



Rapport de stage de motivation

DÉVELOPPEMENT D'UNE
APPLICATION MOBILE : URTREES

AJOUT DE FONCTIONNALITÉS

Étudiant : Rémi DAHM-DUPUIS
L1 CMI IIRVIJ

Tuteurs de stage : M. Joris RAVAGLIA & M. Franck HETROY-WHEELER
(Equipe IGG)
Durée du stage : du 30 mai 2023 au 30 juin 2023

Remerciements

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à rendre mon stage si enrichissant.

Tout d'abord, je souhaite remercier chaleureusement M. Joris RAVAGLIA et M. Franck HETROY-WHEELER, mes tuteurs de stage, pour leur encadrement, leurs conseils avisés et leur expertise. Leur disponibilité et leur passion pour leur travail ont été une source d'inspiration constante.

Je tiens également à remercier Carine WAKIM, ma camarade de travail, pour sa collaboration, son enthousiasme et son soutien tout au long du stage. Sa présence a rendu notre travail d'équipe efficace et motivant.

Je suis reconnaissant envers Ahmad JREDA, stagiaire en Master du Cursus master ingénierie (CMI) « Informatique, image, réalité virtuelle, interactions et jeux » (IIRVIJ) et Léo WEHRUNG, stagiaire en Master à la faculté de géographie, pour leurs contributions précieuses à nos projets respectifs. Leur réactivité et leur collaboration ont grandement enrichi notre expérience de travail.

Enfin, un grand merci au laboratoire ICube et à l'équipe IGG pour leur accueil chaleureux et leur environnement de travail stimulant. Leur soutien constant et leurs ressources ont joué un rôle essentiel dans cette expérience professionnelle.

Table des matières

Introductions générale et scientifique	4
I – Validation de la chaîne de traitements	6
1. Méthodologie	6
2. Réalisations	6
3. Résultats	11
4. Problèmes rencontrés et solutions apportées	13
II – Réflexions sur les fonctionnalités et le côté « Feedback » utilisateur	15
1. Réalisations	15
2. Résultats	17
Conclusions scientifique et personnelle	18
Annexes	19
Sitographie	30

Introduction générale :

J'ai eu l'opportunité de réaliser ce stage grâce à une offre provenant de M. Franck HETROY-WHEELER et M. Joris RAVAGLIA. Le développement d'applications mobiles, et plus globalement, le développement, est une branche de l'informatique qui m'intéresse tout particulièrement, ce qui m'a amené à candidater à l'offre de stage. De plus, j'ai assisté durant l'année à une visite du laboratoire Icube durant laquelle le projet UrTrees, sur lequel j'ai travaillé, nous avait été présenté. Le projet m'avait tout de suite intéressé et l'environnement de travail que j'ai découvert durant cette visite m'avait semblé très stimulant.

Le laboratoire de recherche Icube est composé de quatre départements consacrés aux différentes thématiques de recherche du laboratoire. Ces quatre départements sont : le Département Informatique Recherche (D-IR), le Département Imagerie, Robotique, Télédétection et Santé (D-IRTS), le Département Électronique du Solide, Systèmes et Photonique (D-ESSP), et le Département Mécanique (D-M). Icube possède également 7 plateformes technologiques de premier plan en imagerie et robotique médicales, bio-informatique, traitement de l'eau ou télédétection par exemple.

17 équipes de travail sont réparties dans les quatre départements de recherche. Durant mon stage, je suis entré dans l'équipe IGG (Informatique Géométrique et Graphique), qui appartient au Département Informatique Recherche. Ce département couvre de nombreuses disciplines de la recherche en informatique et en sciences et technologies de l'information et de la communication, dont l'informatique géométrique et graphique, axe de travail de l'équipe IGG dans laquelle j'ai été intégré.

L'équipe IGG se concentre sur la géométrie et l'informatique graphique. Leurs recherches explorent la modélisation géométrique avec des modèles combinatoires adaptatifs, la spécification formelle, la simulation en environnement virtuel, et trouvent des applications dans l'éducation, la médecine et la numérisation du patrimoine. Leur objectif est de créer des modèles géométriques efficaces pour visualiser, simuler et interagir avec des objets 3D en prenant en compte la nature des données et en reproduisant la forme, l'apparence et le mouvement.

Un des projets actuels de l'équipe IGG, mené par M. Joris RAVAGLIA et M. Franck HETROY-WHEELER en étroite collaboration avec le laboratoire LIVE (Laboratoire, Image, Ville, Environnement) de l'Université de Strasbourg est le projet UrTrees. Il s'agit d'une application mobile de science participative qui consiste à reconstruire un arbre filmé en 3D. Cette étude est réalisée en partenariat avec la ville de Strasbourg dans l'objectif de développer les connaissances sur l'arbre urbain en lien avec le changement climatique. J'ai travaillé durant mon stage à l'ajout de fonctionnalités sur l'application mobile UrTrees.

Introduction scientifique :

Sujet d'étude (extrait de l'offre de stage)

Les aires urbaines couvrent une grande partie des territoires et concentrent une importante part des activités humaines. Majoritairement constituées de bâti, d'infrastructures de transports et de mobiliers urbains, les arbres urbains sont également des éléments majeurs de ces espaces en offrant une large gamme de services écosystémiques (régulation de la température, réduction de la pollution, séquestration de carbone).

Le projet **Urban Trees** vise à mieux comprendre ces services rendus par les arbres urbains. Grâce au Structure-from-Motion, une application mobile permet de reconstruire en 3D un arbre filmé, sous la forme d'un nuage de points. Le nuage de points est alors traité sur un serveur afin d'extraire des caractéristiques de l'arbre cible telles que sa hauteur, le volume de sa couronne ou le diamètre de son tronc à hauteur de poitrine (1m30). La chaîne de traitements a atteint un degré de maturité suffisant pour pouvoir être évaluée. Il faut donc à présent commencer les validations qualitative et quantitative des algorithmes et de leurs résultats.

Missions

Durant le stage, j'ai travaillé en équipe avec Carine WAKIM, l'une de mes camarades de classe en CMI. Le travail que mon binôme et moi-même avons mené se divise en deux parties distinctes.

D'une part, et il s'agit de la majeure partie du travail à mener, nous devons aider à la validation de la chaîne de traitements. Cette partie intègre la rédaction d'un protocole de validation quantitative des résultats de la chaîne de traitements, l'acquisition de données via l'application UrTrees, le traitement de ces données et la quantification des erreurs commises. Dans ce cadre, nous sommes amenés à travailler en lien avec un stagiaire de la faculté de géographie autour de cette thématique. Ce stagiaire, Léo WEHRUNG, est étudiant en Master de géographie, et travaille sur le projet UrTrees dans le cadre d'un stage de 3 mois.

D'autre part, nous allons réfléchir au côté « Feedback » utilisateur de l'application. Il s'agit d'un aspect crucial pour rendre l'application attractive et faire en sorte qu'elle soit utilisée à long terme. L'objectif est de rendre l'application agréable à utiliser, et de proposer des fonctionnalités qui permettent d'y ajouter un aspect ludique. Dans ce cadre, nous travaillons en lien avec un stagiaire de CMI IIRVIJ autour de cette thématique. Ce stagiaire, Ahmad JREDA, est étudiant en Master et travaille sur le développement du « Feedback » utilisateur de l'application dans le cadre d'un stage de 3 mois.

I – Validation de la chaîne de traitements

1. Méthodologie

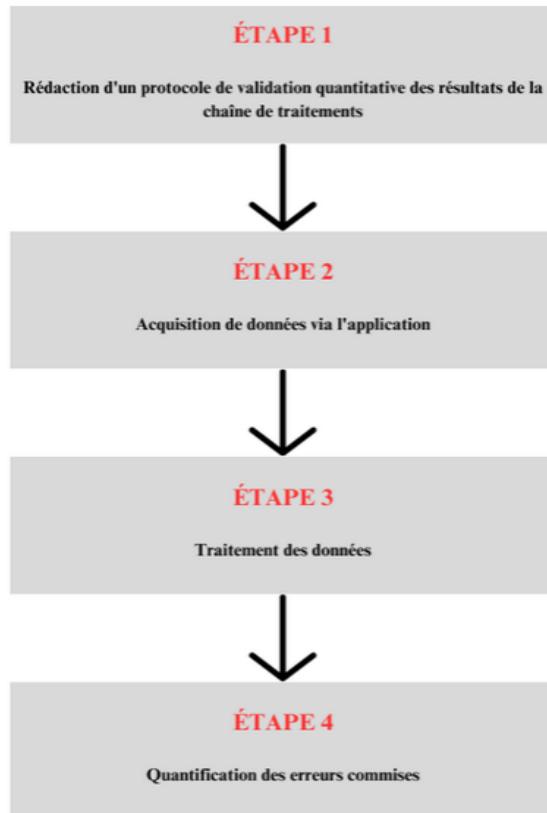


Figure N°1 – Organigramme décrivant les étapes de la validation de la chaîne de traitements

La validation de la chaîne de traitements inclut plusieurs étapes : tout d'abord, la rédaction d'un protocole de validation quantitative des résultats de la chaîne de traitements en déterminant les paramètres qui peuvent potentiellement perturber la création des nuages de points puis comment tester si c'est effectivement le cas ou non. Ensuite, l'acquisition de données via l'application UrTrees. Puis, le traitement de ces données avec l'application. Pour finir, la dernière étape est la quantification des erreurs commises.

2. Réalisations

2.1. Rédaction d'un protocole de validation quantitative des résultats de la chaîne de traitements

2.1.1) Objectif

Notre objectif est de vérifier que les algorithmes utilisés par l'application renvoient des résultats corrects. Ces résultats étant déduits à partir des nuages de points, ces derniers étant eux-mêmes modélisés à partir des vidéos prises par les utilisateurs, il faut logiquement vérifier si des paramètres qui entrent en jeu lors de la prise vidéo de l'arbre peuvent affecter la création du nuage de points et sa qualité.

2.1.2) Exemple de paramètre : la météo

Par exemple, un paramètre qui peut entrer en jeu est la météo. En effet, s'il y a du vent lorsque l'utilisateur prend la vidéo, certaines parties de l'arbre peuvent être absentes lors de la modélisation du nuage de points, ou des points supplémentaires qui n'existent pas sur l'arbre peuvent apparaître. Ces points supplémentaires sont appelés le bruit. Le bruit dans une image est la présence d'artefacts qui ne proviennent

pas du contenu original de la scène. Ce bruit peut alors poser un problème lors de la déduction des résultats comme la hauteur de l'arbre et son volume.

Cependant, le paramètre des conditions météorologiques peut d'ores-et-déjà être écarté de la liste des paramètres à tester : le nuage de points représentant l'arbre original étant impossible à obtenir à partir d'un nuage de points bruité, s'il y a du vent, on demandera simplement à l'utilisateur de refaire sa vidéo dans des conditions sans vent.

2.1.3) Autres paramètres

D'autres paramètres peuvent être importants à tester. Pour cela, nous avons listé tous les paramètres qui peuvent perturber la modélisation du nuage de points et sa qualité. Ces paramètres se divisent en deux catégories : les facteurs naturels et environnementaux et les facteurs relatifs au smartphone utilisé.

Les facteurs naturels ou environnementaux sont les suivants : le dégagement du ciel, la densité d'arbres dans la zone, l'exposition au soleil, le type de sol, la disponibilité en eau, la présence d'animaux, les activités humaines, les contraintes physiques, les blessures et dommages physiques et l'espace de croissance.

Les facteurs relatifs au smartphone utilisé sont les suivants : le type de téléphone utilisé, le changement de la position de départ, l'utilisation de la fonctionnalité HDR (High Dynamic Range), la qualité de la vidéo prise, l'utilisation ou non de flash, l'utilisation ou non de l'outil Zoom (option « Zoom x 0.6 »), la présence de traces de doigts sur l'appareil caméra du téléphone, l'utilisation de filtres, si un élément externe (passant ou insecte par exemple) passe devant l'appareil caméra au cours de la vidéo, le mouvement au cours de la vidéo, l'utilisation ou non du mode de nuit et la vitesse du tour effectué par l'utilisateur.

2.1.4) Protocole expérimental

Nous avons ensuite préparé un protocole expérimental pour tester chacun de ces facteurs. Les protocoles expérimentaux sont similaires dans le fonctionnement pour chaque facteur.

Le fonctionnement global (pour un paramètre) est le suivant :

- Choisir un arbre qui sera le même tout au long du protocole
- Choisir trois variantes du paramètre (Exemple pour les conditions météorologiques : une journée ensoleillée, une journée venteuse et une journée pluvieuse)
- Prendre une vidéo pour chaque variante
- Modéliser les nuages de points à partir des vidéos prises
- Comparer les nuages de points obtenus
- En déduire si le facteur testé a eu un impact (positif ou négatif) sur la qualité des nuages de points

À la suite d'une première réunion avec toute l'équipe qui travaille sur le projet, dont le stagiaire en Master à la faculté de géographie, nous avons décidé que notre travail durant le stage se focaliserait en priorité sur les facteurs liés au smartphone et au mouvement. En effet, le stagiaire dispose déjà d'un jeu de données complet qui permet de tester les facteurs naturels et environnementaux.

2.2. Acquisition de données via l'application

2.2.1) Les arbres sélectionnés

Afin de commencer les acquisitions, nous avons choisi deux arbres qui seront nos objets d'études pour toute la durée de notre stage (**Figure N°2**). Ces deux arbres se situent sur le campus d'Illkirch, voisin du laboratoire ICube. Nous avons volontairement choisi deux arbres de morphologie et de caractéristiques différentes afin de diversifier nos données.



Figure N°2 – Photographies des deux arbres que nous avons sélectionnés pour les acquisitions vidéo.
De gauche à droite, arbre 1 et arbre 2.

Première approche du phénotype des arbres :

	ARBRE 1	ARBRE 2
Taille approximative	9-10 mètres	5 mètres
Canopée	Peu développée	Développée
Couronne	Fine	Épaisse

2.2.2) Le matériel utilisé

Afin de mettre en place les protocoles expérimentaux sur les facteurs liés au smartphone, nous avons utilisé quatre modèles différents de téléphones à disposition : un Iphone X (mon téléphone) ; un Samsung Galaxy A32 5G, un Redmi Note 11 et un Redmi Note 11S.

Nous avons également préparé un tableau que nous amenons avec nous durant les acquisitions vidéo afin de consigner au fur et à mesure le type de vidéos que nous avons faites (voir [PAGES 19 et 20 : Annexe 1 – Tableau qui répertorie toutes les vidéos prises lors des sessions d’acquisitions](#)).

Durant les sessions sur le terrain, nous prenons également une mire avec nous (**Figure N°3**). Cette mire, qui représente un échiquier avec des carreaux d'une largeur de 6 cm, est posée au pied de l'arbre que nous filmons. Cela nous permettra, une fois l'arbre reconstruit sous forme de nuages de points, de correctement le mettre à l'échelle et ainsi de déterminer sa hauteur et son diamètre via un logiciel de visualisation 3D qui se nomme CloudCompare.



Figure N°3 – Photographies de la mire utilisée lors des acquisitions vidéo

2.2.3) Répartition des paramètres en fonction de leur priorité

Nous avons mis en place un ordre de priorité des différents paramètres à tester avec M. RAVAGLIA afin de déterminer la chronologie de nos acquisitions vidéo.

L'ordre de priorité est le suivant :

1. Vidéo normale
2. Mouvements parasites dans la vidéo (mouvements brusques et tremblements lors de la prise vidéo).
3. Vitesse du tour autour de l'arbre (le plus vite possible, rapide et normale).
4. Qualité de la vidéo (tous les couples fréquence d'échantillonnage / résolution de l'image qui existent).
5. Zoom x 0.6.
6. Position de départ (à contre-jour ou non).
7. Élément externe dans la vidéo (passant devant la caméra pendant 1 sec, 3 sec, 4 sec et 5 sec).

Nous avons listé toutes les vidéos à prendre dans un tableau Excel. Il y a un total de 256 vidéos à prendre (128 par personne ; 64 par arbre). Nous avons décidé de découper la prise de ces vidéos en deux sessions terrain différentes.

La Session 1 regroupe les vidéos correspondant aux paramètres suivants : vidéo normale, vitesse du tour autour de l'arbre et qualité de la vidéo. Cela équivaut à 72 vidéos par personne.

La Session 2 regroupe les vidéos correspondant aux paramètres restants : mouvements parasites, zoom x0.6, position de départ et élément externe dans la vidéo. Cela équivaut à 56 vidéos par personne.

Il sera important durant les acquisitions de suivre convenablement le protocole d'acquisition mis en place par l'application.

2.3. Traitement des données obtenues

2.3.1) L'organisation sur Seafile

Une fois toutes les vidéos prises, nous les avons transférés sur un Seafile, afin de donner accès à toutes les vidéos à M. RAVAGLIA.

Le Seafile doit suivre une architecture bien précise, définie par M. RAVAGLIA (voir [PAGE 20 : Annexe 2 – Architecture du Seafile regroupant les vidéos prises lors des acquisitions](#)).

Nous avons également établi une convention de nommage qui permet d'identifier et de retrouver chaque vidéo en fonction de plusieurs critères (voir [PAGES 20 et 21 : Annexe 3 – Convention de nommage des vidéos prises lors des acquisitions](#)).

Nous avons donc rempli le Seafile avec toutes les vidéos et avec les dossiers éponymes correspondant à chacune.

2.3.2) La modélisation sous forme de nuages de points

Dans chaque dossier, en plus de la vidéo, il faut ajouter les résultats du traitement et les fichiers qui permettent de visualiser et d'étudier le nuage de points correspondant. Cela inclut notamment les nuages de points dense (c'est-à-dire complet), le dossier "sparse" permettant de visualiser ceux-ci sur CloudCompare et le dossier "scaled" qui contient le nuage de points dense mis à l'échelle et aligné, mais aussi les mesures calculées par l'application comme la hauteur, le diamètre et le rayon de l'arbre modélisé.

Afin de lancer le traitement pour obtenir l'arbre filmé sous forme de nuages de points, le mettre à l'échelle, l'aligner puis calculer les différentes valeurs que l'on recherche, l'application utilise plusieurs exécutables que M. RAVAGLIA nous a partagé. Ces exécutables se lancent tous les trois depuis Powershell, dans le dossier où ils se situent. Un tableau explicatif des trois exécutables se trouve en annexe, avec une explication détaillée de leur fonctionnement dans Powershell (voir [PAGES 22 et 23 : Annexe 4 – Tableau explicatif des trois exécutables utilisés par l'application pour le traitement des acquisitions vidéos](#)).

2.4. Quantification des erreurs commises

2.4.1) Mesures réelles des arbres

Afin de vérifier si les valeurs obtenues par l'exécutable de mise à l'échelle et d'alignement dans le fichier texte "measurements" pour chaque vidéo sont correctes, nous sommes allés mesurer les deux arbres que nous avons filmés sur le terrain. Pour cela, M. RAVAGLIA nous a donné deux instruments qui vont nous permettre respectivement de déterminer le diamètre et la hauteur de l'arbre : un mètre manuel et un mètre laser. (**Figure N°4**).



Figure N°4 – Photographies du matériel utilisé pour mesurer le diamètre et la hauteur de l'arbre. De gauche à droite, le mètre manuel et le mètre laser.

2.4.2) Mesures manuelles sur le nuage de points

Afin de vérifier que la mise à l'échelle du nuage de points effectuée par l'application est correcte, nous avons mesuré manuellement la hauteur et le diamètre de l'arbre sur le nuage de points, sur l'application de visualisation 3D CloudCompare, avec la méthode de "picking points". Pour le diamètre, on sélectionne une partie du tronc à hauteur de poitrine (par convention, 1m30) que l'on découpe afin de prendre la mesure.

2.4.3) Tableau récapitulatif

Nous avons créé un tableau Excel qui répertorie toutes les vidéos traitées et déposées sur Seafile, ainsi que leur statut de mise à l'échelle (si le dossier "scaled" est déposé ou non). Nous avons également rajouté les valeurs obtenues par le script (celles que l'on retrouve dans le fichier texte "measurements", créé automatiquement pendant la mise à l'échelle) et les valeurs mesurées manuellement sur CloudCompare, afin de les comparer aux valeurs réelles mesurées sur le terrain (voir [PAGE 24 : Annexe 5 – Extrait du tableau récapitulatif des dépôts et des valeurs mesurées manuellement et par le script](#)). Pour chaque nuage de points, on note également des remarques sur son alignement et sa mise à l'échelle. Pour l'alignement, on se base sur l'échelle suivante : correctement aligné correspond à 0 ou 1° d'inclinaison, légèrement penché de 1 à 5° d'inclinaison, penché de 5 à 15° d'inclinaison et très penché à plus de 15° d'inclinaison.

3. Résultats

3.1. Acquisition de données via l'application

Une fois nos acquisitions totalement terminées, après plus de deux jours de sessions sur le terrain, nous avons un total de 230 vidéos. Il nous en manque 26 sur le total que nous devions avoir initialement.

Cette différence s'explique par plusieurs raisons :

- L'Iphone X était le seul téléphone qui disposait de toutes les qualités vidéo différentes que nous voulions tester (HD/60, 4K/24, 4K/30 et 4K/60). Cela enlève 24 vidéos à prendre (3 vidéos en moins par personne pour chaque qualité manquante).
- L'Iphone X ne dispose pas de l'option « Zoom x 0.6 ». Cela retire 2 vidéos à prendre (une par personne).

3.2. Traitement des données obtenues

Nous avons donc pu, à partir des exécutables d'extraction d'images à partir d'une vidéo (1) et de création du nuage de points à partir des images obtenues (2), obtenir des nuages de points pour chacune des 230 vidéos que nous avons prises.

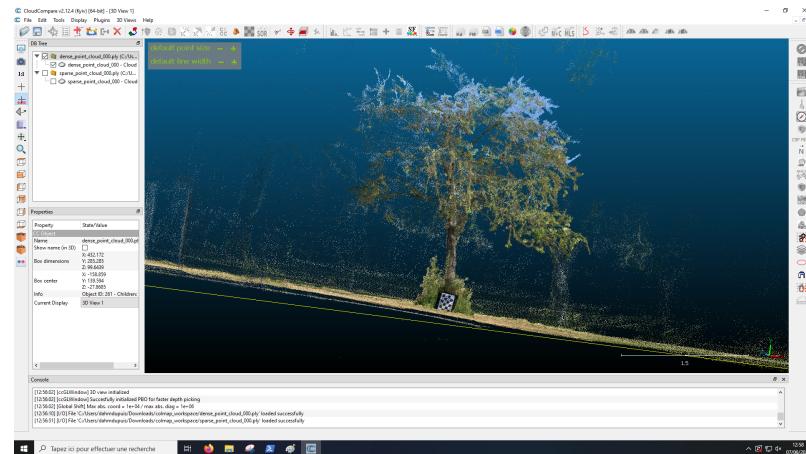


Figure N°6 – Capture d'écran d'un nuage de points dense (complet) de l'arbre 2, obtenu à partir d'une vidéo prise lors des acquisitions

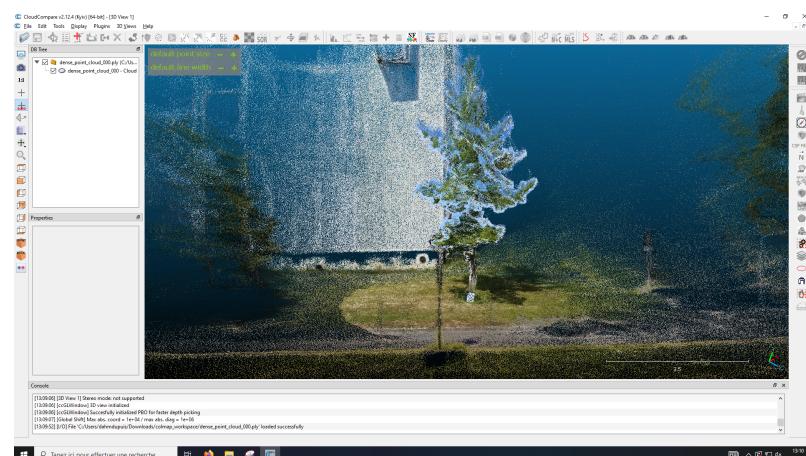


Figure N°7 – Capture d'écran d'un nuage de points dense (complet) de l'arbre 1, obtenu à partir d'une vidéo prise lors des acquisitions

Une fois les nuages de points créés, nous avons lancé la mise à l'échelle et l'alignement de chacun de ces derniers avec l'exécutable prévu pour (3).

Cela nous a permis de répertorier sur le Seafile, dans chacun des 230 dossiers :

- la vidéo prise
- le nuage de points original (avant mise à l'échelle)
- le dossier "sparse" qui contient les fichiers permettant de visualiser le nuage de points dense.
- le dossier "scaled" qui contient le fichier sur lequel on travaille pour obtenir les différentes mesures comme la hauteur et le diamètre, "[nom_de_la_video_aligned_and_scaled](#)". Il s'agit du nuage de points aligné et remis à l'échelle avec un facteur qui prend en compte la position de la caméra dans le nuage original et dans le nouveau.

Mais le dossier "scaled" contient également les fichiers suivants :

- "[original](#)" : le nuage de points original, avant alignement et mise à l'échelle.
- "[original_filtered](#)" : le nuage de points avec un filtre qui enlève une bonne partie du bruit. Tous les points jugés aberrants sont supprimés, ce qui permet d'avoir un nuage de points beaucoup plus propre.
- "[aligned_point_cloud](#)" : le nuage de points filtré et tourné (rotation) pour être correctement remis dans le plan z. On réalise un calcul dans le plan x y à partir de la taille de l'utilisateur et de la position de la caméra.
- "[aligned_cameras](#)" : le nuage de points qui permet de voir le trajet de l'utilisateur (ligne rouge).
- "[aligned_scale_cameras](#)" : le nuage de points en couleur. Tous les points avec une norme identique prennent la même couleur à partir des caméras et on ajuste un plan.
- "[ground_points](#)" : le nuage de points représentant les points extraits comme étant du sol
- "[non_ground_points](#)" : le nuage de points représentant les points extraits comme n'étant pas du sol.
- "[nom_de_la_video_aligned_and_scaled.obj](#)" : enveloppe de l'arbre que l'on peut superposer au nuage de points final.

3.3. Quantification des erreurs commises

3.3.1) Mesures réelles des arbres

Nous sommes partis mesurer la hauteur et le diamètre des deux arbres sur lesquels nous travaillons, avec le mètre manuel et le mètre laser.

Pour chacun des arbres, nous avons pris 10 mesures pour la hauteur (5 de moi-même, 5 de Carine), de-même pour le diamètre (voir [PAGE 25 : Annexe 6 – Détail des mesures réelles de la hauteur et du diamètre des deux arbres, prises sur le terrain](#)).

Nous avons ensuite calculé la moyenne de ces mesures afin d'avoir des valeurs les plus précises possible qui correspondent à la hauteur réelle et au diamètre réel de l'arbre.

Ces valeurs sont les suivantes :

Arbre	Diamètre (en centimètres)	Hauteur (en mètres)
Arbre 1	16.1192	9.61
Arbre 2	18.185	5.05

3.3.2) Comparaison entre les valeurs calculées et mesurées et les valeurs réelles

Le tableau Excel qui répertorie l'ensemble des valeurs calculées par l'exécutable pour chaque vidéo et les mesures manuelles que nous avons prises nous a permis de déterminer lesquelles de ces valeurs sont

cohérentes ou non par rapport aux valeurs attendues (c'est-à-dire les valeurs réelles). Nous n'avons pas eu le temps de dresser les conclusions sur l'impact des différents paramètres sur la justesse des valeurs obtenues mais les données que nous avons collectées seront très utiles à M. RAVAGLIA pour améliorer le script, qui renvoie encore de fausses valeurs, notamment sur la hauteur de l'arbre.

4. Problèmes rencontrés et solutions apportées

4.1. Traitement des données obtenues

4.1.1) Le lancement manuel des traitements

Le premier problème que nous avons rencontré est le lancement manuel des traitements. En effet, nous perdons beaucoup de temps à lancer les exécutables un par un et à ouvrir les différents Powershell à chaque fois que nous voulons lancer un des exécutables.

· Solution : l'automatisation des traitements via un script

La solution que nous avons mise en place nous a été apportée par M. RAVAGLIA. Il nous a mis à disposition un script qui permet de lancer automatiquement le traitement pour plusieurs vidéos qui sont dans un même fichier (**Figure N°8**). J'ai donc pu lancer ce script sur mon ordinateur fixe pendant que je faisais d'autres tâches durant la journée, ou pendant la nuit afin d'obtenir des résultats dans de plus courts délais et pour gagner du temps précieux.

Ce script permet uniquement de lancer les deux premiers exécutables d'extraction des images et de création des nuages de points. Une explication du fonctionnement du code est disponible en annexe (voir [PAGE 26 : Annexe 7 – Explication du script permettant de lancer les exécutables d'extraction des images et de création des nuages de points à la chaîne](#)).

```
$video_dir = "C:/Users/dahmdupuis/Downloads/"
$urtrees_video_frame_extraction_exe = "C:/Users/dahmdupuis/stage/software/urtrees_video_frame_extraction-1.0.0-win64/bin/urtrees_video_frame_extraction.exe"
$urtrees_run_colmap_low_quality_psl = "C:/Users/dahmdupuis/stage/software/urtrees_run_colmap_low_quality.psl"

foreach( $video_file in (Get-ChildItem $video_dir -Filter "*.mp4" ) )
{
    $video_base_name      = $video_file.BaseName;
    $workspace_dir_suffix = "$video_base_name(workspace";
    $workspace_dir        = Join-Path -Path $video_dir -ChildPath $workspace_dir_suffix;
    $images_dir           = Join-Path -Path $workspace_dir -ChildPath "images";

    mkdir $workspace_dir
    mkdir $images_dir

    & $urtrees_video_frame_extraction_exe $video_file.FullName $images_dir
    & $urtrees_run_colmap_low_quality_psl -input_images_path $images_dir -output_colmap_workspace_dir $workspace_dir -dense_reconstruction
}
```

Figure N°8 – Le script permettant de lancer les exécutables d'extraction des images et de création des nuages de points

4.1.2) Le manque de stockage

Le deuxième problème que nous avons rencontré est le manque de stockage : nous n'avons pas assez de stockage pour obtenir les résultats de toutes les vidéos sur les postes fixes de notre bureau. Je n'ai plus que 13,6 Go de libres sur mon disque local C, sachant qu'un fichier « workspace » contenant les résultats pour une seule vidéo prend environ 13 Go d'espace pour une vidéo qui dure 1min55.

De plus, certaines de nos vidéos (celles de Carine) sont plus longues et durent entre 2min et 2min30 : le stockage nécessaire est donc encore plus conséquent car plus de frames à traiter.

· Solution 1 : le disque dur externe

Afin de contourner ce problème, M. RAVAGLIA nous a mis à disposition un disque dur externe de 186 Go qui nous permettra de lancer plusieurs traitements et de stocker les résultats obtenus pour plusieurs vidéos sur nos postes fixes.

· Solution 2 : la modification du script de lancement à la chaîne

Le problème de stockage a persisté, notamment chez Carine. Lorsqu'on lance des traitements à la chaîne avec le script de M. RAVAGLIA (le soir avant de partir pour que cela tourne pendant la nuit), les traitements s'arrêtent à chaque fois. Pour éviter ce problème, M. RAVAGLIA nous a donné une idée : rajouter une ligne dans le script qui permet de supprimer automatiquement à la fin du traitement les dossiers qui ne servent à rien (et qu'on ne dépose pas sur Seafile) comme le dossier "images" ou le dossier "dense" afin de libérer de l'espace de stockage et ne plus avoir d'erreurs.

4.1.3) Le lancement manuel des mises à l'échelle et alignements

Le dernier problème que nous avons rencontré est similaire au premier : tout comme pour les deux premiers exécutables, nous perdons beaucoup de temps à lancer l'exécutable de mise à l'échelle et d'alignement de chaque vidéo. Le problème est ennuyeux lorsque des traitements sont déjà lancés avec le script de la **Figure N°8**. Il est compliqué de lancer des mises à l'échelle simultanément à un script pareil, qui utilise une grande partie de la capacité du processeur.

· Solution : l'automatisation des mises à l'échelle et alignements via un script

Afin de nous faire gagner du temps, nous nous sommes inspirés du code de M. RAVAGLIA qui permet de lancer les traitements à la chaîne (**Figure N°8**), et nous en avons créé une version similaire pour le script "`align_and_scale_point_cloud`" (voir [PAGE 27 : Annexe 8 – Script permettant de lancer l'exécutable de mise à l'échelle et d'alignement à la chaîne](#)). Ce script permet donc de lancer les mises à l'échelle à la chaîne à partir de plusieurs dossiers (contenu dans un seul et même dossier) qui comportent les nuages de points denses et le dossier "sparse".

4.2. Quantification des erreurs commises

4.2.1) Vérification de la mise à l'échelle des nuages de points

Un autre problème qui est survenu est celui de la vérification de la mise à l'échelle des nuages de points. En effet, l'idée était, à partir de la mire que nous avions posé au pied de l'arbre, de mesurer la distance qui correspond à un carreau sur CloudCompare et de calculer la hauteur de l'arbre et le diamètre à partir de cette valeur. Cette manipulation permet de vérifier la mise à l'échelle du nuage de points et si l'arbre fait bien sur le logiciel de visualisation sa hauteur réelle.

Le problème concerne directement la mire : lorsqu'on cherche à la découper et à mesurer la taille d'un carreau en prenant deux points (dans deux coins du carreau), il n'est en fait pas possible de prendre des points assez précis pour obtenir des mesures qui sont bonnes (**Figure N°9**). L'exécutable n'a pas modélisé assez précisément la mire sur le nuage de points.

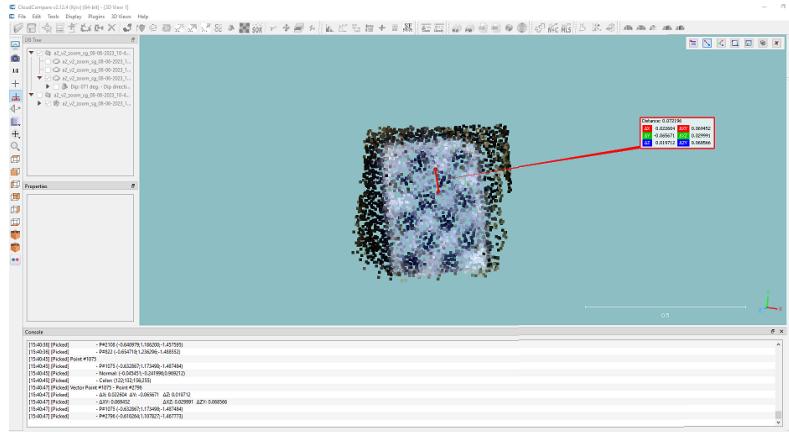


Figure N°9 – Capture d'écran de la mire découpée depuis le nuage de points correspondant à une vidéo quelconque de nos acquisitions

• Solution : alternative à la mire

Afin de contourner ce problème, nous avons du trouver, avec l'aide de M. RAVAGLIA, une alternative à la mire qui permet de mesurer la hauteur et le diamètre de l'arbre manuellement sur CloudCompare. Il s'agit de mesures à la main. Pour la hauteur, on sélectionne un point au pied de l'arbre et un point au sommet de l'arbre afin de voir si la distance donnée entre les deux points correspond. Pour le diamètre, comme dit précédemment, on découpe une partie du tronc de l'arbre (à hauteur de poitrine, c'est-à-dire à 1m30 du sol) et on mesure directement le diamètre en prenant un point d'un côté du tronc et un point de l'autre côté.

II – Réflexion sur les fonctionnalités et le côté « Feedback » utilisateur

1. Réalisations

1.1. Objectifs

Notre objectif dans cette partie est de trouver des idées pour rendre l'application UrTrees agréable à l'utilisation et attrayante pour l'utilisateur. Le but est de trouver des fonctionnalités qui donnent envie de continuer à utiliser l'application sur le long terme. Ces idées permettront à Ahmad JREDA, dans la suite de son stage qui s'étend jusqu'à la fin du mois d'août, d'implémenter ces fonctionnalités et de proposer un « Feedback » complet et avec une vraie plus-value à l'utilisateur.

1.2. Recherches préliminaires

1.2.1) Revue des applications similaires à UrTrees

Nous nous sommes, dans un premier temps, renseignés sur les différentes applications similaires à UrTrees dans leur fonctionnement. Nous nous sommes penchés sur des applications qui permettent d'identifier des plantes comme "Picture This", ou des champignons comme "Picture Mushroom". Cependant, l'aspect ludique que nous recherchions n'était pas présent dans ces dernières et le « feedback » utilisateur rendu sur Google Play était assez négatif : soit les utilisateurs oublient l'application ou l'utilisent de manière irrégulière, soit la communauté d'utilisateurs qui s'y intéressent est restreinte et est composée intégralement de personnes déjà plongées dans le monde botanique.

Or, UrTrees est une application qui vise l'ensemble des citoyens, et non pas uniquement les scientifiques. Il faut donc trouver un moyen de rendre l'application captivante non seulement pour les individus qui s'intéressent aux plantes, mais aussi pour tout citoyen.

1.2.2) Étude d'une application similaire à UrTrees : « INPN Espèces »

Une application s'est cependant détachée du reste et semble être une bonne source d'inspiration : il s'agit de "INPN Espèces".

Nous avons effectué des recherches sur cette application afin de trouver des idées et s'en inspirer pour UrTrees (voir [PAGE 28 : Annexe 9 – Étude d'une application similaire à UrTrees : « INPN Espèces »](#)).

Nous avons conclu de ces recherches que cette application est une très bonne source d'inspiration pour le projet UrTrees au niveau du « Feedback » utilisateur. Les systèmes de quêtes, de points, de classement sont des fonctionnalités primordiales à ajouter pour rendre l'application attrayante.

1.2.3) Étude de l'aspect « addictif » des applications

Pour que l'application soit utilisée par une grande communauté, il faut qu'elle ait un aspect addictif. Voyant que les applications d'identification de plantes ou de champignons sont peu utilisées au quotidien (si l'on met de côté INPN Espèces), ou utilisées uniquement par une communauté restreinte, nous nous sommes tournés vers des applications qui divergent de ce principe. Nous avons donc cherché quelles sont les applications que nous utilisons quotidiennement et quelles fonctionnalités font que nous les utilisons aussi fréquemment.

Les points que nous avons abordés sont :

- la question de "série" ou de "streak avec l'exemple de Snapchat ou de Duolingo.
- le système de rappels et de notifications avec l'exemple de BeReal.
- le système de challenges journaliers, de missions et la collecte de points avec l'exemple de INPN Espèces.
- le renforcement de l'interaction application-utilisateur avec un système de quizz à la suite de chaque scan.
- le système de niveaux et le classement global

1.3. Adaptation des idées sur l'application UrTrees

Après avoir présenté ces idées à Ahmad JREDA, nous avons poussé la réflexion en les adaptant à UrTrees. Nous avons également, durant ces entretiens, trouvé de nouvelles idées que nous pourrons ajouter à l'application.

1.3.1) Les quêtes

Nous avons réfléchi à trois types de quêtes :

- les **quêtes de saison**, introduites pour encourager les utilisateurs à explorer la nature environnante en fonction de la saison actuelle (Ex : scanner un arbre couvert de neige en hiver).
- les **quêtes de région**, permettent de personnaliser l'expérience de l'utilisateur en fonction de sa localisation géographique.
- les **quêtes journalières**, des épis renouvelés quotidiennement pour maintenir l'engagement des utilisateurs, avec différents niveaux de difficulté, qui augmentent au fur et à mesure de la semaine.

On a pour cela défini un modèle proportionnel qui suit la montée en points de quête en quête :
 $f(x) = 5x + 5$; $f(1) = 10$; $f(100) = 505$; $S = 100 * (10 + 505) / 2 = \mathbf{25\ 750}$ (points obtenus au bout de 100 quêtes réussies d'affilée).

1.3.2) Les autres fonctionnalités

Nous avons également réfléchi à d'autres fonctionnalités :

- **l'utilisation de PlantNet** pour permettre la reconnaissance des espèces d'arbres scannées par les utilisateurs, ce qui ajoute une dimension éducative en identifiant les différentes espèces d'arbres.

- **le système de points et niveaux**, pour encourager la progression des utilisateurs, avec chaque quête réussie qui rapporte des points, et plus le niveau de la quête est élevé, plus elle rapporte de points.

- **le système de classement et records**, avec un classement global entre utilisateurs, permettant de comparer les performances des utilisateurs et des records tels que la distance totale parcourue entre deux arbres dans la même journée, les jours consécutifs d'utilisation, et le nombre d'arbres scannés par jour et par mois.

2. Résultats

Notre rôle dans cette partie est principalement de trouver un maximum d'idées et de les proposer à Ahmad JREDA. Ce dernier, qui est en stage durant encore 2 mois à la suite de notre départ, aura comme objectif d'implémenter ces fonctionnalités et de rendre l'application attrayante et agréable à l'utilisation.

Au moment où nous partons, c'est-à-dire au 30 juin, Ahmad JREDA a déjà mis en application certaines de nos idées et a réalisé une première maquette complète de la page principale de l'application, ainsi que l'iconographie (voir [PAGE 29 : Annexe 10 – Première maquette de la page principale de l'application et iconographie, réalisées par Ahmad JREDA](#)).

Conclusion scientifique :

Ce stage sur le projet UrTrees a permis d'apporter des contributions significatives à la validation et au développement de l'application mobile.

La première partie du travail a été consacrée à la validation de la chaîne de traitements, en particulier à l'élaboration d'un protocole de validation quantitative des résultats. Ce protocole a permis de déterminer les paramètres susceptibles d'affecter la création des nuages de points et d'évaluer l'impact de ces paramètres sur la qualité des résultats. Des expérimentations ont été menées en prenant en compte différents facteurs, notamment ceux liés au smartphone utilisé et au mouvement lors de la prise de vidéo. Cette validation a permis d'identifier les conditions optimales pour obtenir des nuages de points de haute qualité.

La deuxième partie du travail s'est concentrée sur l'aspect du « Feedback » utilisateur de l'application. L'objectif était de rendre l'application attrayante et ludique, afin d'encourager une utilisation à long terme. En collaboration avec un stagiaire spécialisé en informatique, image, réalité virtuelle, interactions et jeux, des fonctionnalités ont été développées pour améliorer l'expérience utilisateur. Des réflexions ont été menées pour rendre l'application conviviale et interactive.

Les perspectives d'amélioration sont prometteuses tant du côté de M. RAVAGLIA que d'Ahmad JREDA. M. RAVAGLIA, grâce à la collecte de données, pourra analyser les schémas et les tendances observés, lui permettant ainsi d'identifier et de corriger les erreurs d'alignement et de mise à l'échelle du script. Cette approche basée sur les données renforcera la précision de l'alignement et la qualité globale du nuage de points final et des valeurs renvoyées. De son côté, Ahmad JREDA, se concentrant sur les réflexions et les recherches liées au Feedback utilisateur, aura l'opportunité d'identifier les besoins et les attentes des utilisateurs finaux. En comprenant les points faibles et les lacunes de l'application actuelle, il sera en mesure de proposer des améliorations ciblées, rendant ainsi le fonctionnement de l'application plus attrayant, intuitif et adapté aux besoins spécifiques des utilisateurs. Les deux mois restants du stage d'Ahmad JREDA seront donc consacrés à la mise en œuvre de ces recommandations, permettant ainsi une évolution significative de l'application UrTrees.

Conclusion personnelle :

En conclusion, ce stage a été une expérience véritablement enrichissante pour moi. Il m'a permis de plonger dans le domaine passionnant du développement d'applications, où j'ai pu acquérir de nouvelles connaissances et découvrir de nombreuses notions fondamentales. Travailler au sein d'un laboratoire m'a offert une perspective unique, en me permettant d'appréhender les défis et les opportunités liés à la recherche et au développement d'application mobile. J'ai également eu l'occasion d'explorer l'utilisation de nouveaux logiciels et technologies, ce qui a renforcé mes compétences techniques. Au-delà des aspects techniques, j'ai beaucoup apprécié la collaboration avec mon équipe. Cela m'a permis de développer mes compétences en communication et d'appréhender les attentes et les besoins des utilisateurs. Dans l'ensemble, ce stage a consolidé mon intérêt pour le développement d'applications et m'a offert une solide base pour poursuivre ma formation dans ce domaine dynamique et passionnant. Je suis reconnaissant d'avoir eu cette opportunité.

Annexes

Annexe 1 - Tableau qui répertorie toutes les vidéos prises lors des sessions d'acquisitions

Type de téléphone	A1 : Nomenclature de la vidéo	A2 : Nomenclature de la vidéo	A1 : Date de filmage	A2 : Date de filmage	A1 : Heure de filmage	A2 : Heure de filmage	A1 : Screenshot (déposé ou non)	A2 : Screenshot (déposé ou non)	A1 : Statut (fait ou non)	A2 : Statut (fait ou non)
Vidéo normale										
Samsung Galaxy A22 5G	a1_v1_vid-norm_xg_05-06-2023_09-50	a2_v1_vid-norm_xg_06-06-2023_09-21	08/06/2023	08/06/2023	9:50	9:21	x	x	x	x
	a1_v2_vid-norm_xg_05-06-2023_09-50	a2_v2_vid-norm_xg_06-06-2023_09-39	08/06/2023	08/06/2023	9:51	9:39	x	x	x	x
	a1_v1_vid-norm_r11s_05-06-2023_10-15	a2_v1_vid-norm_r11s_06-06-2023_09-48	08/06/2023	08/06/2023	10:15	9:48	x	x	x	x
	a1_v2_vid-norm_r11s_05-06-2023_10-15	a2_v2_vid-norm_r11s_06-06-2023_09-48	08/06/2023	08/06/2023	10:15	9:48	x	x	x	x
Redmi Note 11S	a1_v1_vid-norm_r11s_05-06-2023_14-09	a2_v1_vid-norm_r11s_06-06-2023_10-56	08/06/2023	08/06/2023	14:09	9:36	x	x	x	x
	a1_v2_vid-norm_r11s_05-06-2023_14-09	a2_v2_vid-norm_r11s_06-06-2023_11-02	08/06/2023	08/06/2023	14:09	9:36	x	x	x	x
Redmi Note 11	a1_v1_vid-norm_r11_05-06-2023_14-07	a2_v1_vid-norm_r11_06-06-2023_11-02	08/06/2023	08/06/2023	14:07	9:36	x	x	x	x
	a1_v2_vid-norm_r11_05-06-2023_14-07	a2_v2_vid-norm_r11_06-06-2023_11-02	08/06/2023	08/06/2023	14:07	9:36	x	x	x	x
iPhone X	a1_v1_vid-norm_iphx_05-06-2023_09-04	a2_v1_vid-norm_iphx_06-06-2023_09-19	08/06/2023	08/06/2023	9:04	9:56	x	x	x	x
	a1_v2_vid-norm_iphx_05-06-2023_09-04	a2_v2_vid-norm_iphx_06-06-2023_09-19	08/06/2023	08/06/2023	9:04	9:56	x	x	x	x
Mouvements parasites										
Samsung Galaxy A22 5G	a1_v1_mvmt-paras_trumb_xg_07-06-2023_12-22	a2_v1_mvmt-paras_trumb_xg_08-06-2023_11-03	07/06/2023	08/06/2023	12:22	11:03	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-paras_trumb_xg_07-06-2023_10-07	a2_v2_mvmt-paras_trumb_xg_08-06-2023_10-47	07/06/2023	08/06/2023	10:07	10:47	x	x	x	x
	a1_v1_mvmt-paras_trumb_r11s_07-06-2023_10-49	a2_v1_mvmt-paras_trumb_r11s_08-06-2023_10-49	07/06/2023	08/06/2023	10:49	10:49	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-paras_trumb_r11s_07-06-2023_10-49	a2_v2_mvmt-paras_trumb_r11s_08-06-2023_10-49	07/06/2023	08/06/2023	10:49	10:49	x	x	x	x
Redmi Note 11S	a1_v1_mvmt-paras_trumb_r11_07-06-2023_11-14	a2_v1_mvmt-paras_trumb_r11_08-06-2023_11-14	07/06/2023	08/06/2023	11:14	11:14	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-paras_trumb_r11_07-06-2023_11-14	a2_v2_mvmt-paras_trumb_r11_08-06-2023_11-14	07/06/2023	08/06/2023	11:14	11:14	x	x	x	x
Redmi Note 11	a1_v1_mvmt-paras_trumb_iphx_07-06-2023_11-14	a2_v1_mvmt-paras_trumb_iphx_08-06-2023_11-14	07/06/2023	08/06/2023	11:14	11:14	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-paras_trumb_iphx_07-06-2023_11-14	a2_v2_mvmt-paras_trumb_iphx_08-06-2023_11-14	07/06/2023	08/06/2023	11:14	11:14	x	x	x	x
iPhone X	a1_v1_mvmt-paras_iphx_07-06-2023_11-14	a2_v1_mvmt-paras_iphx_08-06-2023_11-14	07/06/2023	08/06/2023	11:14	11:14	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-paras_iphx_07-06-2023_11-14	a2_v2_mvmt-paras_iphx_08-06-2023_11-14	07/06/2023	08/06/2023	11:14	11:14	x	x	x	x
Mouvements brusques										
Samsung Galaxy A22 5G	a1_v1_mvmt-brusq_xg_07-06-2023_12-24	a2_v1_mvmt-brusq_xg_08-06-2023_11-09	07/06/2023	08/06/2023	12:24	11:05	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-brusq_xg_07-06-2023_10-09	a2_v2_mvmt-brusq_xg_08-06-2023_10-43	07/06/2023	08/06/2023	10:09	10:42	x	x	x	x
	a1_v1_mvmt-brusq_r11s_07-06-2023_10-53	a2_v1_mvmt-brusq_r11s_08-06-2023_10-38	07/06/2023	08/06/2023	10:53	10:38	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-brusq_r11s_07-06-2023_10-53	a2_v2_mvmt-brusq_r11s_08-06-2023_10-38	07/06/2023	08/06/2023	10:53	10:38	x	x	x	x
Redmi Note 11S	a1_v1_mvmt-brusq_r11_07-06-2023_11-26	a2_v1_mvmt-brusq_r11_08-06-2023_10-51	07/06/2023	08/06/2023	11:26	10:51	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-brusq_r11_07-06-2023_11-26	a2_v2_mvmt-brusq_r11_08-06-2023_10-51	07/06/2023	08/06/2023	11:26	10:51	x	x	x	x
Redmi Note 11	a1_v1_mvmt-brusq_iphx_07-06-2023_12-11	a2_v1_mvmt-brusq_iphx_08-06-2023_11-08	07/06/2023	08/06/2023	12:11	11:08	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-brusq_iphx_07-06-2023_12-11	a2_v2_mvmt-brusq_iphx_08-06-2023_11-08	07/06/2023	08/06/2023	12:11	11:08	x	x	x	x
iPhone X	a1_v1_mvmt-brusq_iphx_07-06-2023_12-11	a2_v1_mvmt-brusq_iphx_08-06-2023_11-08	07/06/2023	08/06/2023	12:11	11:08	x	x	x	x
	a1_v2_mvmt-brusq_iphx_07-06-2023_12-11	a2_v2_mvmt-brusq_iphx_08-06-2023_11-08	07/06/2023	08/06/2023	12:11	11:08	x	x	x	x
Vitesse du tour extérieure de l'arc										
Samsung Galaxy A22 5G	a1_v1_vtr_ipx_xg_06-06-2023_10-11	a2_v1_vtr_ipx_xg_06-06-2023_09-33	08/06/2023	08/06/2023	10:11	9:33	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_xg_06-06-2023_10-00	a2_v2_vtr_ipx_xg_06-06-2023_09-40	08/06/2023	08/06/2023	10:00	9:40	x	x	x	x
	a1_v1_vtr_ipx_r11s_06-06-2023_10-22	a2_v1_vtr_ipx_r11s_06-06-2023_09-53	08/06/2023	08/06/2023	10:22	9:53	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_r11s_06-06-2023_10-22	a2_v2_vtr_ipx_r11s_06-06-2023_09-53	08/06/2023	08/06/2023	10:22	9:53	x	x	x	x
Redmi Note 11S	a1_v1_vtr_ipx_r11_06-06-2023_10-13	a2_v1_vtr_ipx_r11_06-06-2023_09-42	08/06/2023	08/06/2023	10:13	9:42	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_r11_06-06-2023_10-13	a2_v2_vtr_ipx_r11_06-06-2023_09-42	08/06/2023	08/06/2023	10:13	9:42	x	x	x	x
Redmi Note 11	a1_v1_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_10-11	a2_v1_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_09-51	08/06/2023	08/06/2023	10:11	9:51	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_10-11	a2_v2_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_09-51	08/06/2023	08/06/2023	10:11	9:51	x	x	x	x
iPhone X	a1_v1_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_09-48	a2_v1_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_09-20	08/06/2023	08/06/2023	9:48	9:24	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_09-48	a2_v2_vtr_ipx_iphx_06-06-2023_09-20	08/06/2023	08/06/2023	9:48	9:24	x	x	x	x
Samsung Galaxy A22 5G	a1_v1_vtr_ipx_ipx_06-06-2023_10-03	a2_v1_vtr_ipx_ipx_06-06-2023_09-42	08/06/2023	08/06/2023	10:03	9:42	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_ipx_06-06-2023_10-03	a2_v2_vtr_ipx_ipx_06-06-2023_09-42	08/06/2023	08/06/2023	10:03	9:42	x	x	x	x
	a1_v1_vtr_ipx_ipx_r11s_06-06-2023_10-19	a2_v1_vtr_ipx_ipx_r11s_06-06-2023_09-52	08/06/2023	08/06/2023	10:19	9:52	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_ipx_r11s_06-06-2023_10-19	a2_v2_vtr_ipx_ipx_r11s_06-06-2023_09-52	08/06/2023	08/06/2023	10:19	9:52	x	x	x	x
Redmi Note 11S	a1_v1_vtr_ipx_ipx_r11_06-06-2023_10-12	a2_v1_vtr_ipx_ipx_r11_06-06-2023_09-59	08/06/2023	08/06/2023	10:12	9:59	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_ipx_r11_06-06-2023_10-12	a2_v2_vtr_ipx_ipx_r11_06-06-2023_09-59	08/06/2023	08/06/2023	10:12	9:59	x	x	x	x
Redmi Note 11	a1_v1_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_10-06	a2_v1_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_09-35	08/06/2023	08/06/2023	10:06	9:35	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_10-06	a2_v2_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_09-35	08/06/2023	08/06/2023	10:06	9:35	x	x	x	x
iPhone X	a1_v1_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_09-54	a2_v1_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_09-19	08/06/2023	08/06/2023	9:54	9:19	x	x	x	x
	a1_v2_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_09-54	a2_v2_vtr_ipx_ipx_iphx_06-06-2023_09-19	08/06/2023	08/06/2023	9:54	9:19	x	x	x	x
Qualité de la vidéo (Fréquence d'échantillonnage / Résolution image)										
HD / 30	a1_v1_qph_ipx_hd_80_iphx_06-06-2023_14-08	a2_v1_qph_ipx_hd_80_iphx_06-06-2023_10-01	08/06/2023	08/06/2023	14:08	10:01	x	x	x	x
	a1_v2_qph_ipx_hd_80_iphx_06-06-2023_10-16	a2_v2_qph_ipx_hd_80_iphx_06-06-2023_09-35	08/06/2023	08/06/2023	10:16	9:26	x	x	x	x
	a1_v1_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_10-09	a2_v1_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_09-35	08/06/2023	08/06/2023	10:09	9:35	x	x	x	x
	a1_v2_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_10-09	a2_v2_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_09-35	08/06/2023	08/06/2023	10:09	9:35	x	x	x	x
Redmi Note 11S	a1_v1_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_10-15	a2_v1_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_09-49	08/06/2023	08/06/2023	10:15	9:49	x	x	x	x
	a1_v2_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_10-15	a2_v2_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_09-49	08/06/2023	08/06/2023	10:15	9:49	x	x	x	x
Redmi Note 11	a1_v1_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_11-09	a2_v1_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_09-35	08/06/2023	08/06/2023	11:09	9:35	x	x	x	x
	a1_v2_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_11-09	a2_v2_qph_ipx_hd_30_iphx_06-06-2023_09-35	08/06/2023	08/06/2023	11:09	9:35	x	x	x	x
iPhone X	a1_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-08	a2_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-07	08/06/2023	08/06/2023	10:08	10:07	x	x	x	x
	a1_v2_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-08	a2_v2_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_09-30	08/06/2023	08/06/2023	10:08	9:30	x	x	x	x
4K / 30										
Samsung Galaxy A22 5G	a1_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-09	a2_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-05	08/06/2023	08/06/2023	10:09	10:05	x	x	x	x
	a1_v2_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-09	a2_v2_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_09-30	08/06/2023	08/06/2023	10:09	9:30	x	x	x	x
Redmi Note 11S	a1_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-15	a2_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-10	08/06/2023	08/06/2023	10:15	10:10	x	x	x	x
	a1_v2_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-15	a2_v2_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_10-10	08/06/2023	08/06/2023	10:15	10:10	x	x	x	x
Redmi Note 11	a1_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06-2023_11-17	a2_v1_qph_ipx_hd_40_iphx_06-06								

Normal (seul sans contre-jour)	Samsung Galaxy A32 5G	a1_v1_pos-dep_non-contre-jr_sg_07-06-2023_12_14	a2_v1_pos-dep_non-contre-jr_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	12:14	11:00	x	x	x	x
	Redmi Note 11S	a1_v2_pos-dep_non-contre-jour_sg_07-06-2023_15_00	a2_v2_pos-dep_non-contre-jour_sg_08-06-2023_15_39	07-06-2023	08/06/2023	10:00	10:39	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v1_pos-dep_non-contre-jr_r11s_07-06-2023_10_44	a2_v1_pos-dep_non-contre-jr_r11s_08-06-2023_10_32	07-06-2023	08/06/2023	10:44	10:32	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v1_pos-dep_non-contre-jr_r11_07-06-2023_12_24	a2_v1_pos-dep_non-contre-jr_r11s_08-06-2023_10_49	07-06-2023	08/06/2023	11:24	10:49	x	x	x	x
	iPhone X	a1_v1_pos-dep_non-contre-jour_iphx_07-06-2023_11_15	a2_v1_pos-dep_non-contre-jour_iphx_08-06-2023_10_47	07-06-2023	08/06/2023	11:15	10:47	x	x	x	x
Élement externe dans le vidéo											
Passant : durée de passage de 1s	Samsung Galaxy A32 5G	a1_v1_slim-ex_pass-1sec_sg_07-06-2023_12_55	a2_v1_slim-ex_pass-1sec_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	12:35	11:40	x	x	x	x
	Redmi Note 11S	a1_v2_slim-ex_pass-1sec_sg_07-06-2023_10_48	a2_v2_slim-ex_pass-1sec_sg_08-06-2023_11_48	07-06-2023	08/06/2023	10:48	11:40	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v1_slim-ex_pass-1sec_r11s_07-06-2023_10_57	a2_v1_slim-ex_pass-1sec_r11s_08-06-2023_11_29	07-06-2023	08/06/2023	10:57	11:29	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v2_slim-ex_pass-1sec_r11_07-06-2023_11_48	a2_v2_slim-ex_pass-1sec_r11_08-06-2023_11_48	07-06-2023	08/06/2023	11:48	11:50	x	x	x	x
	iPhone X	a1_v1_slim-ex_pass-1sec_iphx_07-06-2023_12_42	a2_v1_slim-ex_pass-1sec_iphx_08-06-2023_11_11	07-06-2023	08/06/2023	12:03	11:02	x	x	x	x
Passant : durée de passage de 2s	Samsung Galaxy A32 5G	a1_v1_slim-ex_pass-1sec_sg_07-06-2023_12_52	a2_v1_slim-ex_pass-1sec_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	12:30	11:40	x	x	x	x
	Redmi Note 11S	a1_v2_slim-ex_pass-1sec_sg_07-06-2023_11_00	a2_v2_slim-ex_pass-1sec_sg_08-06-2023_11_32	07-06-2023	08/06/2023	11:00	11:32	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v1_slim-ex_pass-3sec_r11s_07-06-2023_11_01	a2_v1_slim-ex_pass-3sec_r11_08-06-2023_11_43	07-06-2023	08/06/2023	11:51	11:53	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v2_slim-ex_pass-3sec_r11_07-06-2023_12_07	a2_v2_slim-ex_pass-3sec_r11_08-06-2023_15_02	07-06-2023	08/06/2023	11:35	15:52	x	x	x	x
	iPhone X	a1_v1_slim-ex_pass-3sec_iphx_07-06-2023_12_00	a2_v1_slim-ex_pass-3sec_iphx_08-06-2023_11_49	07-06-2023	08/06/2023	12:34	11:15	x	x	x	x
Passant : durée de passage de 4s	Samsung Galaxy A32 5G	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_sg_07-06-2023_12_41	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	12:38	11:43	x	x	x	x
	Redmi Note 11S	a1_v2_slim-ex_pass-4sec_sg_07-06-2023_10_49	a2_v2_slim-ex_pass-4sec_sg_08-06-2023_11_49	07-06-2023	08/06/2023	10:49	11:42	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_r11s_07-06-2023_11_00	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_r11s_08-06-2023_11_32	07-06-2023	08/06/2023	11:00	11:32	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v2_slim-ex_pass-4sec_r11_07-06-2023_11_01	a2_v2_slim-ex_pass-4sec_r11_08-06-2023_11_43	07-06-2023	08/06/2023	11:35	15:52	x	x	x	x
	iPhone X	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_iphx_07-06-2023_12_03	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_iphx_08-06-2023_11_42	07-06-2023	08/06/2023	12:03	11:52	x	x	x	x
Passant : durée de passage de 8s	Samsung Galaxy A32 5G	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_sg_07-06-2023_12_41	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	12:41	11:45	x	x	x	x
	Redmi Note 11S	a1_v2_slim-ex_pass-4sec_sg_07-06-2023_10_49	a2_v2_slim-ex_pass-4sec_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	10:52	11:45	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_r11s_07-06-2023_11_03	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_r11s_08-06-2023_11_34	07-06-2023	08/06/2023	11:03	11:35	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v2_slim-ex_pass-4sec_r11_07-06-2023_11_03	a2_v2_slim-ex_pass-4sec_r11_08-06-2023_11_43	07-06-2023	08/06/2023	11:53	11:56	x	x	x	x
	iPhone X	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_iphx_07-06-2023_12_06	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_iphx_08-06-2023_11_45	07-06-2023	08/06/2023	12:06	11:55	x	x	x	x
Passant : durée de passage de 16s	Samsung Galaxy A32 5G	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_sg_07-06-2023_12_41	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	12:44	11:48	x	x	x	x
	Redmi Note 11S	a1_v2_slim-ex_pass-4sec_sg_07-06-2023_10_49	a2_v2_slim-ex_pass-4sec_sg_08-06-2023_11_40	07-06-2023	08/06/2023	10:56	11:48	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v1_slim-ex_pass-4sec_r11s_07-06-2023_11_06	a2_v1_slim-ex_pass-4sec_r11s_08-06-2023_11_37	07-06-2023	08/06/2023	11:06	11:37	x	x	x	x
	Redmi Note 11	a1_v2_slim-ex_pass-4sec_r11_07-06-2023_11_07	a2_v2_slim-ex_pass-4sec_r11_08-06-2023_11_49	07-06-2023	08/06/2023	11:57	11:59	x	x	x	x

Annexe 2 - Architecture du Seafile regroupant les vidéos prises lors des acquisitions

- à la racine du dossier : fichier "[README.md](#)" (une notice) qui contient les informations générales sur le contenu du dossier, notamment les conventions de nommage.

- dans un dossier "[documents](#)" : mettre tous les documents que nous avons produits et relatifs à nos acquisitions, notamment les protocoles d'expérimentation, les fiches de récapitulatif, etc.

- dans le dossier : un dossier par vidéo nommé selon la convention que nous avons établi qui contiendra la vidéo et les résultats du traitement.

L'architecture globale à suivre est la suivante : un dossier "[data](#)" contenant un dossier par vidéo (Video0, Video1, etc). Chaque dossier de vidéo contient la vidéo sous format mp4 et un dossier "[colmap_workspace](#)", qui contient un dossier '[images](#)' regroupant les images extraites de la vidéo.

Annexe 3 - Convention de nommage des vidéos prises lors des acquisitions

1. Format de la nomenclature de la vidéo :

aN_vN'_parametre_sous-parametre_portable_date_heure

Avec

- **N** le numéro de l'arbre (arbre 1, 2,...,N)
- **N'** spécifie s'il s'agit de la première vidéo prise ou de la deuxième vidéo prise (sachant que pour chaque arbre, pour chaque paramètre -et pour chaque sous paramètre, s'il y en a- deux vidéos sont réalisées)

2. Les noms abrégés des portables :

- Samsung Galaxy A32 5G → sg
- Redmi Note 11S → r11s
- Redmi Note 11 → r11
- iPhone X → iphx

3. Les noms abrégés des paramètres :

- Vidéo normale →vid-no
- Mouvements parasites →mvmt-para
- Vitesse du tour autour de l'arbre →vit-tr
- Qualité de la vidéo →qlte
- Zoom x 0.6 →zoom
- Position de départ →pos-dep
- Élément externe dans la vidéo →elem-ex

4. Les noms abrégés des sous-paramètres :

- Mouvements parasites :
- Tremblements → tremb
- Mouvements brusques →mvmt-brq
- Vitesse du tour autour de l'arbre :
 - Le plus vite possible → lpvp
 - Rapide (environ 1 minute) →rap
 - Normale (entre 1 minute 30 et 2 minutes) → norm
- Qualité de la vidéo :
 - HD/30 → hd-30
 - HD/60 →hd-60
 - 4K/24 →4k-24
 - 4K/30 →4k-30
 - 4K/60 →4k-60
- Full HD/30 → full-hd-30
- Position de départ :
 - A contre jour→contre-jr
 - Normal (autour sans contre jour) →non-contre-jr
- Élément externe dans la vidéo :
 - Passant : durée de passage de 1 sec → pass-1-sec
 - Passant : durée de passage de 3 sec → pass-3-sec
 - Passant : durée de passage de 4 sec → pass-4-sec
 - Passant : durée de passage de 5 sec → pass-5-sec

Exemple concret :

La **deuxième vidéo** prise de **l'arbre 1** avec un **Redmi Note 11S** le **04/06/2022** à **13:48** pour évaluer les **mouvements parasites** et notamment les **tremblements**.

=> a1_v2_mvmt-para_tremb_r11s_04-06-2022_13-48

Annexe 4 - Tableau explicatif des trois exécutables utilisés par l'application pour le traitement des acquisitions vidéo

Exécutable	urtrees_video_frame_extraction	urtrees_run_colmap_low_quality	align_and_scale_point_cloud
Ordre d'exécution dans la chaîne de traitements	1	2	3
Objectif	Extraction des images correspondant à X images par seconde d'une vidéo donnée en entrée.	Lancement de la création du nuage de points représentant l'objet (dans notre cas, l'arbre) à partir des images extraites au préalable.	Remise à l'échelle et alignement du nuage de points obtenu au préalable.
Commande type (précédée par ".\")	urtrees_video_frame_extraction.exe {nom_de_la_video} {chemin_exportation} 5	urtrees_run_colmap_low_quality.ps1 -input_images_path {chemin_vers_images} -output_colmap_workspace_dir {chemin_exportation} -dense_reconstruction	align_and_scale_point_cloud.exe --input_point_cloud_path {chemin_vers_nuage_de_points} --colmap_reconstruction_dir {chemin_vers_dossier_sparse} --user_height {taille_utilisateur} --output_dir {chemin_exportation} --output_resume_file {nom_fichier_texte_mesures} --acquisition_name {nom_video}
Arguments	3 : - chemin vers la vidéo (inputVideoPath) - chemin vers le dossier où les images vont être extraites (outputDirectory) - nombre d'images par seconde que l'on souhaite extraire (keepNFramesPerSec)	2 : - chemin vers le dossier qui contient les images (input_images_path) - chemin vers le dossier où seront enregistrés tous les fichiers nécessaires, dont les fichiers .ply représentant le nuage de points (output_colmap_workspace_dir)	6 : - chemin vers le nuage de points dense .ply (input_point_cloud_path) - chemin vers le dossier "sparse" contenu dans le dossier "colmap_workspace" de la vidéo en question (colmap_reconstruction_dir) - taille de l'utilisateur qui a pris la vidéo (user_height) - chemin vers le dossier (déjà créé) "scaled" où les différents fichiers vont être créés (output_dir) - chemin vers le dossier où le fichier texte "measurements" contenant les informations qui vont être déduites va être créé (output_resume_file) - nom de la vidéo en question (acquisition_name)
	urtrees_video_frame_extraction.exe	urtrees_run_colmap_low_quality.ps1	align_and_scale_point_cloud.exe --input_point_cloud_path C:\Users\dahmdupuis\stage\video\c

Exemple

'C:\Users\dahmdupuis\Downloads\al_v2_qlte_hd-30_iphx_05-06-2022_09-44.MOV'	-input_images_path C:\Users\dahmdupuis\Downloads\al_v2_qlte_hd-30_iphx_05-06-2022_09-44.MOV	olmap_workspace\dense_point_cloud_000.ply
C:\Users\dahmdupuis\Downloads\tmp	-mp_colmap_workspace	--colmap_reconstruction_dir
5	-dense_reconstruction	C:\Users\dahmdupuis\stage\video\colmap_workspace\sparse\0
=> L'exécutable va extraire dans le dossier "C:\Users\dahmdupuis\Downloads\tmp" 5 images par seconde de la vidéo qui se situe au chemin "C:\Users\dahmdupuis\Downloads\al_v2_qlte_hd-30_iphx_05-06-2022_09-44.MOV".	=> L'exécutable va construire un nuage de points dense (c'est-à-dire complet), ainsi que les fichiers nécessaires à sa visualisation dans le dossier "C:\Users\dahmdupuis\Downloads\tmp_colmap_workspace" à partir du dossier "C:\Users\dahmdupuis\Downloads\tmp_colmap_workspace\images\" qui contient les images extraites.	--user_height 1.80 --output_dir C:\Users\dahmdupuis\stage\video\colmap_workspace\scaled\ --output_resume_file C:\Users\dahmdupuis\stage\video\colmap_workspace\scaled\measurements.txt --acquisition_name a2_v2_qlte_4k-30_iphx_06-06-2023_09-30
		=> L'exécutable va aligner et mettre à l'échelle le nuage de points "dense_point_cloud_000.ply", correspondant à la vidéo "a2_v2_qlte_4k-30_iphx_06-06-2023_09-30", dont le fichier sparse se situe au chemin "C:\Users\dahmdupuis\stage\video\colmap_workspace\sparse\0", pour un utilisateur qui mesure 1m80. Les fichiers vont être créés dans le dossier situé au chemin "C:\Users\dahmdupuis\stage\video\colmap_workspace\scaled\". Dans ce même dossier, un fichier texte "measurements" va être créé et contiendra les différentes informations calculées à partir du nuage de points, dont la taille ou le diamètre.

Annexe 5 – Extrait du tableau récapitulatif des dépôts et des valeurs mesurées manuellement et par le script

Annexe 6 - Détail des mesures réelles de la hauteur et du diamètre des deux arbres, prises sur le terrain

ARBRE 1

→ HAUTEUR

Carine

Mesure 1 : 9,6 m
Mesure 2 : 9,6 m
Mesure 3 : 9,5 m
Mesure 4 : 9,5 m
Mesure 5 : 9,7 m

Rémi

Mesure 1 : 9,6 m
Mesure 2 : 9,8 m
Mesure 3 : 9,5 m
Mesure 4 : 9,6 m
Mesure 5 : 9,7 m

→ DIAMÈTRE

Carine

Mesure 1 : 51 cm
Mesure 2 : 51 cm
Mesure 3 : 50 cm
Mesure 4 : 51 cm
Mesure 5 : 51 cm

Rémi

Mesure 1 : 50 cm
Mesure 2 : 50,5 cm
Mesure 3 : 50,8 cm
Mesure 4 : 50,6 cm
Mesure 5 : 50,5 cm

ARBRE 2

→ HAUTEUR

Carine

Mesure 1 : 4,9 m
Mesure 2 : 5 m
Mesure 3 : 5,1 m
Mesure 4 : 5,3 m
Mesure 5 : 5,2 m

Rémi

Mesure 1 : 4,8 m
Mesure 2 : 5 m
Mesure 3 : 5,1 m
Mesure 4 : 4,9 m
Mesure 5 : 5,2 m

→ DIAMÈTRE

Carine

Mesure 1 : 57,3 cm
Mesure 2 : 57,2 cm
Mesure 3 : 57,1 cm
Mesure 4 : 57,2 cm
Mesure 5 : 57,2 cm

Rémi

Mesure 1 : 57,1 cm
Mesure 2 : 57 cm
Mesure 3 : 57,1 cm
Mesure 4 : 57,1 cm
Mesure 5 : 57 cm

Annexe 7 - Explication du script permettant de lancer les exécutables d'extraction des images et de création des nuages de points à la chaîne

Script :

```
$video_dir = "C:/Users/dahmdupuis/Downloads/"
$urtrees_video_frame_extraction_exe = "C:/Users/dahmdupuis/stage/software/urtrees_video_frame_extraction-1.0.0-win64/bin/urtrees_video_frame_extraction.exe"
$urtrees_run_colmap_low_quality_ps1 = "C:/Users/dahmdupuis/stage/software/urtrees_run_colmap_low_quality.ps1"

foreach( $video_file in (Get-ChildItem $video_dir -Filter "*.mp4") )
{
    $video_base_name      = $video_file.BaseName;
    $workspace_dir_suffix = "$video_base_name"_workspace";
    $workspace_dir         = Join-Path -Path $video_dir -ChildPath $workspace_dir_suffix;
    $images_dir            = Join-Path $workspace_dir -ChildPath "images";

    mkdir $workspace_dir
    mkdir $images_dir

    & $urtrees_video_frame_extraction_exe $video_file.FullName $images_dir 5
    & $urtrees_run_colmap_low_quality_ps1 -input_images_path $images_dir -output_colmap_workspace_dir $workspace_dir -dense_reconstruction
}
```

Explication du script:

- "\$video_dir" : correspond au chemin vers le dossier comportant les différentes vidéos à traiter.
- "\$urtrees_video_frame_extraction_exe" : correspond au chemin vers l'exécutable qui lance l'extraction des images depuis la vidéo.
- "\$urtrees_run_colmap_low_quality_ps1" : correspond au chemin vers l'exécutable qui lance la reconstruction de l'arbre sous forme de nuage de points à partir des images extraites.
- "foreach (\$video_file in (Get-ChildItem \$video_dir -Filter "*mp4"))" : boucle qui exécute les instructions suivantes pour chaque fichier .mp4 appartenant au dossier sélectionné en tant que "video_dir".
- "\$video_base_name = \$video_file.BaseName ;" et "\$workspace_dir_suffix = "\$video_base_name" + "_workspace" ;" : définit le nom du dossier qui sera créé et qui comportera les résultats.
→ **Exemple :** si la vidéo s'appelle "video1", le dossier comportant les résultats s'appellera "video1_workspace".
- "mkdir \$workspace_dir" et "mkdir \$images_dir" : crée les deux dossiers "workspace_dir" et "images_dir" qui comporteront respectivement les différents dossiers de résultat et les images.
- "& \$urtrees_video_frame_extraction_exe \$video_file.FullName \$images_dir 5" : lance l'extraction des images (5 par seconde) pour la vidéo prise dans la boucle.
- "& \$urtrees_run_colmap_low_quality_ps1 -input_images_path \$images_dir -output_colmap_workspace_dir \$workspace_dir -dense_reconstruction" : lance la reconstruction sous forme de nuage de points pour la vidéo prise dans la boucle, à partir des images extraites.

Annexe 8 - Script permettant de lancer l'exécutable de mise à l'échelle et d'alignement à la chaîne

```
#-----
#          AVANT D'UTILISER LE SCRIPT (AUTRES UTILISATEURS EVENTUELS) :
#              1) Modifier la variable directoryPath (et y indiquer le répertoire comportant tous les dossiers workspace)
#              2) Modifier la variable userHeight (et y indiquer sa propre taille)
#-----

$directoryPath = "E:\test_scaling"

#liste des dossiers dans le répertoire
$dossiers = Get-ChildItem -Path $directoryPath -Directory

foreach ($dossier in $dossiers) {
    echo "entrée boucle"
    cd $dossier
    ls
    # chemin du répertoire du dossier actuel
    $currentFolderPath = $dossier.FullName #.FullName returns the full name of the file including the path and the extension

    # obtenir la liste des fichiers .ply dans le dossier actuel
    $plyFiles = Get-ChildItem -Path $currentFolderPath -Filter "*.ply" | Where-Object { $_.PSIsContainer -eq $false }

    echo $plyFiles
    # si le nombre de fichiers d'extension .ply dans le dossier actuel est "greater than zero" (soit s'il y existe des fichiers dans le dossier actuel)
    if ($plyFiles.Count -gt 0) {
        # alone on trie puis on sélectionne le fichier .ply le plus dense
        $densestPlyFile = $plyFiles | Sort-Object -Property Length -Descending | Select-Object -First 1

        $inputPointCloudPath = $densestPlyFile.FullName

        # supprimer tout ce qui n'est pas un entier dans le nom du fichier(-replace '\D+' permet de remplacer tout caractère qui n'est pas un nombre par une chaîne vide)
        $densestPlyNumber = [int]($densestPlyFile.BaseName -replace '\D+')

        $numberSparse = $densestPlyNumber
        $densestPlyNumber = "0" + $densestPlyNumber.ToString()
        echo "le plus dense .ply $densestPlyNumber"

        $sparseDirectoryNumber = $numberSparse.ToString()

        # on construit le chemin du répertoire "sparse" en fonction du numéro du fichier .ply le plus dense
        $colmapReconstructionDir = Join-Path $currentFolderPath "sparse\$sparseDirectoryNumber"

        # ma hauteur (hauteur de l'utilisateur)
        $userHeight = "1.54"

        cd
        echo -----
        ls
        new-item scaled -ItemType Directory

        $outputDir = Join-Path $currentFolderPath "scaled"

        # recuperer le nom de la vidéo dans le répertoire (en excluant les dossiers de la recherche )
        echo "$dossier"

        # le nom du fichier étant par exemple : a1_v1_elem-ex_pass-3-sec_r11s_07-06-2023_11-00_workspace
        $acquisitionName = $dossier.ToString().Replace("_workspace","")

        cd $outputDir

        New-Item measurements.txt -ItemType File -Force

        $outputResumeFile = Join-Path $outputDir "measurements.txt"
        # Construire la commande
        $command = "C:\Users\cwakim\stage\software\remise_a_l_echelle\align_and_scale_point_cloud.exe"
        $command += " --input_point_cloud_path $inputPointCloudPath"
        $command += " --colmap_reconstruction_dir $colmapReconstructionDir"
        $command += " --user_height $userHeight"
        $command += " --output_dir $outputDir"
        $command += " --output_resume_file $outputResumeFile"
        $command += " --acquisition_name $acquisitionName"

        echo $command
        # Exécuter la commande
        Invoke-Expression -Command $command
    }
    cd $directoryPath
}

#C:\Users\cwakim\stage\software\remise_a_l_echelle\align_and_scale_point_cloud.exe
##--input_point_cloud_path E:\test_scaling\a2_v1_vid-no_iphx_06-06-2023_09-56_workspace\dense_point_cloud_000.ply
##--colmap_reconstruction_dir E:\test_scaling\a2_v1_vid-no_iphx_06-06-2023_09-56_workspace\sparse\0\
##--user_height 1.54 --output_dir E:\test_scaling\a2_v1_vid-no_iphx_06-06-2023_09-56_workspace\scaled
##--output_resume_file E:\test_scaling\a2_v1_vid-no_iphx_06-06-2023_09-56_workspace\scaled\measurements.txt
##--acquisition_name a2_v1_vid-no_iphx_06-06-2023_09-56|
```

Annexe 9 – Étude d'une application similaire à UrTrees, « INPN Espèces »

· Principe de l'application

Dans la forme, l'application propose un principe similaire à celui de UrTrees. Il s'agit d'une application française qui permet de découvrir l'ensemble des espèces de la faune et de la flore françaises (métropole et outre-mer) à travers leurs caractéristiques, leur répartition ou encore leur statut de conversation. L'objectif en tant que « joueur » est de participer à remplir l'inventaire des espèces de sa commune en transmettant ses observations aux experts. Pour cela, il suffit de prendre une ou plusieurs photos d'un animal que l'on souhaite identifier (la photo doit être nette, et il doit s'agir d'une espèce sauvage), indiquer le lieu de l'observation avec la géolocalisation ou en rentrant le nom de la commune et préciser le groupe simple de l'espèce (poisson, mammifère, insecte, plante, etc). Une fois l'observation envoyée, le joueur est informé des avancées concernant le traitement de ses observations et ces dernières peuvent être validées par les experts. Après des recherches plus poussées, nous avons trouvé que cette application est utilisée par une très large communauté, et que les utilisateurs ne sont pas forcément des personnes qui travaillent dans la botanique. Nous nous sommes donc intéressés à l'aspect ludique de cette application afin de comprendre ce qui pousse ces utilisateurs à l'utiliser régulièrement.

· Le système de quêtes

Des quêtes sont proposées sur l'application afin de la rendre plus agréable d'utilisation et plus attrayante pour l'utilisateur. Les quêtes sont proposées dans l'objectif de répondre à une question scientifique concernant un groupe ou une espèce en particulier. En fonction des saisons, de nouvelles quêtes sont régulièrement proposées : certaines se déroulent sur plusieurs mois, d'autres sont proposées sur de plus courtes périodes. De même, certaines ciblent la métropole tandis que d'autres ciblent uniquement l'outre-mer et certaines seront nationales tandis que d'autres seront beaucoup plus locales. L'application comporte également un aspect éducatif : des activités pédagogiques sont proposées en fonction des niveaux et programmes éducatifs.

· L'essai de l'application

Nous avons installé l'application afin de nous renseigner plus en détail sur les quêtes et le système de points mis en place. L'application comporte un système de points : chaque observation envoyée par l'utilisateur rapporte un certain nombre de points en fonction de plusieurs critères comme la rareté de l'espèce capturée ou la rareté de l'espèce capturée dans la région en question. Les points permettent d'établir un classement global qui regroupe les meilleurs utilisateurs, ceux ayant fait le plus de découvertes. Au niveau des quêtes, un onglet a été créé spécialement pour ces dernières. On y retrouve une liste de 25 quêtes actives qui rapporte chacune plus ou moins de points. Par exemple, nous nous sommes renseignés sur une quête nommée « Les longicornes d'Île-de-France ». La quête s'étend du 25 mai au 30 septembre et a été instaurée dans le cadre de la réalisation d'un atlas des longicornes d'Île-de-France. Elle a été lancée par l'Opie (Office pour les insectes et leur environnement) et l'ARB idF (Agence régionale de la Biodiversité d'Île-de-France) afin d'améliorer les connaissances sur la répartition de ces coléoptères à longues antennes. La quête peut rapporter 220500 points au total si complétée : elle contient 147 objectifs, correspondant aux 147 espèces existantes. Chaque espèce capturée rapporte 1500 points. L'onglet contient de nombreuses autres quêtes, notamment sur les escargots, les tortues, le frelon asiatique ou des fleurs. On retrouve également des quêtes en préparation, qui vont bientôt débuter sur l'application.

Annexe 10 - Première maquette de la page principale de l'application et iconographie, réalisées par Ahmad



Sitographie

1. Michel de Mathelin, directeur de la publication. Organisation du laboratoire ICube. ICUBE. <https://icube.unistra.fr/organisation/> (consulté le 02/06/2023).
2. Johannes L. Schoenberger. COLMAP 3.8-dev documentation. COLMAP, 2023. <https://colmap.github.io/> (consulté le 03/06/2023).
3. Johannes L. Schoenberger & Jan-Michael Frahm. Structure-from-Motion Revisited. Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016 (extrait de l'offre de stage consulté le 05/06/2023).
4. CloudCompareWiki. Point picking. CLOUDCOMPAREWIKI, 2015. https://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php/Point_picking (consulté le 15/06/2023).
5. Inventaire National du Patrimoine Naturel. INPN Espèces. INPN, 2023. <https://inpn.mnhn.fr/accueil/participer/inpn-especes> (consulté le 21/06/2023).
6. Kibo. Le secret des applis pour nous rendre complètement addicts en stimulant notre cerveau. KIBO, 2020. <https://www.kibo.ac/applications-strategies-influence/> (consulté le 21/06/2023).
7. PlantNet. Plantnet. Pl@ntNet, 2023. <https://plantnet.org/> (consulté le 24/06/2023).