



Bac à sable interactif

Travail de bachelor réalisé par

Fanetti Simon



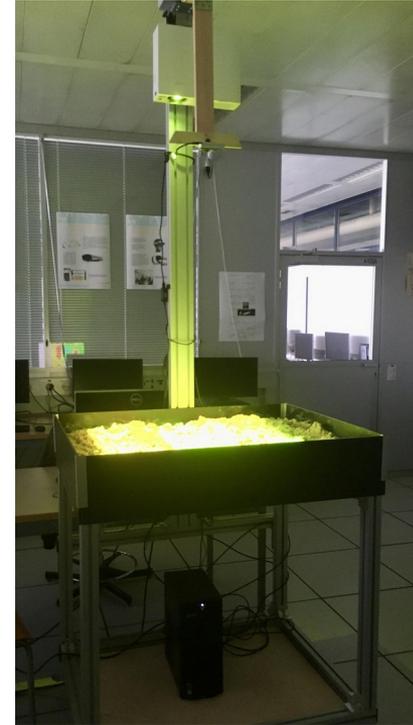
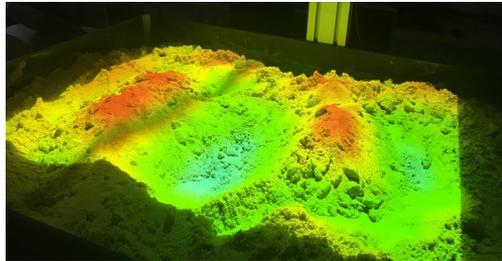
Contexte et problématique

- Architectes paysagistes produisent des maquettes de terrains en carton ou en bois.
- Maquettes non modifiables.



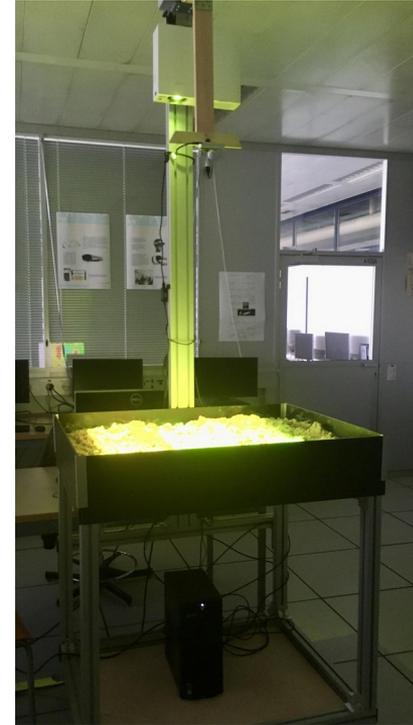
Solution

- Substituer les maquettes par un bac à sable de réalité augmentée
 - fournir des applications simulant les aménagements.



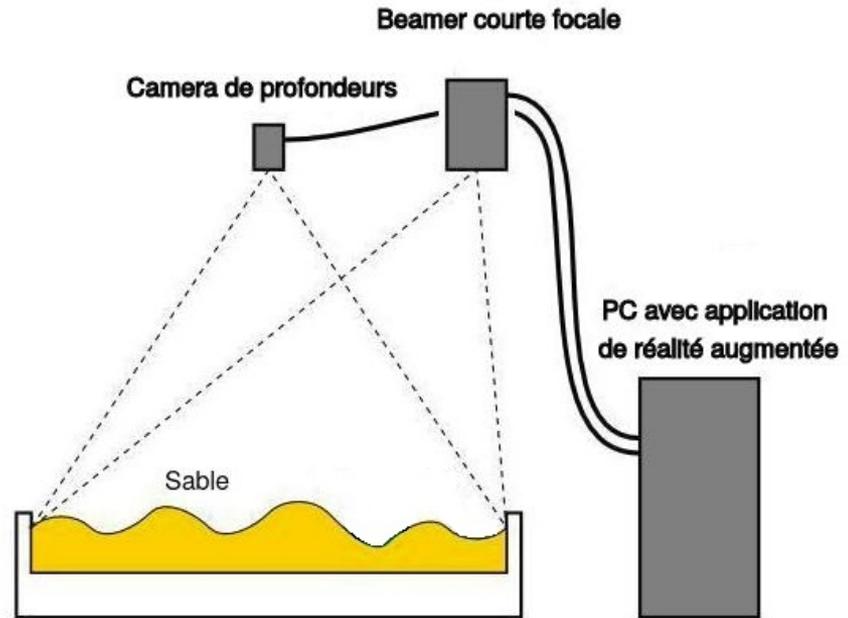
Réalité augmentée

“La réalité augmentée est la superposition de la réalité et d'éléments calculés par un système informatique en temps réel” (wikipédia)



Dispositif

- Caméra de profondeur
- Bac à sable
- Beamer
- PC

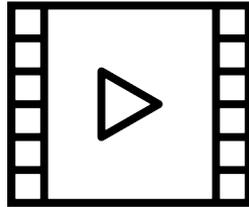


Dispositif concret

- Caméra de profondeur Intel RealSense D415
- Bac à sable (1m x 0.8m x 0.2m)
- Beamer à courte focale
- PC sous Linux

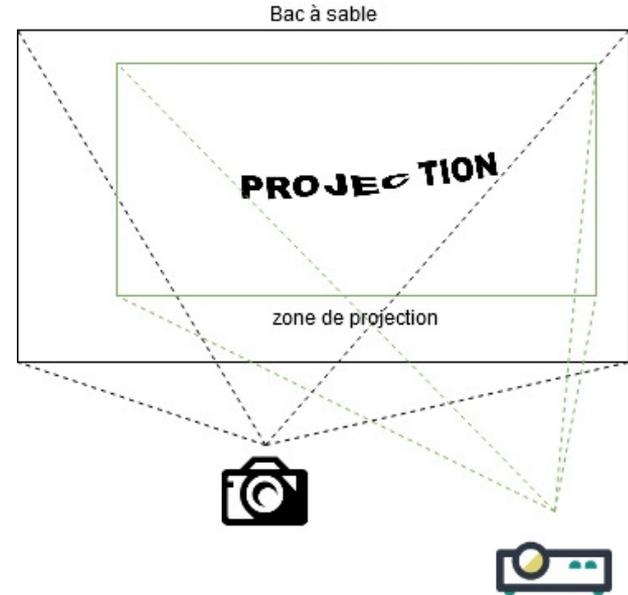


Vidéo d'application utilisateur



Problématiques d'infrastructure

- Projection sur surfaces plates
- Capture uniquement de la zone de projection
- Point de vue du beamer différent du point de vue de la caméra



Objectifs

Principal :

- Réalisation d'un bac à sable de réalité augmentée

En particulier :

- Flexibilité lors du montage du bac
- Configuration du montage
- Solution de développement d'applications sur le bac

Plan

- Réalisation
- Besoins et fonctionnalités
- Architecture
- Solutions aux problématiques d'infrastructure
- Processus et application de calibration
- Solution de développement d'application
- Conclusion

Réalisation

Bac à sable avec :

- Librairie et application de calibration
- Librairie d'utilisation
- Application de démonstration

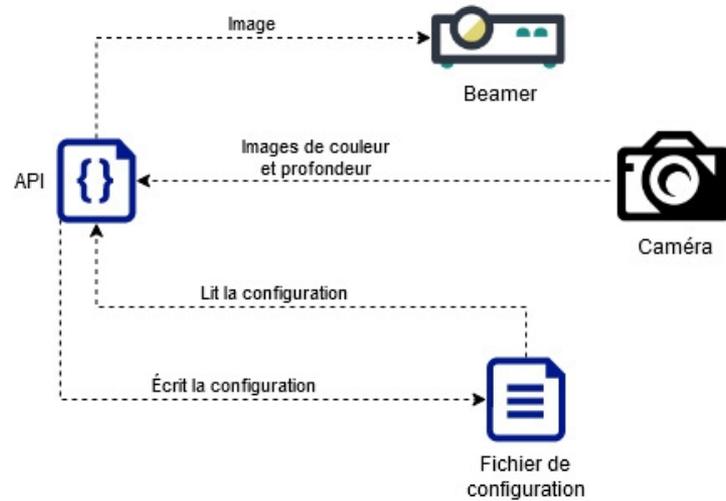
Besoins identifiés

- Mise en place du bac simplifiée
- Utilisation simple des applications utilisateurs
- Configuration persistante
- Création d'applications pour le bac

Fonctionnalités

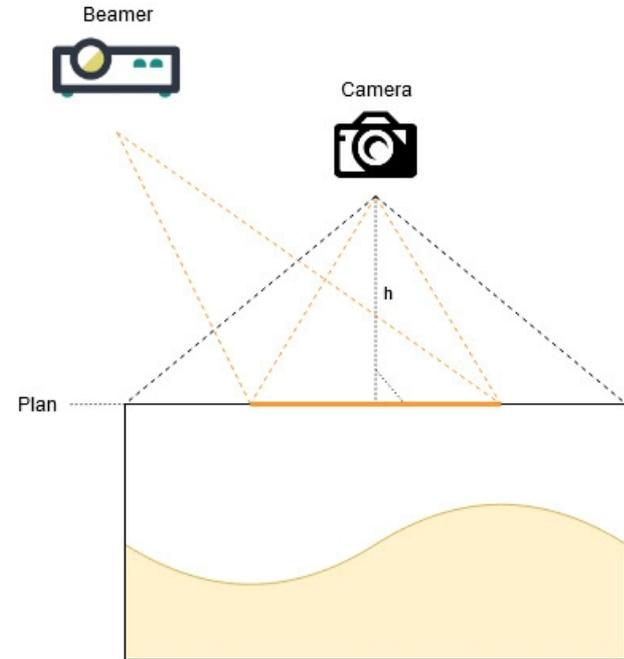
- Utilisateurs :
 - Application de calibration
 - Génération de la configuration
 - Application utilisateur avec le bac
- Développeurs :
 - Utilisation du bac :
 - Capture des images de couleur et profondeur de la caméra
 - Adaptation de l'image à projeter en fonction de la topologie
 - Création et utilisation de la configuration

Architecture



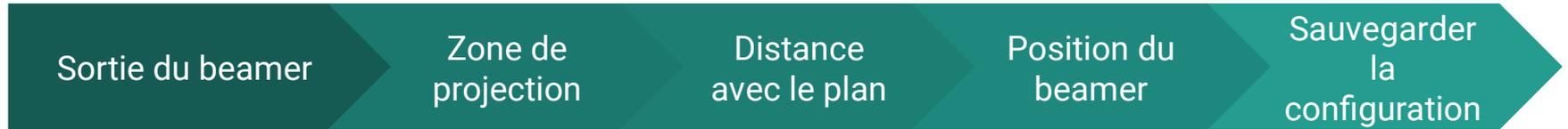
Solution aux problématiques d'infrastructure

- Plan
- Zone de projection (Orange)
- Position du beamer
- Distance avec le plan (h)

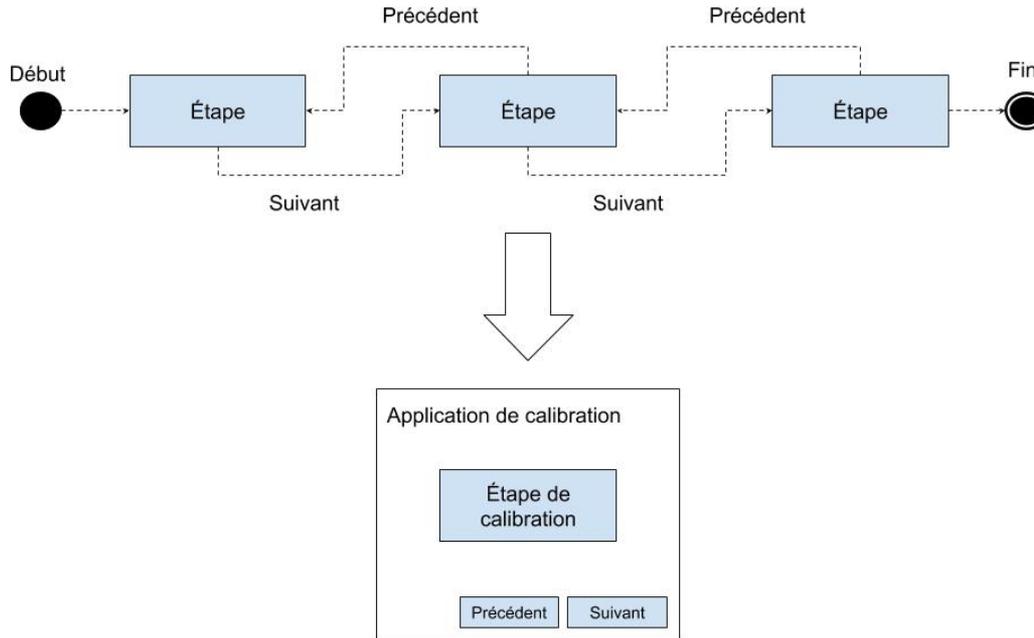


Processus et application de calibration

Processus de calibration

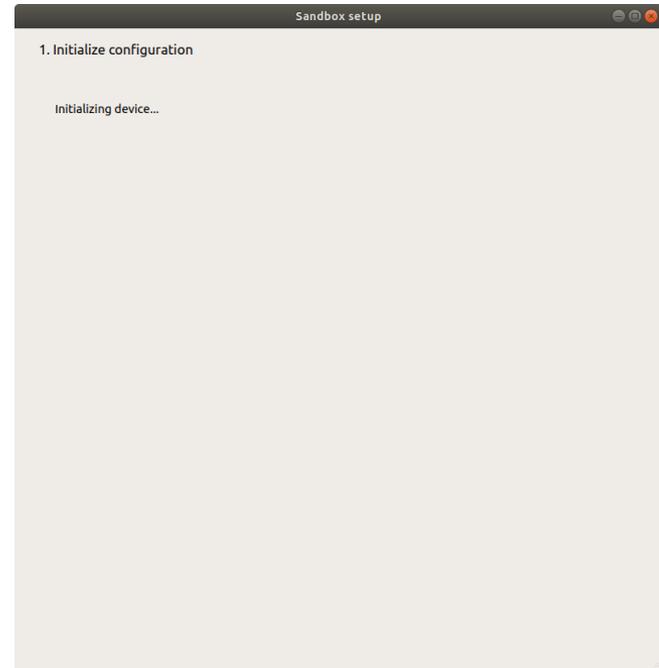


Application de calibration - Principe



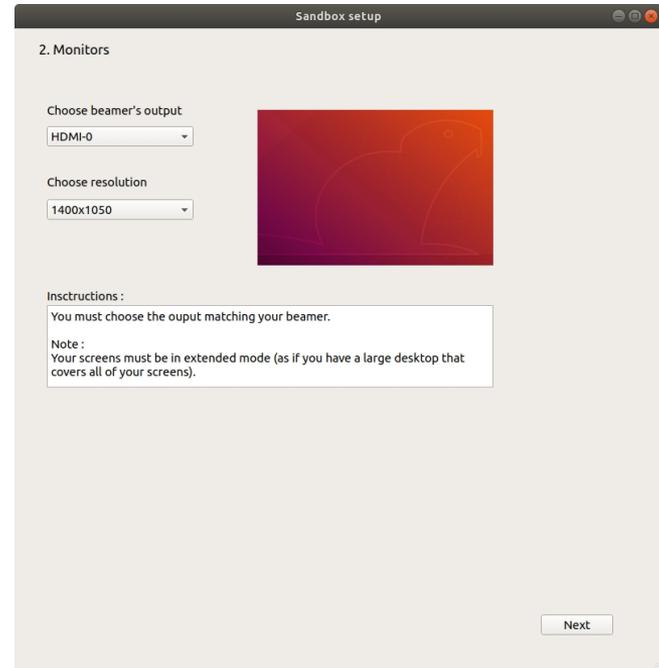
Étape de calibration - Initialisation

- Initialise la caméra



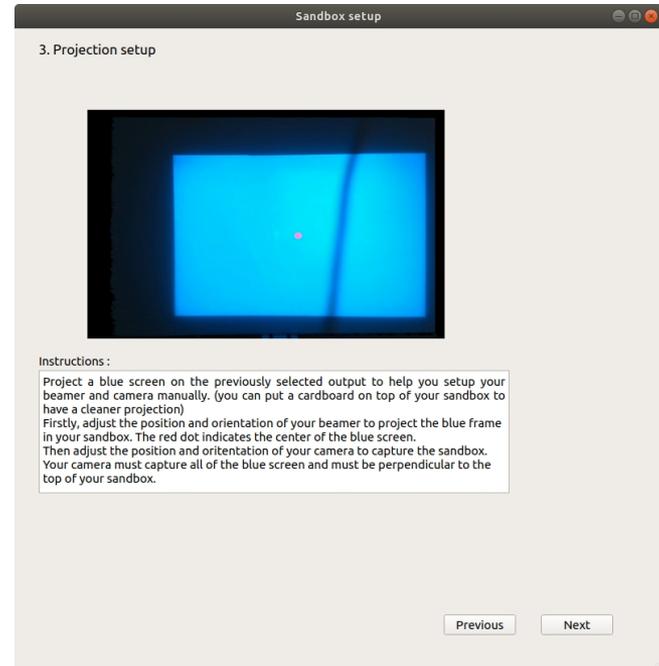
Étape de calibration - Sortie du beamer

- Sortie du beamer
- Résolution du beamer



Étape de calibration - Mise en place

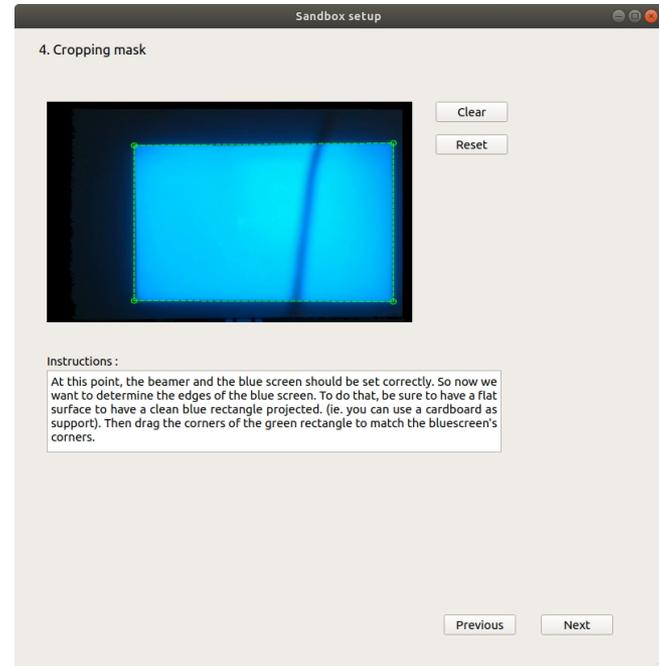
- Ajuste la projection du beamer
- Ajuste le point de vue de la caméra



Étape de calibration - Projection et Plan

Grâce au plan :

- Zone de projection
- Distance caméra - plan
- Planche en carton



Étape de calibration - Profil traitement d'image

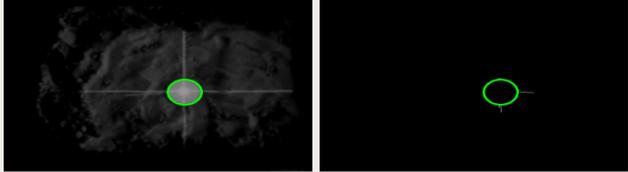
- Amélioration de la détection de la cible
- Hough Circle



Sandbox setup

5. Camera focus

Contrast + Brightness : With Canny filter :



Reset

Unrestricted

Contrast 1,04

Brightness -113

Upper Canny threshold 156

Hough accumulator threshold 28

Minimum distance between circles's center (% of the camera's width) 60

Target's size known

Minimum circle radius (% of the camera's width) 3

Maximum circle radius (% of the camera's width) 11

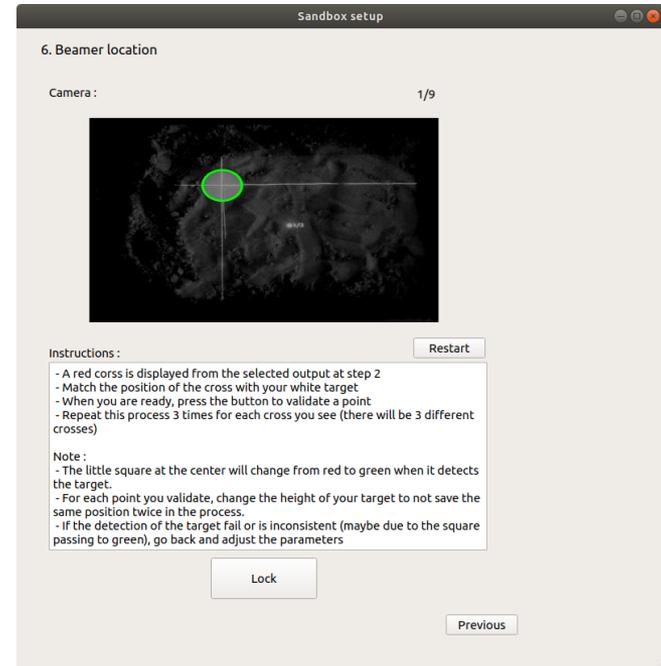
Instructions :

Now you can remove the cardboard and adjust the parameters to easily detect the circle target.

Previous Next

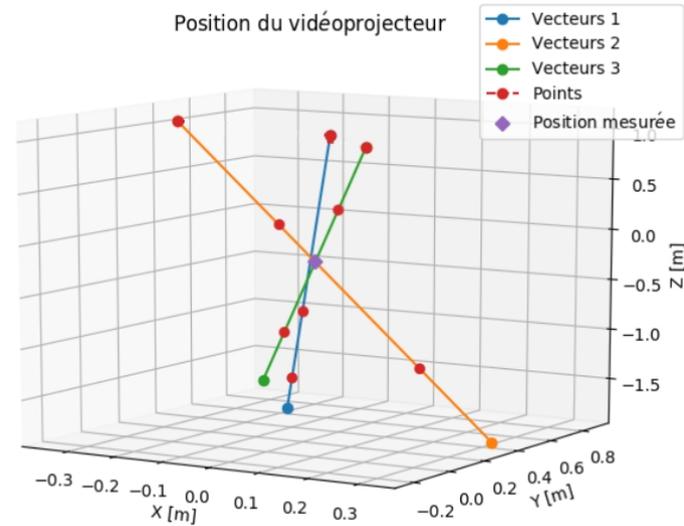
Étape de calibration - Position du beamer

- Croix projetée (3 positions différentes)
- Superposition avec la cible
- Validation d'un cercle (3 fois par croix en variant la hauteur)



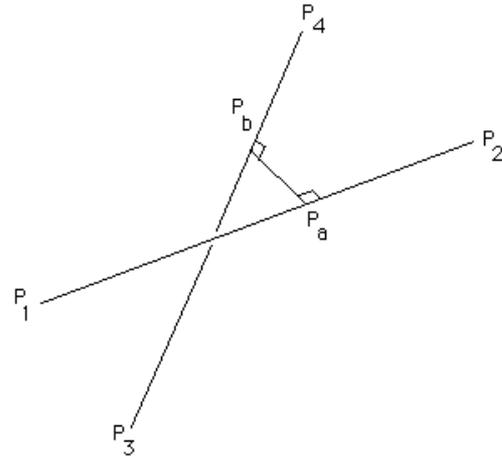
Étape de calibration - Position du beamer

- Récupère la position du centre de la cible (Point)
- Approxime une droite de régression linéaire (Vecteur)



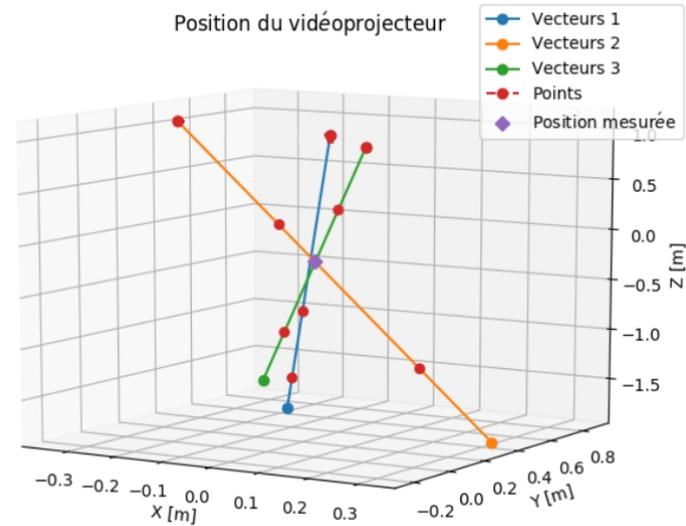
Étape de calibration - Position du beamer

- Trouve les points les plus proches (P_a , P_b) entre les vecteurs



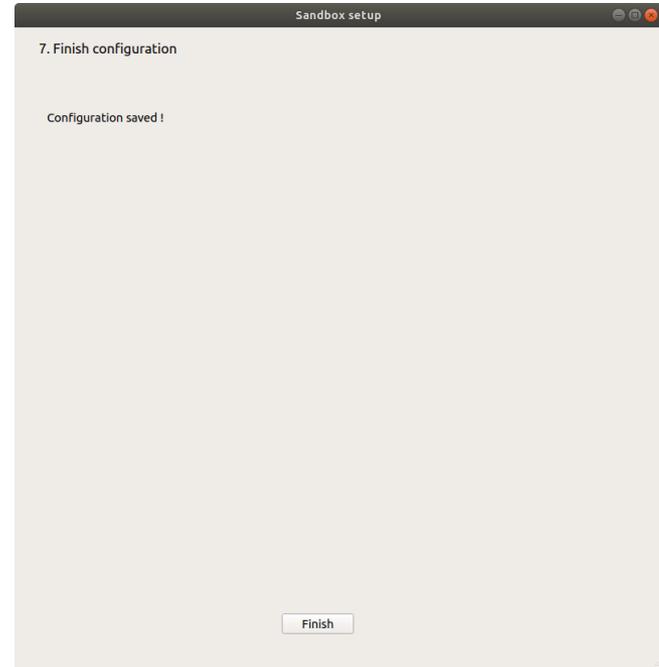
Étape de calibration - Position du beamer

- Approxime la position (Point Violet) avec les points calculés (Pa et Pb)



Étape de calibration - Configuration

- Sauvegarde la configuration dans un fichier

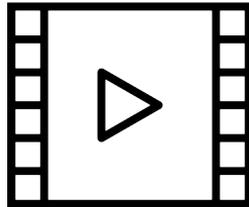


Étape de calibration - Configuration

- Fichier de configuration YAML

```
AdjustingMatrix:  
  angle: -0.63377702050241091  
  width: 3  
  height: 2  
  matrix: [0.999938846, -0.0110612698, 0, 0.0110612698, 0.999938846, 0]  
DistanceTopSandbox:  
  distance: 1.00800002  
CroppingMask:  
  x: 156  
  y: 95  
  width: 452  
  height: 338  
BeamerResolution:  
  width: 1400  
  height: 1050  
BeamerPosition:  
  x: 0.05  
  y: 0.2  
  z: -0.3  
FrameProcessProfil:  
  contrast: 1.8100000000000001  
  brightness: -163  
  minDistance: 60  
  cannyEdgeThreshold: 137  
  houghAccThreshold: 30  
  minRadius: 4  
  maxRadius: 11
```

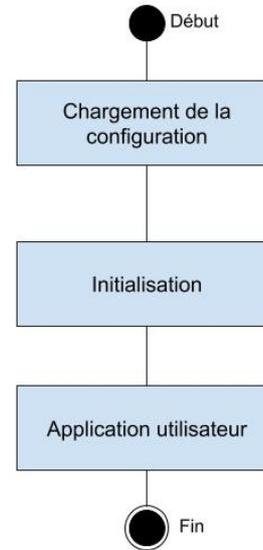
Vidéo d'application de calibration



Solution de développement d'application

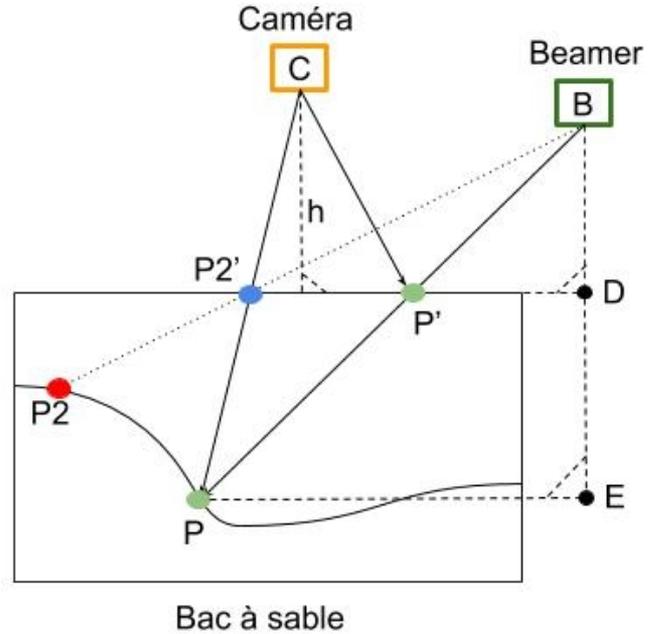
API de développement d'application

- Librairie d'utilisation
 - Initialisation de la caméra
 - Chargement de la configuration
 - Capture des images de couleur et profondeur
 - Adaptation de l'image à projeter en fonction de la topologie

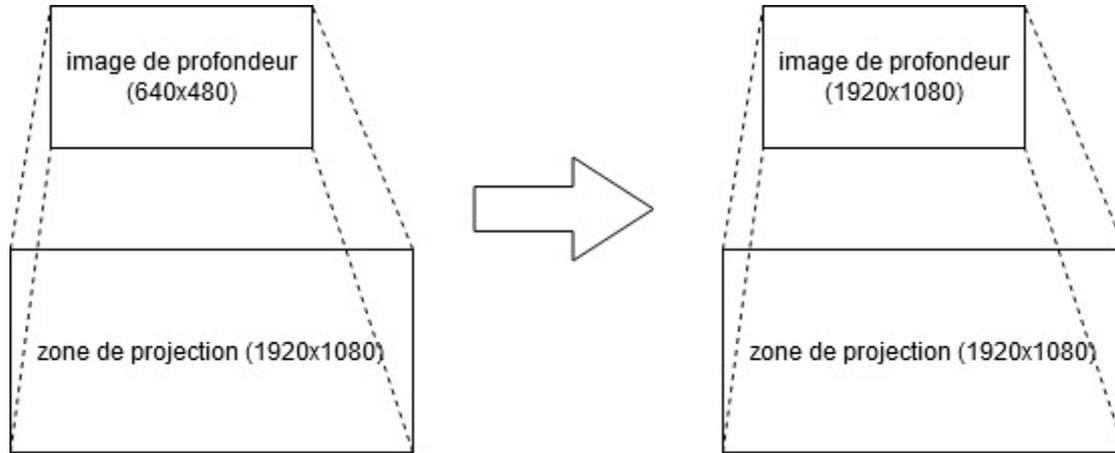


Principe d'ajustement d'un pixel

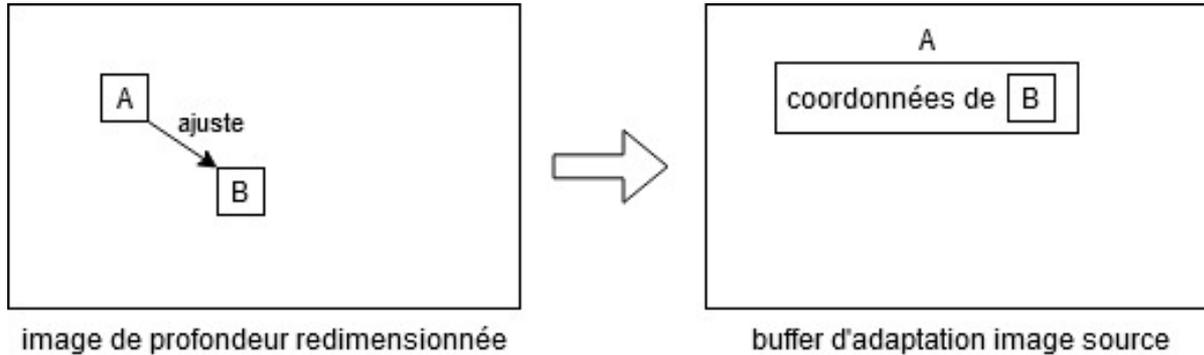
- CP connu
- Position du beamer (B)
- Distance avec le plan (h)
- CP' recherché



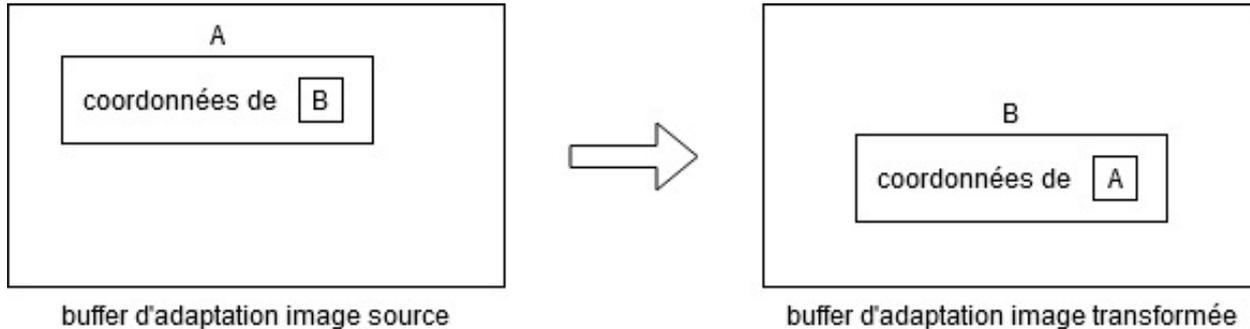
Processus d'ajustement de la projection



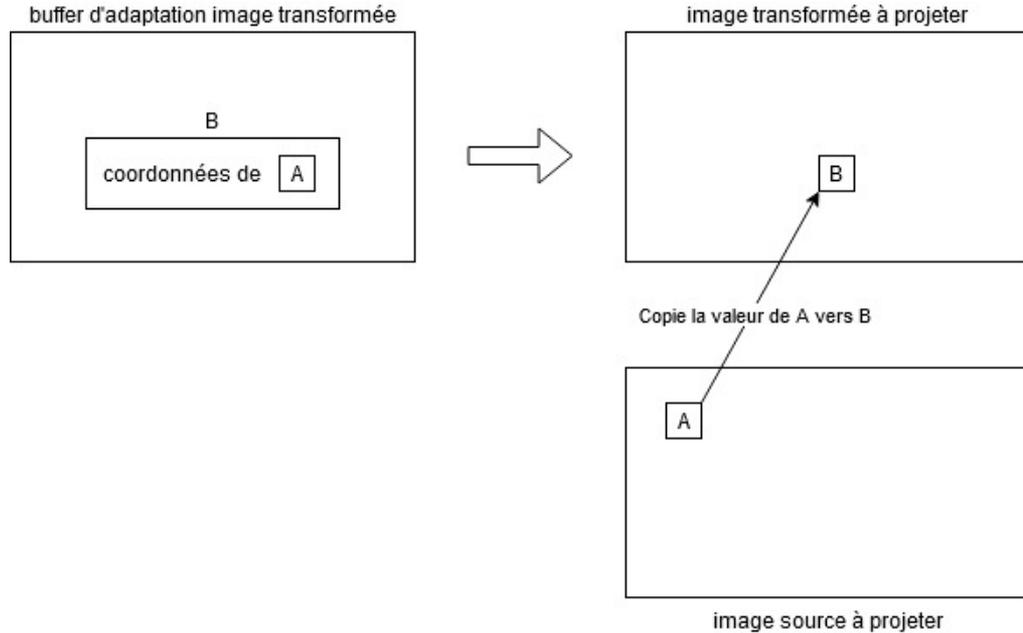
Processus d'ajustement de la projection



Processus d'ajustement de la projection

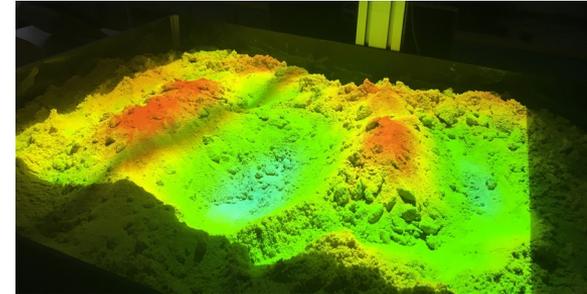
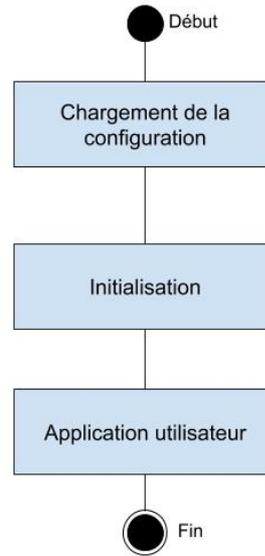


Processus d'ajustement de la projection



Application utilisateur

- API d'utilisation
 - Initialisation
 - Configuration
 - Captures
 - Ajustement



Conclusion

Conclusion

- Les architectes paysagistes peinent à modifier leurs maquettes de terrain une fois qu'elles sont créées
- Réalisation :
 - Création d'un bac de réalité augmentée
 - Application de calibration avec fichier de configuration
 - API de développement d'application utilisateurs

Conclusion

- Améliorations :
 - Vitesse d'ajustement d'une image à projeter
 - Exécutable pour l'application de calibration
 - Installer la librairie d'utilisation à la racine de l'OS

- Perspectives :
 - Application de sauvegarde et reproduction d'une topologie
 - Application de traçage de topologie à distance

Bilan personnel

- Conditions de réalisation particulières (COVID-19)
 - Dispositif temporaire à domicile
- Projet et application fonctionnel en C++ et Qt
- Technologies et réalisation interactives

Questions

?