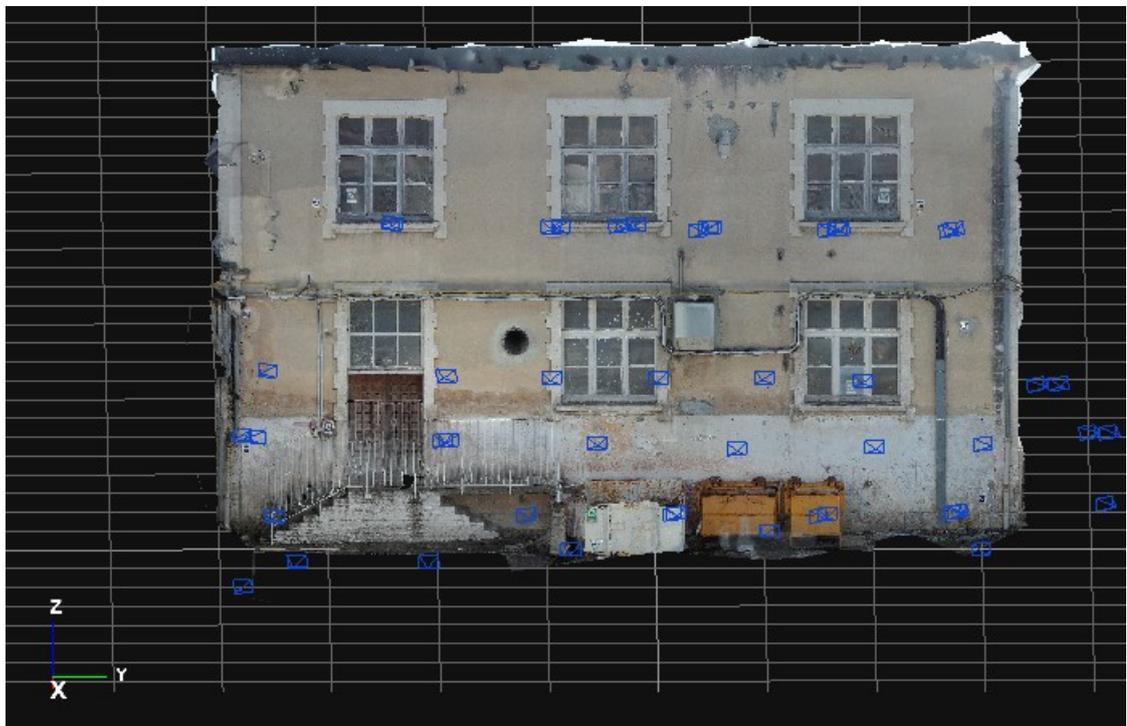
La façade est maintenant parallèle aux Y du système de coordonnées :



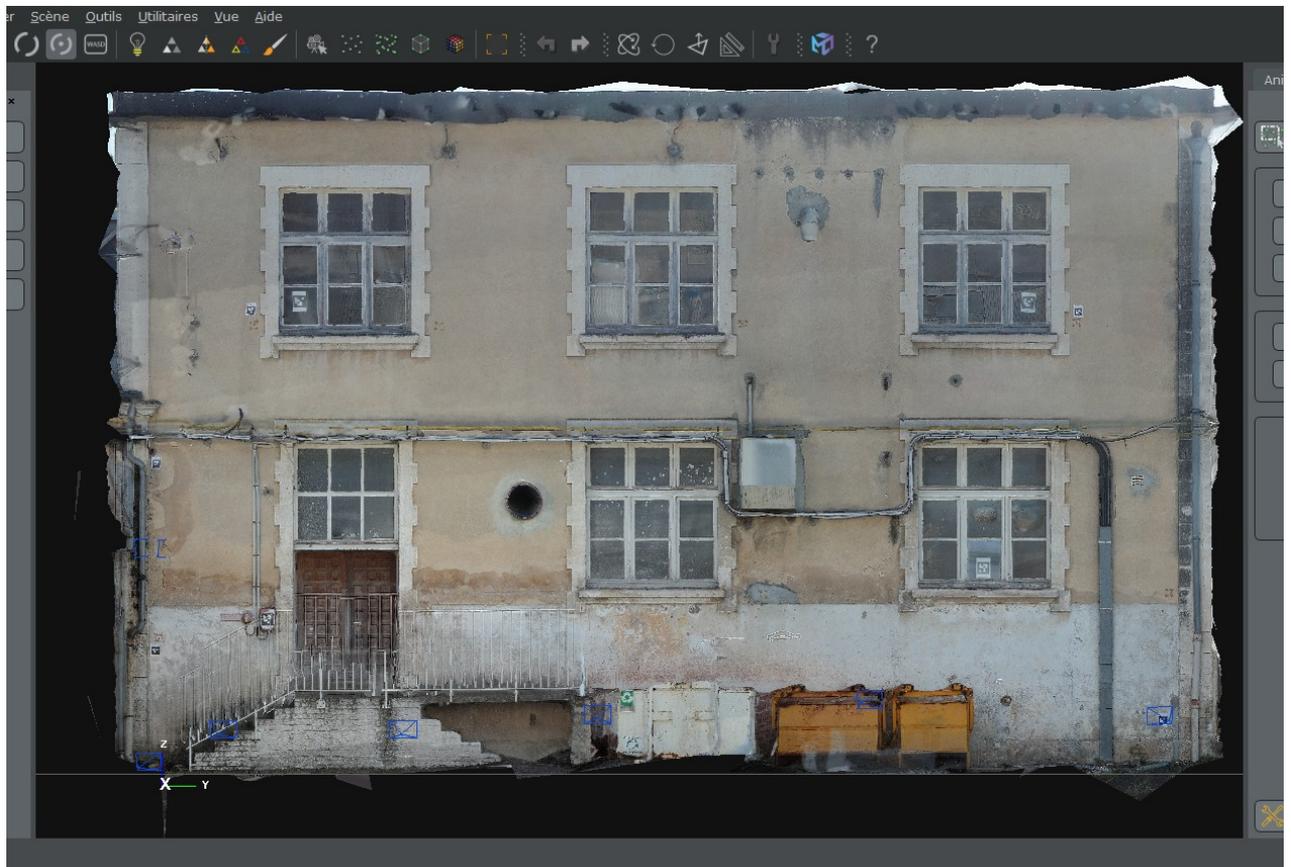
3.10 - OBTENTION DE L'ORTHOPHOTO

L'orthophoto de la façade (la vue de face de la façade en projection parallèle horizontale) est obtenue en affichant le modèle en projection orthographique (c'est à dire parallèle) :

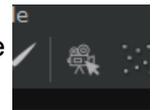
Faire un clic droit dans la fenêtre du modèle puis cocher *Caméra/Projection orthographique*



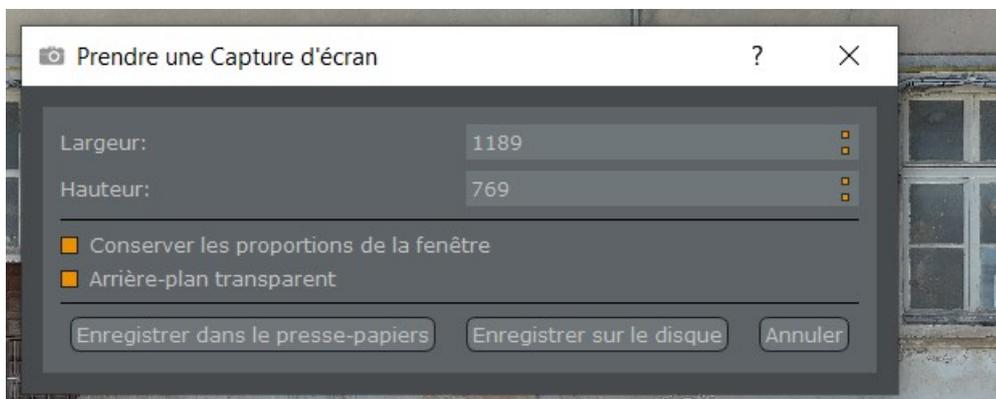
Pour orienter la vue : clic droit dans la fenêtre du modèle puis *Caméra/Voir depuis/Gauche* puis zoomer un peu (à la molette de la souris uniquement) :



Désactiver la visualisation des points de prise de vue en cliquant sur l'icône

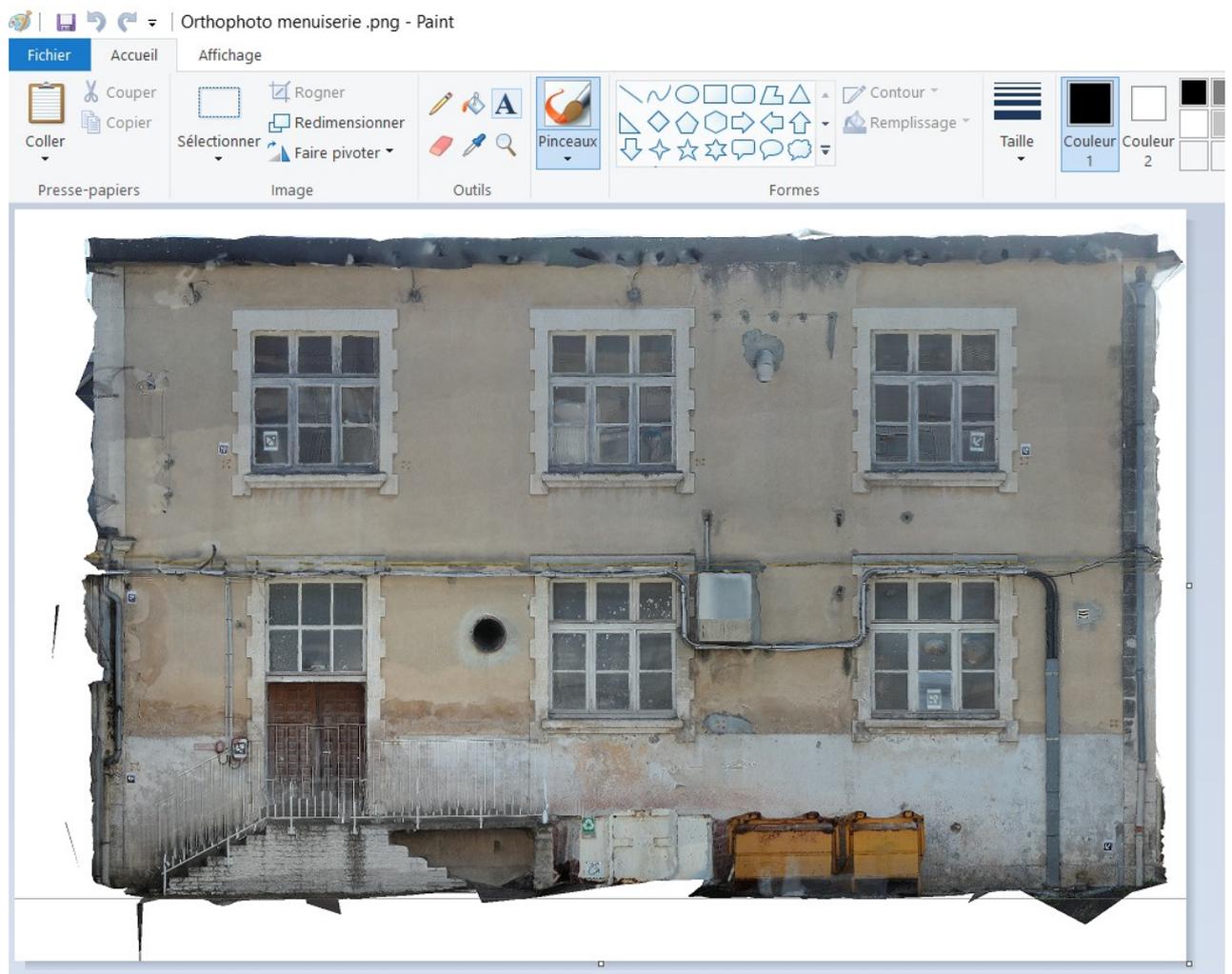


Pour obtenir cette visualisation du modèle dans un fichier, commande *Exporter/Prendre une capture d'écran*, saisir les dimensions de l'image désirée (en pixels)



puis cliquer sur *Enregistrer sur le disque* pour indiquer le nom et l'emplacement du fichier à créer.

On obtient l'orthophoto de la façade visualisable dans *Paint* par exemple :



Fermer 3DF Zephyr en enregistrant le modèle.

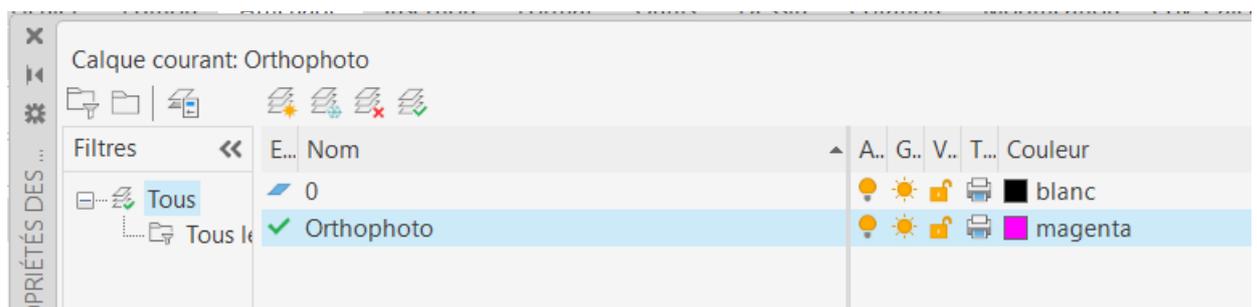
4 - MONTAGE DE L'ÉLÉVATION DE LA FAÇADE SOUS AUTOCAD

4.1 - ÉLÉVATION DE LA FAÇADE

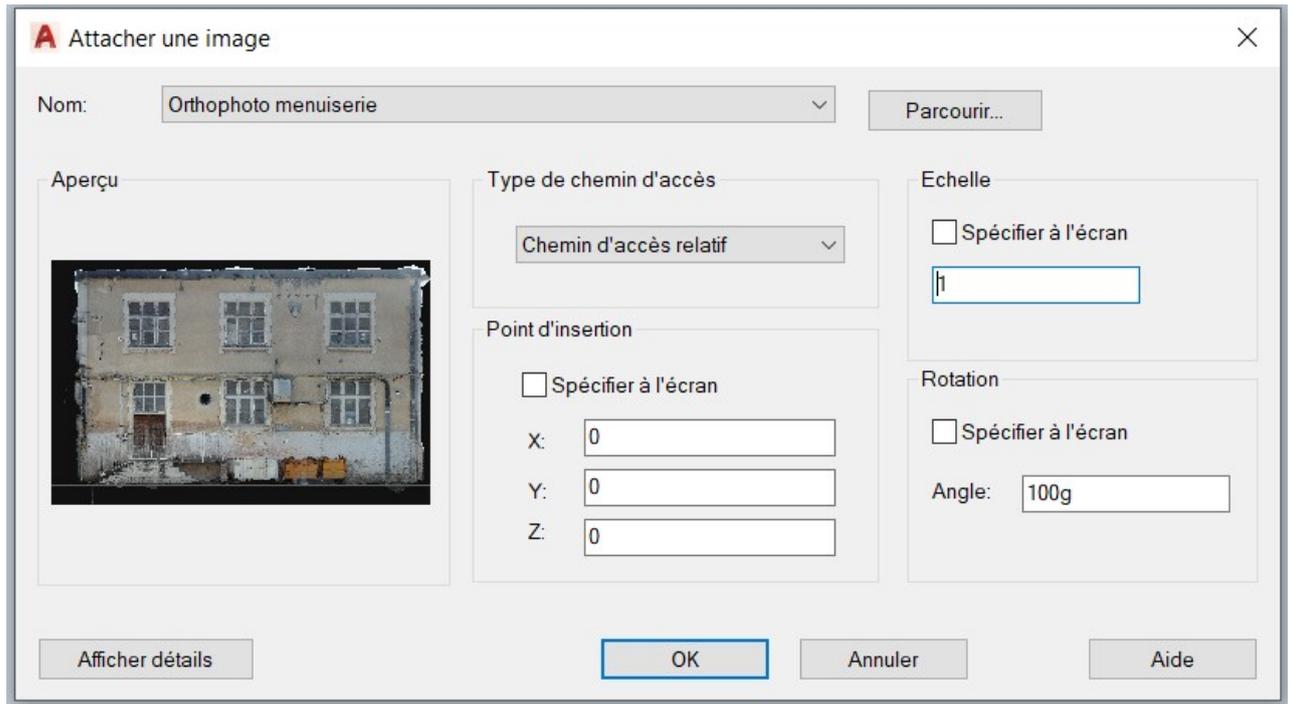
L'élévation de la façade est la représentation 2d de la façade ici élaborée à partir de l'orthophoto qui doit être mise à l'échelle et en position sous Autocad, avec éventuellement le dessin de certain éléments et le dessin d'un carroyage, d'un cartouche, etc..

4.2 - INSERTION DE L'ORTHOPHOTO DANS AUTOCAD

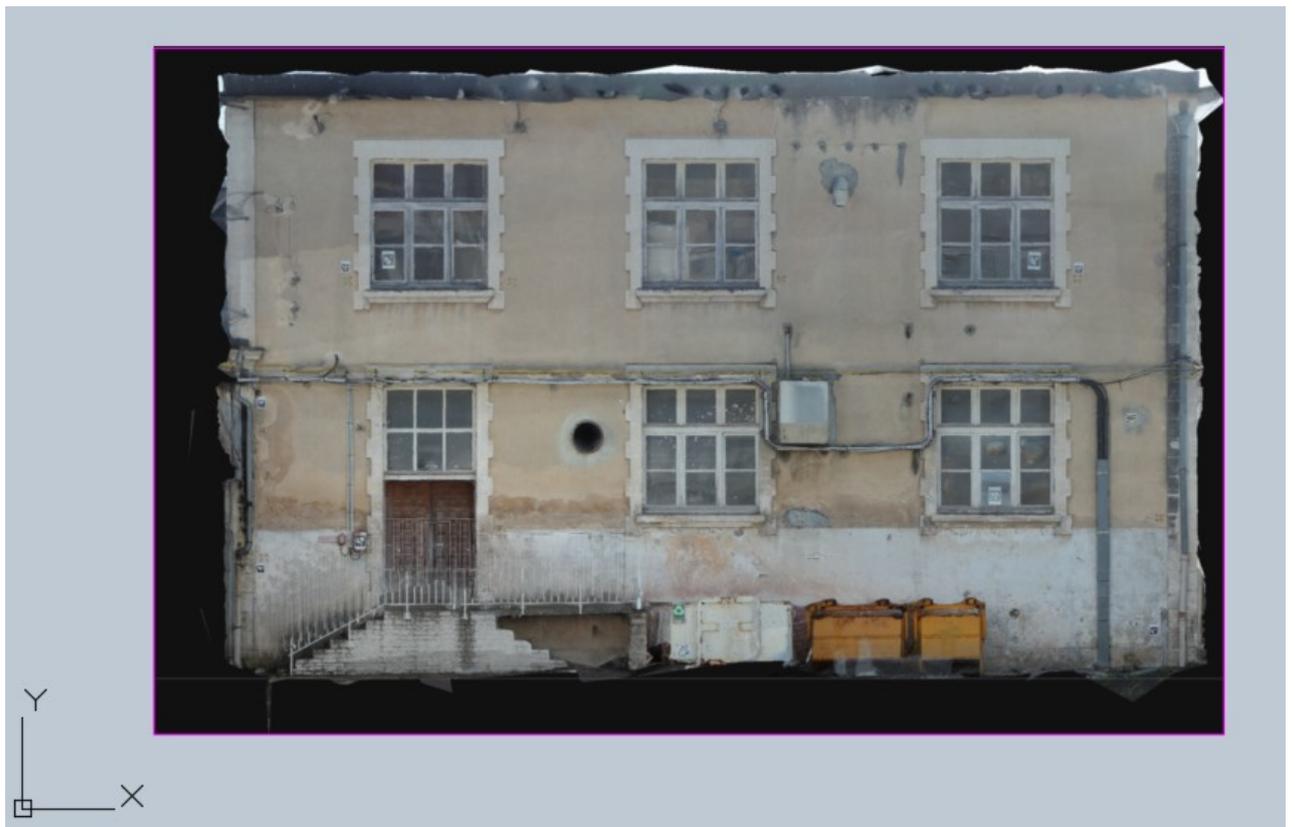
Créer un calque Orthophoto, lui affecter une couleur identifiable et le rendre actif.



Pour insérer l'orthophoto : commande *Insertion/Référence d'image raster* puis indiquer le fichier de l'orthophoto : Les paramètres d'insertion n'étant pas déterminants à ce stade, on peut laisser les valeurs par défaut :



Faire un Zoom étendu pour voir l'image au centre de l'écran :



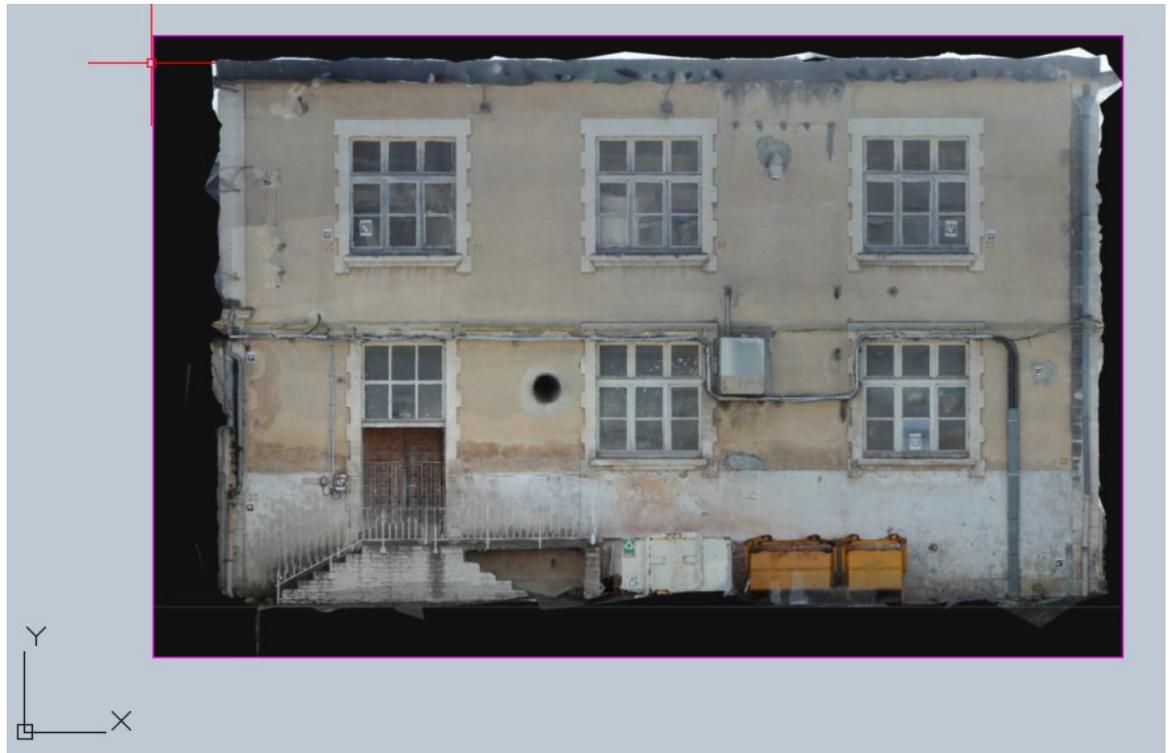
L'orthophoto est à une position quelconque et elle n'est pas à l'échelle. Nous allons procéder à ces opérations.

4.3 - MISE À L'ÉCHELLE DE L'ORTHOPHOTO

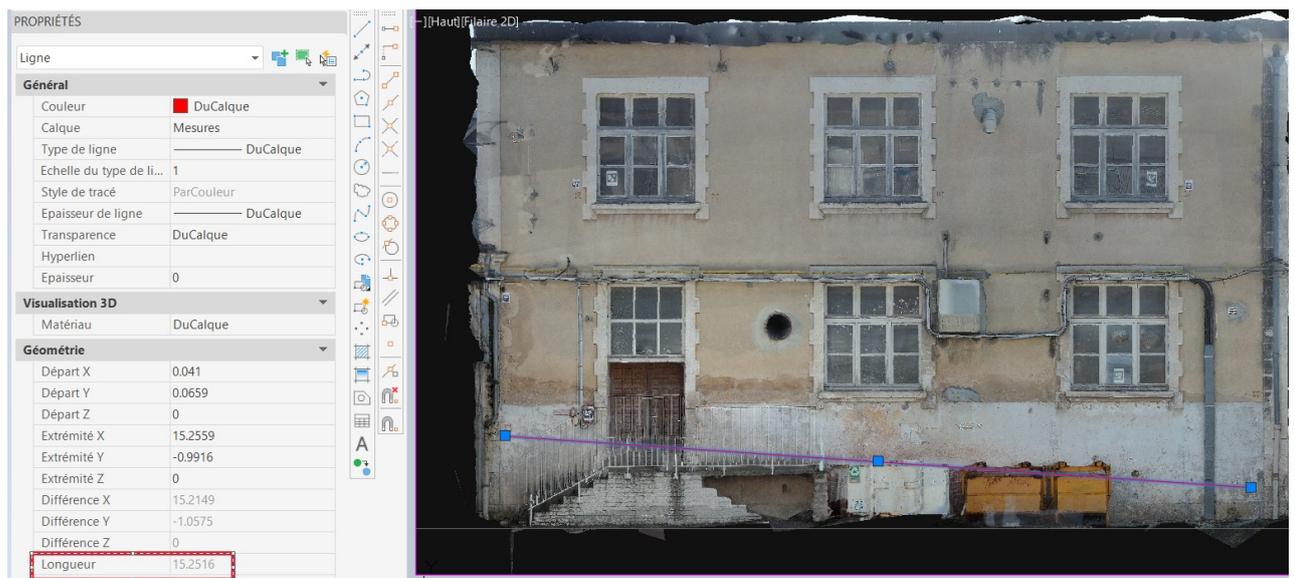
L'orthophoto peut être mise à l'échelle grâce à la distance connue entre les 2 cibles (distance déjà utilisée dans 3DF Zephyr Free).

Commande Echelle, sélectionner l'orthophoto, comme premier point indiquer le centre de la cible en bas à gauche puis taper R pour *Référence*, cliquer au centre des 2 cibles pour la longueur de référence puis indiquer cette longueur qui est 15,25 m.

Faire un zoom étendu pour voir l'orthophoto entière :



Pour contrôler la mise à l'échelle, on dessine une ligne entre les 2 cibles (dans un calque *Mesures*) et on vérifie sa longueur :



4.4 - MISE EN POSITION DE L'ORTHOPHOTO

Pour une élévation de façade (document 2D), les X sont les abscisses façade (qui peuvent en général être laissés à une valeur quelconque) et les Y sont des altitudes qui doivent être ajustées aux valeurs réelles. Pour cela il faut déplacer l'orthophoto dans la direction des Y pour que les ordonnées des points de la photo correspondent à leurs altitudes,

L'altitude de la cible en bas à gauche a été déterminée par nivellement direct à 47,82 m.

On a vu lors du contrôle de la mise à l'échelle que l'ordonnée de l'image du centre de cette cible est actuellement de **0,066** m.

Il faut donc déplacer l'orthophoto (et la ligne entre les 2 cibles) de $47,82 - 0,066 = 47,754$ m :

Méthode 1 : Déplacement en coordonnées relatives : Commande *Déplacer*, sélectionner l'orthophoto et la ligne entre les 2 cibles, indiquer un point quelconque comme premier point du déplacement et pour le second point, taper **@0,47.754** dans la fenêtre de texte (@ pour passer en coordonnées relatives au premier point puis décalage en X, une virgule puis décalage en Y).

Méthode 2 : Déplacement en coordonnées absolues : Commande *Déplacer*, sélectionner l'orthophoto et la ligne entre les 2 cibles, indiquer le centre de la cible de gauche comme premier point du déplacement et pour le second point, indiquer ses coordonnées absolues = pour le X, garder la valeur actuelle (lue dans les propriétés de la ligne) et 47,82 pour le Y.

On contrôle l'opération :



Si l'altitude de l'autre cible de la ligne de mise à l'échelle a été déterminée par nivellement direct ou levé au tachéomètre, elle peut servir pour un contrôle. Ici l'altitude de la cible est de 46,76 m que l'on retrouve bien comme Y à l'extrémité de la ligne de contrôle.

L'orthophoto est maintenant à l'échelle et à la bonne altitude et elle peut être exploitée pour le dessin de l'élévation de la façade.

4.5 - DESSIN DES ÉLÉMENTS ARCHITECTURAUX

Créer un calque *Élévation*, le rendre courant et y dessiner les éléments de la façade (fenêtres, etc.) :



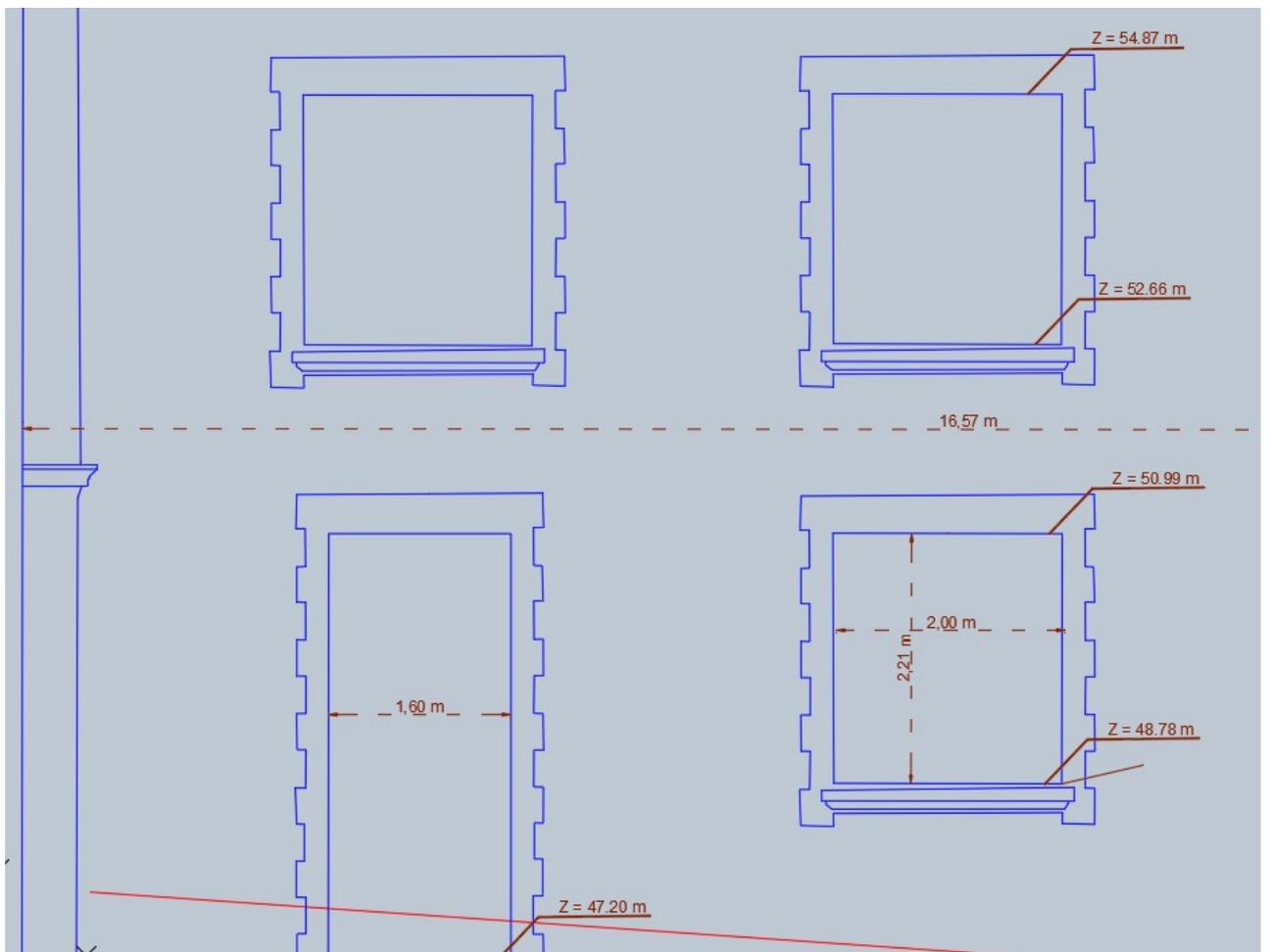
On peut délimiter l'orthophoto pour que la partie extérieure à la façade ne soit pas visible : commande *Delimimage*, sélectionner l'orthophoto, valider pour Nouveau contour, taper *P* pour Polygonal puis indiquer les points du contour de l'orthophoto :



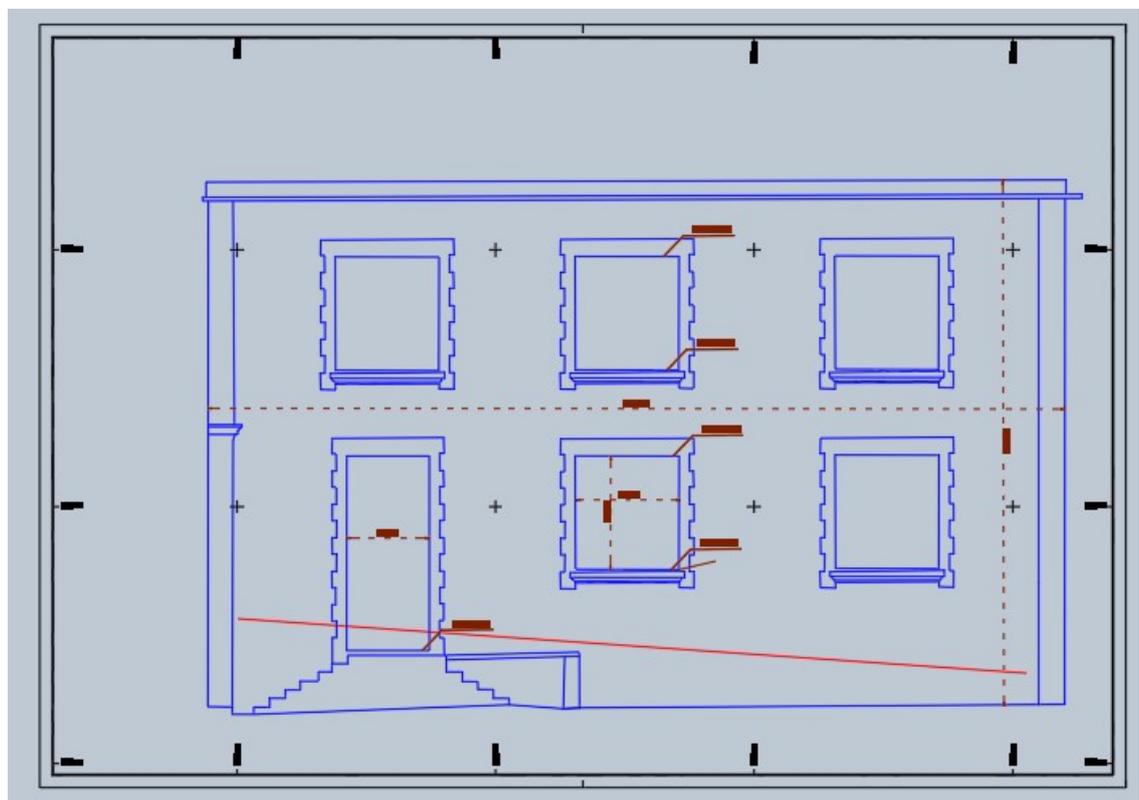
Enregistrer le dessin.

4.6 - COTATIONS ET HABILLAGE

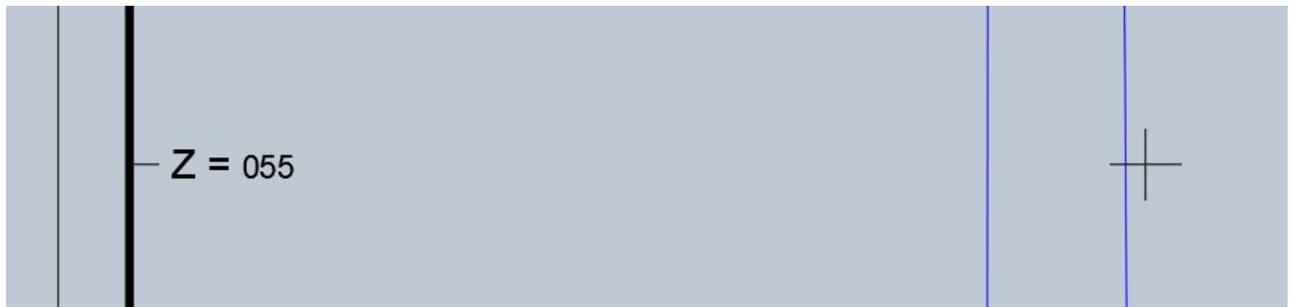
En créant les calques nécessaires, dessiner des cotations en distance et en altitude de certains éléments (le calque de l'orthophoto peut être gelé pour plus de lisibilité) :



Le dessin du carroyage peut être effectué à l'aide d'une application telle que Covadis.
 À défaut, il peut aussi être réalisé manuellement à l'aide de lignes, textes et rectangles.
 Le tracé est à effectuer à l'échelle du 1/50 dans un format A3 en paysage.



Les ordonnées de ce document sont des altitudes qui doivent être notées Z = :



Ajouter les écritures du titre dans un calque *Titre* :



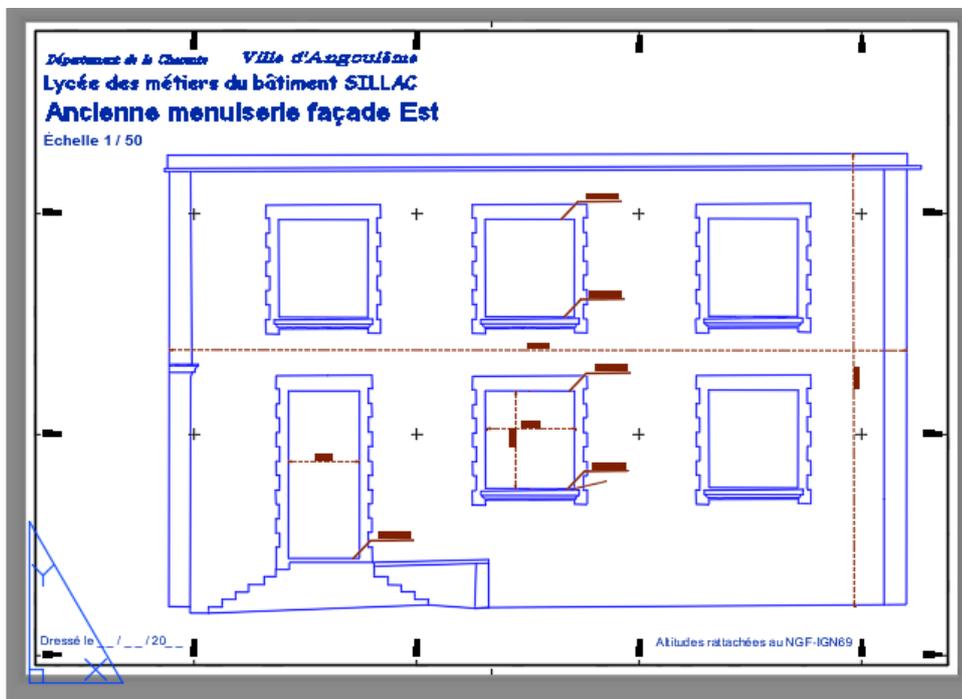
4.7 - PRÉSENTATIONS ET IMPRESSIONS PDF

Les présentations (utilisation de l'espace PAPIER) sont un outil très intéressant d'Autocad qui permet une gestion élaborée des impressions et la mémorisation de plusieurs paramètres d'impression pour un même dessin.

Dans cet exemple, elles permettent de produire des élévations avec et sans l'orthophoto.

Créer les présentations nécessaires en étant attentifs à l'échelle des fenêtres (verrouiller l'affichage quand l'échelle est bonne) et au choix des calques à afficher (par exemple, geler le calque *Mesures* pour les 2 présentations).

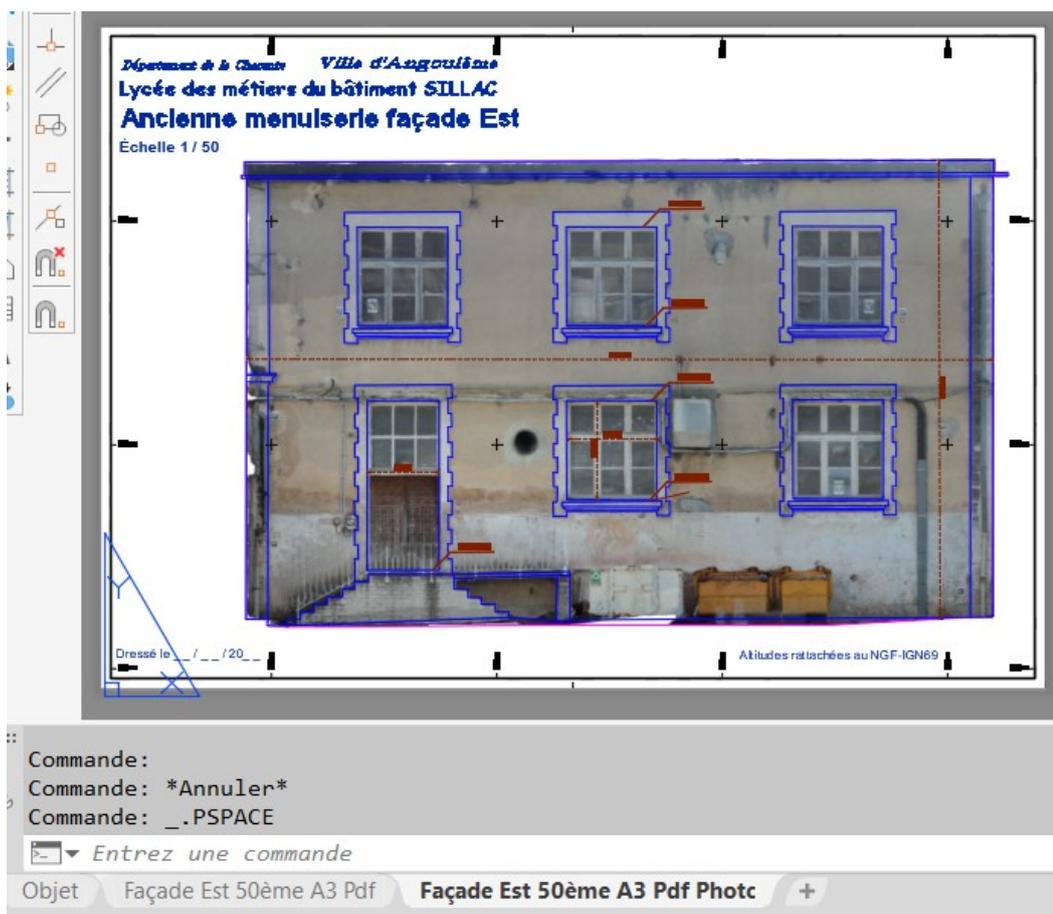
Il est utile que son nom donne des renseignements sur la présentation (objet, échelle, format, imprimante, etc.).



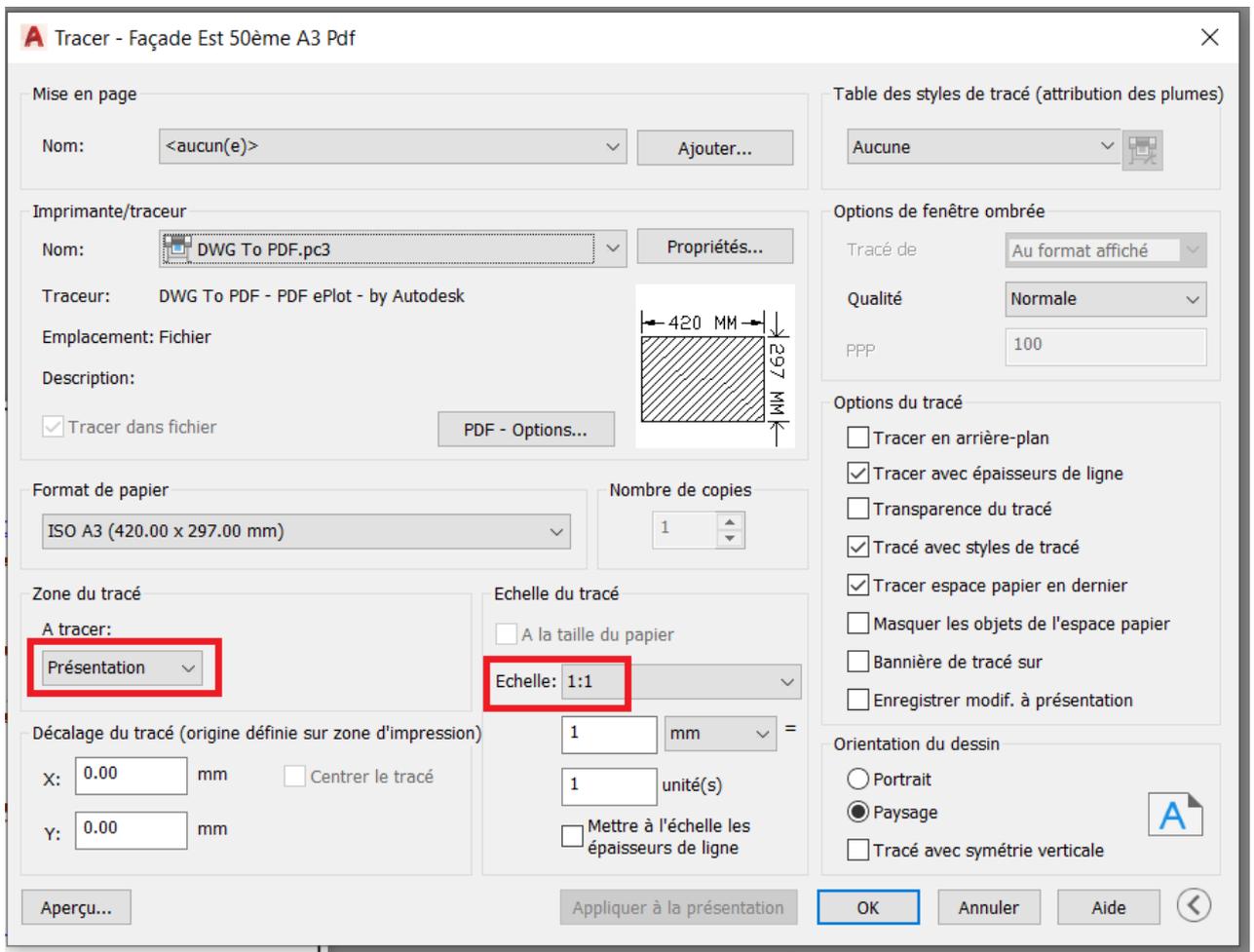
Commande: <Passe en: Façade Est 50ème A3 Pdf>
 Restauration des fenêtres enregistrées en mémoire cache - Régénération de la
 génération de 1 objets modifiés.

Entrez une commande

Façade Est 50ème A3 Pdf Façade Est 50ème A3 Pdf Photo +



La production des Pdf est facilitée par l'utilisation des présentations en étant attentif à bien imprimer la présentation à l'échelle 1 (puisque'elle est dans l'espace PAPIER) : Clic droit sur le nom de la présentation puis Imprimer



On obtient les fichiers Pdf de l'élévation de la façade avec et sans l'orthophoto :

