

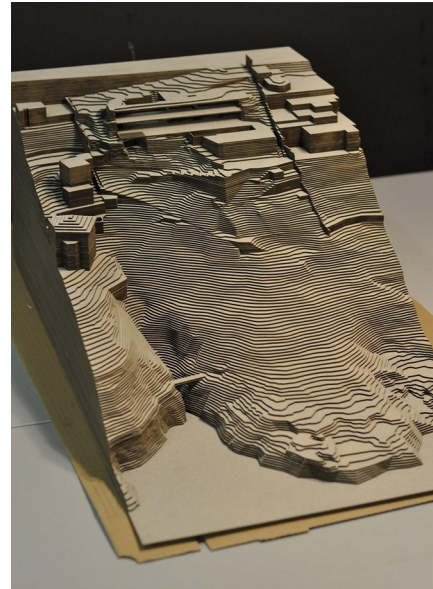
# Bac à sable interactif

Travail de bachelor réalisé par

Fanetti Simon

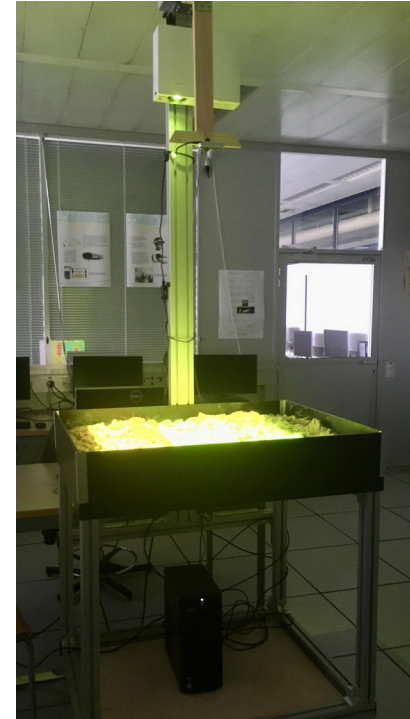
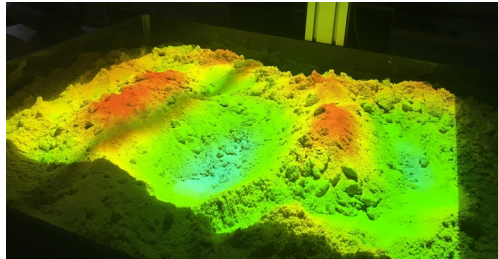
# Contexte et problématique

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



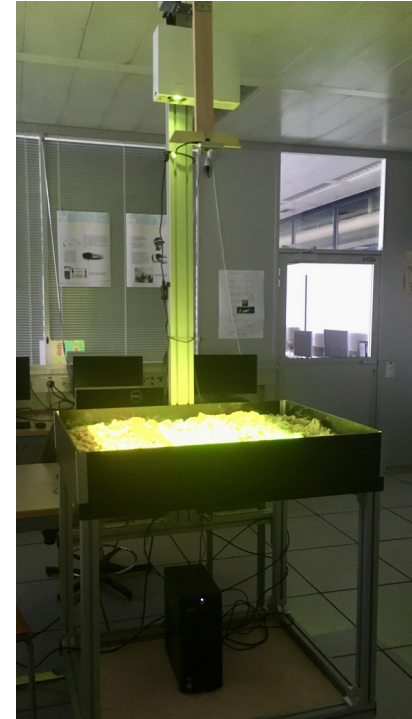
# Solution

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



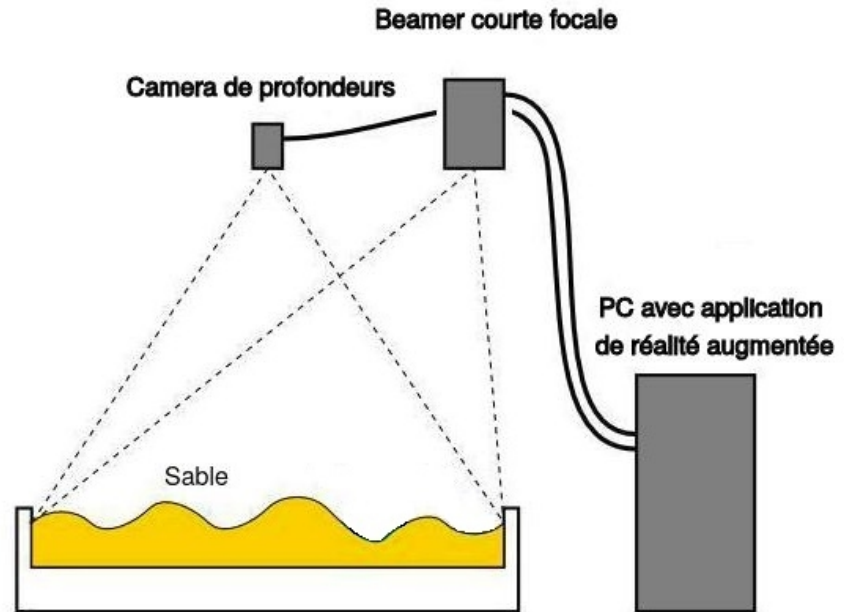
# Réalité augmentée

*“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

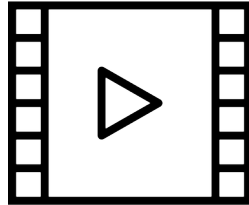


# Dispositif concret

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

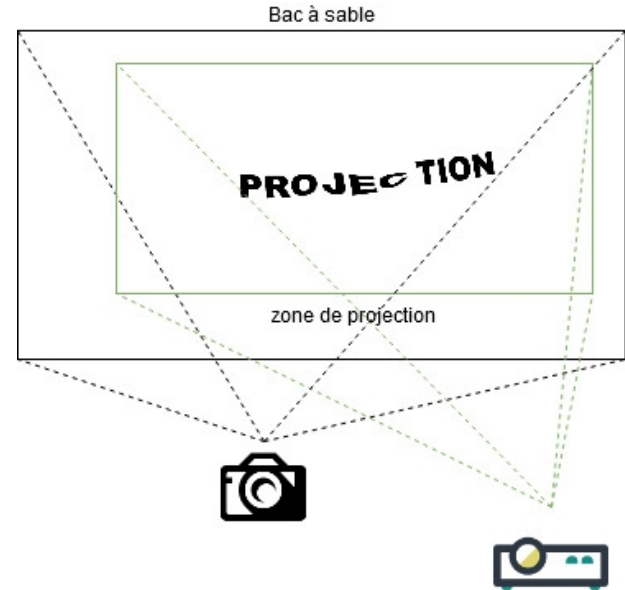


# Vidéo d'application utilisateur



# 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

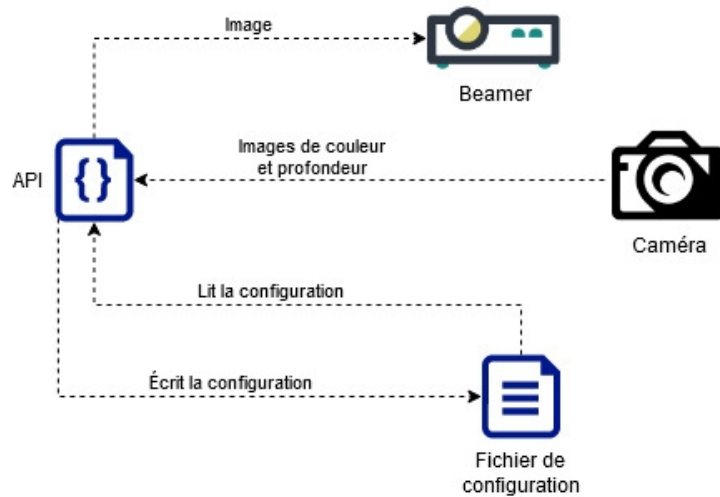
# Besoins identifiés

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

# Fonctionnalités

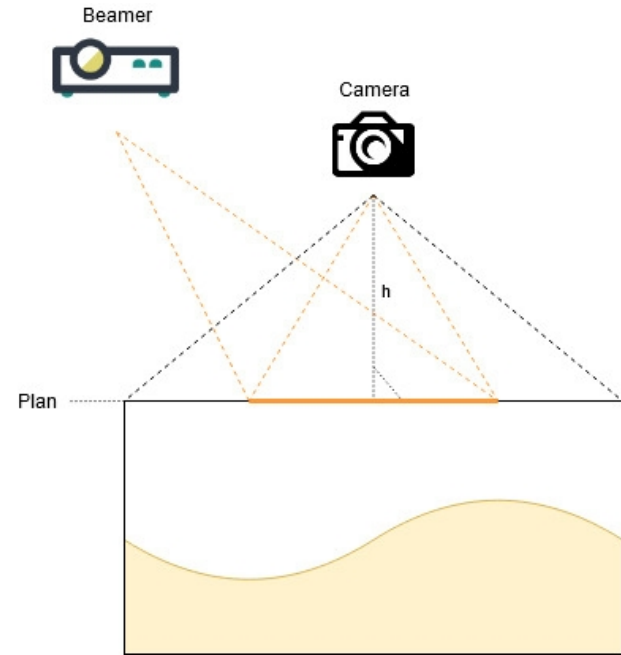
- Utilisateurs :
  - Application de calibration
  - Génération de la configuration
  - Application utilisateur avec le bac
- Développeurs :
  - Utilisation du bac :
    - Capture des images de couleur et profondeur de la caméra
    - Adaptation de l'image à projeter en fonction de la topologie
  - Création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

# Architecture



# Solution aux problématiques d'infrastructure

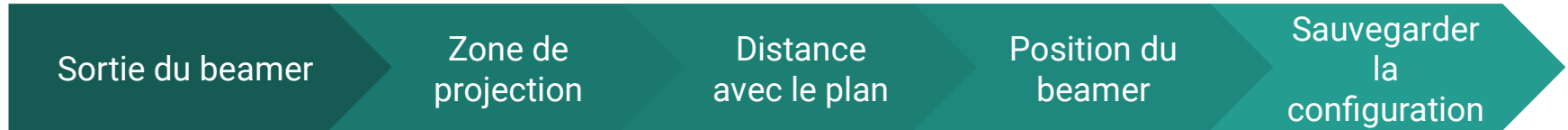
- Plan
- Zone de projection (Orange)
- Position du beamer
- Distance avec le plan ( $h$ )



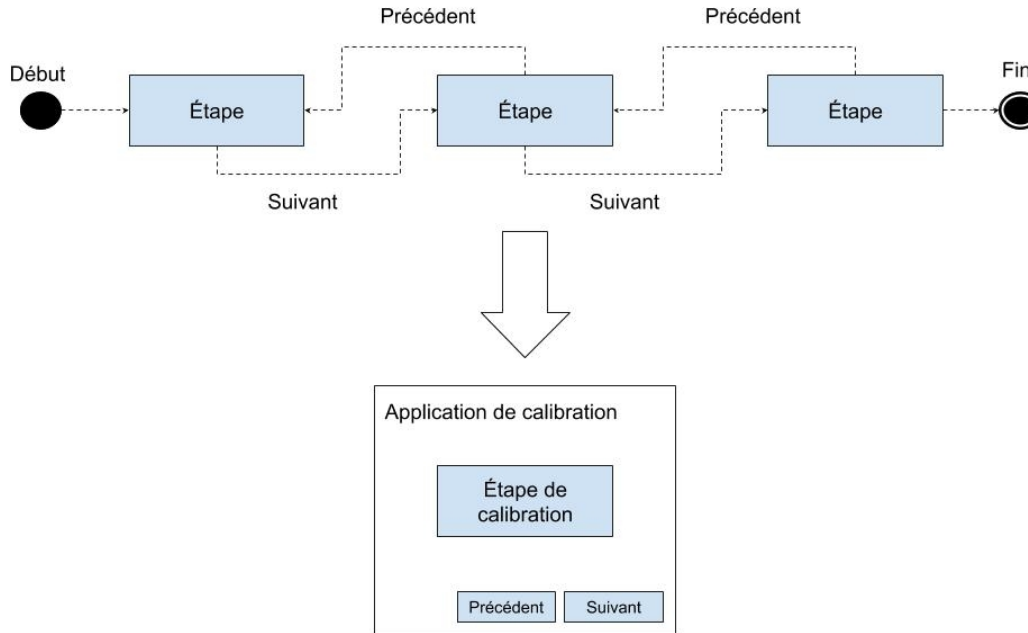
# Processus et application de calibration



# Processus de calibration

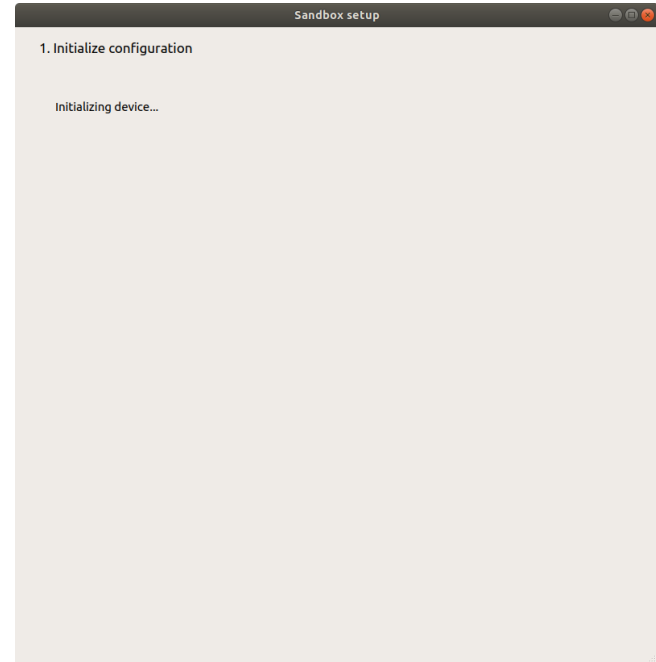


# Application de calibration - Principe



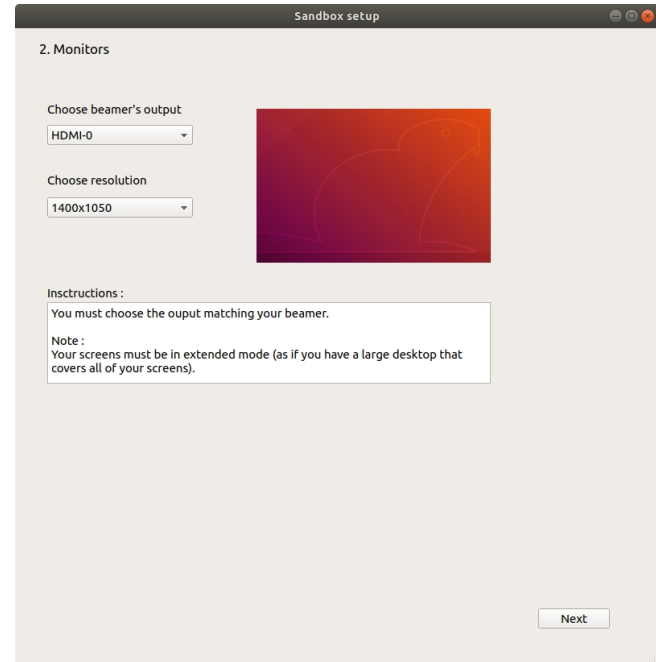
# Étape de calibration - Initialisation

- Initialise la caméra



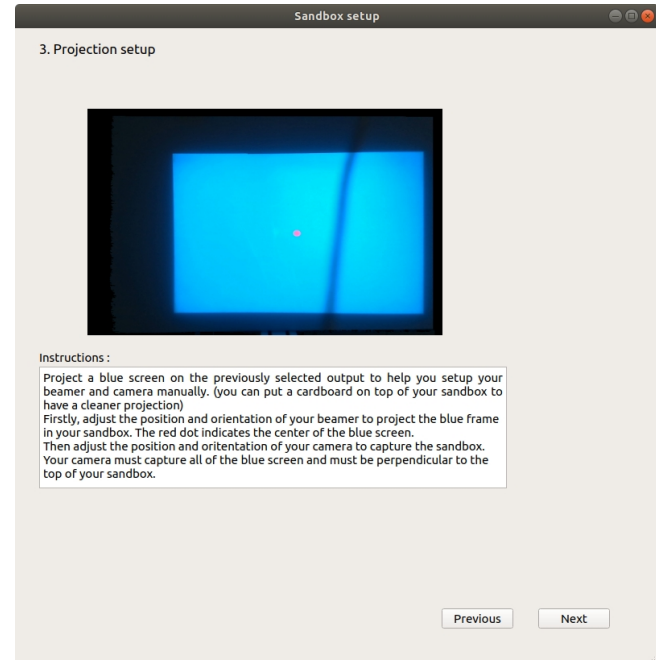
# Étape de calibration - Sortie du beamer

- Sortie du beamer
- Résolution du beamer



# Étape de calibration - Mise en place

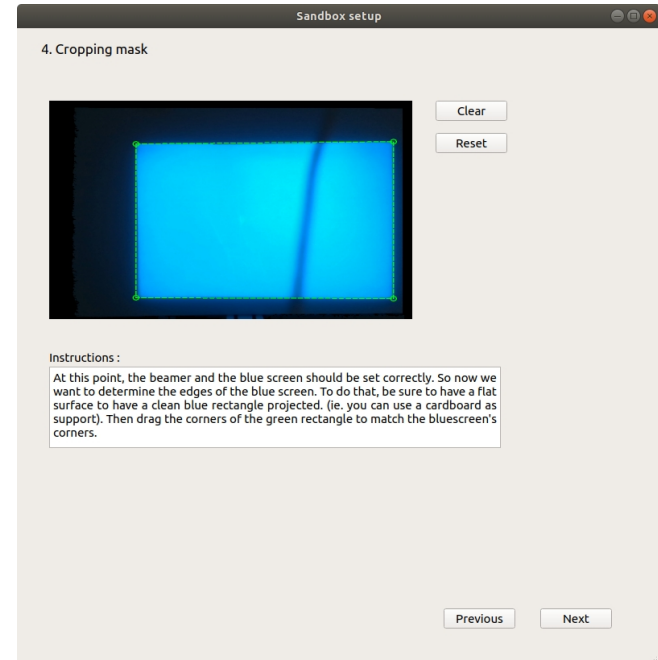
- Ajuste la projection du beamer
- Ajuste le point de vue de la caméra



# Étape de calibration - Projection et Plan

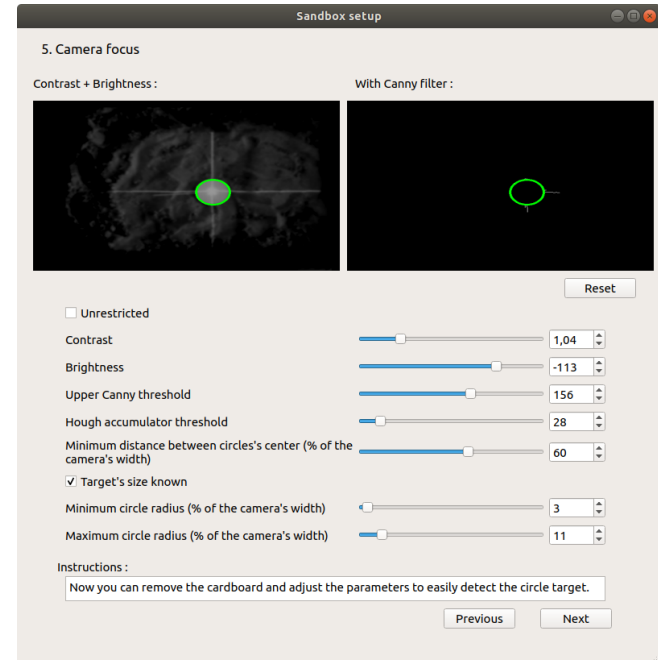
Grâce au plan :

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



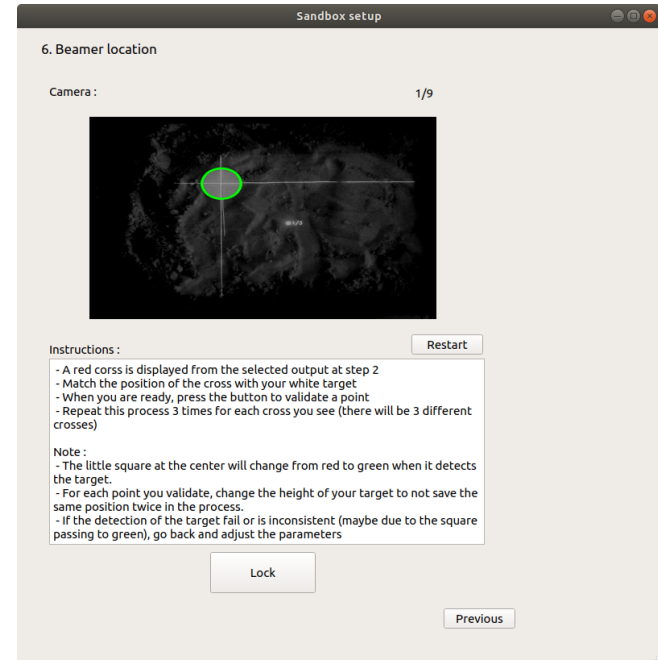
# Étape de calibration - Profil traitement d'image

- Amélioration de la détection de la cible
- Hough Circle



# Étape de calibration - Position du beamer

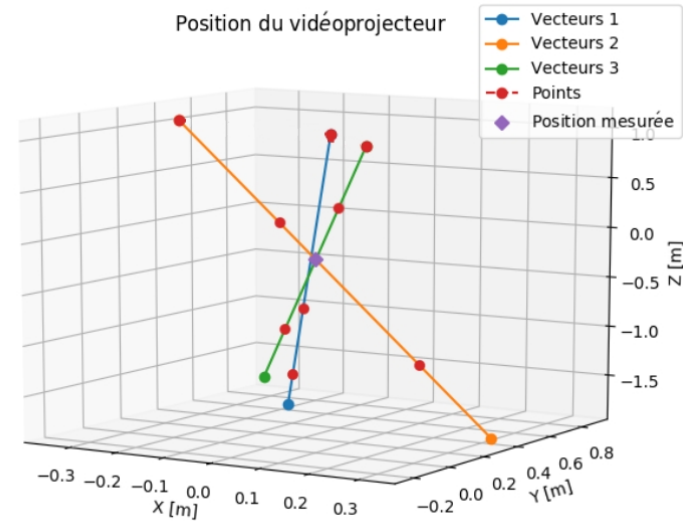
- Croix projetée (3 positions différentes)
- Superposition avec la cible
- Validation d'un cercle (3 fois par croix en variant la hauteur)





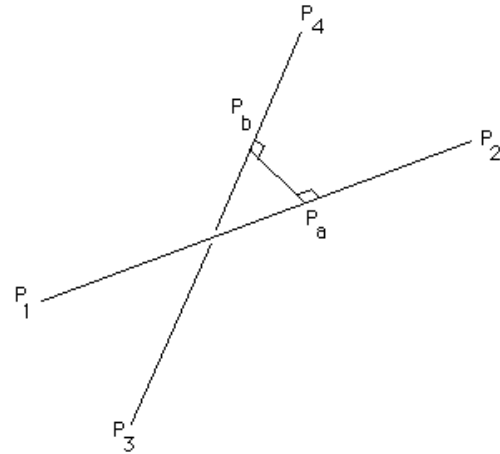
# Étape de calibration - Position du beamer

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



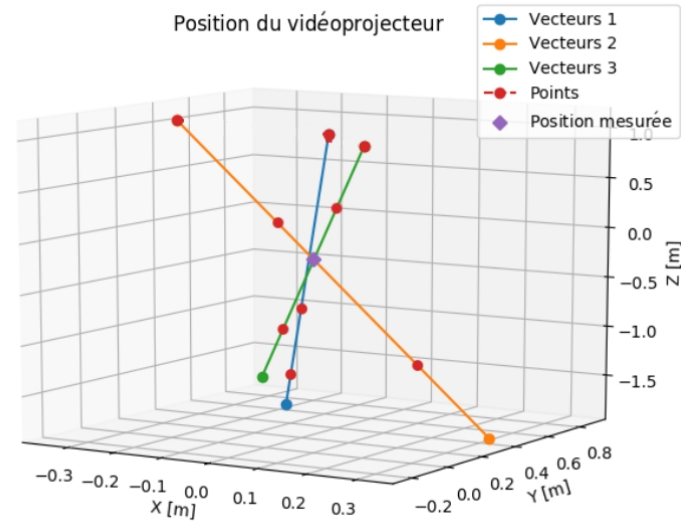
# Étape de calibration - Position du beamer

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



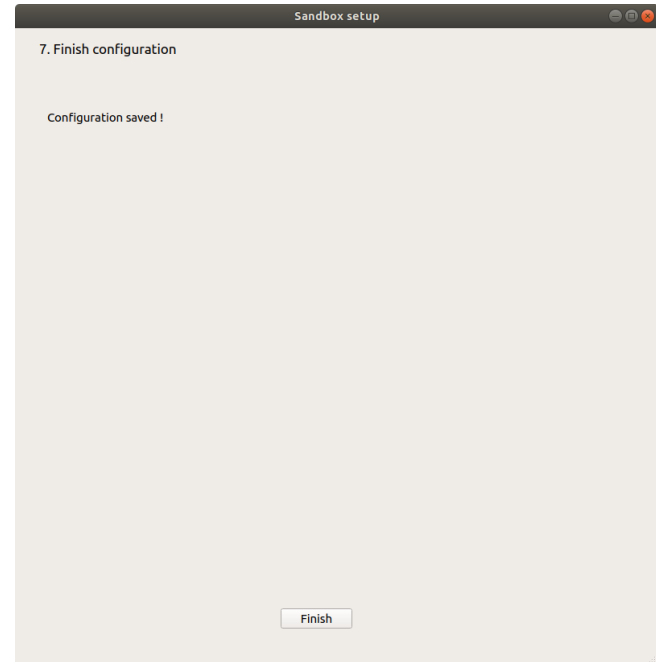
# Étape de calibration - Position du beamer

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



# Étape de calibration - Configuration

- Sauvegarde la configuration dans un fichier



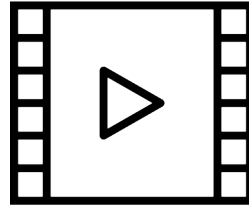
# Étape de calibration - Configuration

- 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
FrameProcessProfile:
  contrast: 1.8100000000000001
  brightness: -163
  minDistance: 60
  cannyEdgeThreshold: 137
  houghAccThreshold: 30
  minRadius: 4
  maxRadius: 11
```

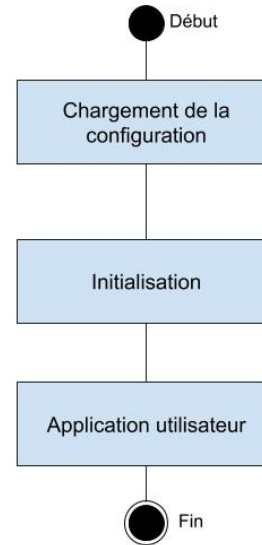
# Vidéo d'application de calibration



# Solution de développement d'application

# API de développement d'application

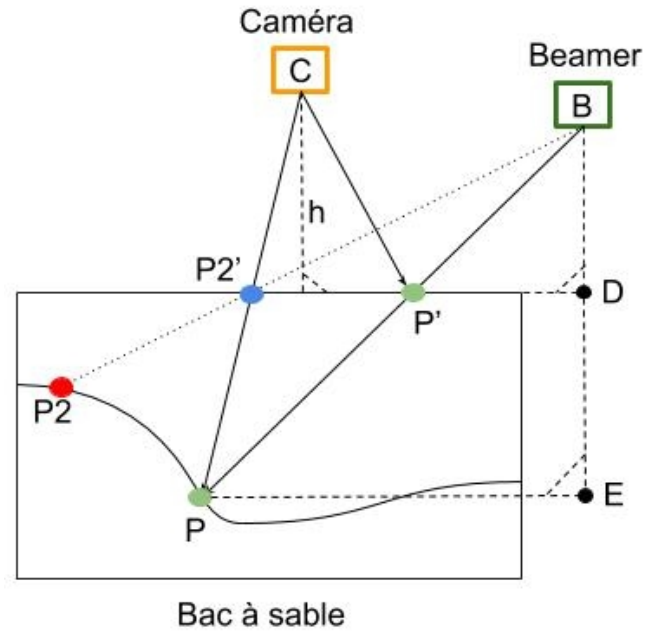
- Librairie d'utilisation
  - Initialisation de la caméra
  - Chargement de la configuration
  - Capture des images de couleur et profondeur
  - Adaptation de l'image à projeter en fonction de la topologie



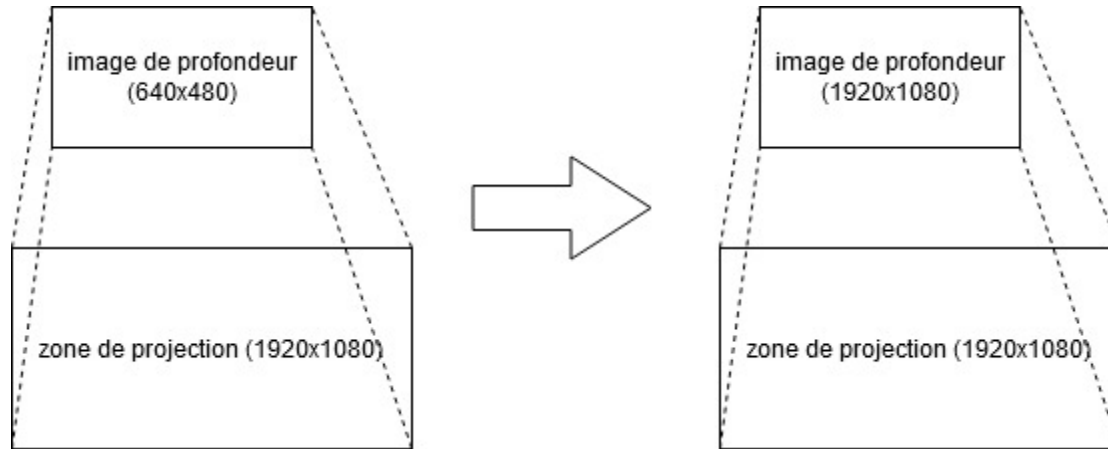


# Principe d'ajustement d'un pixel

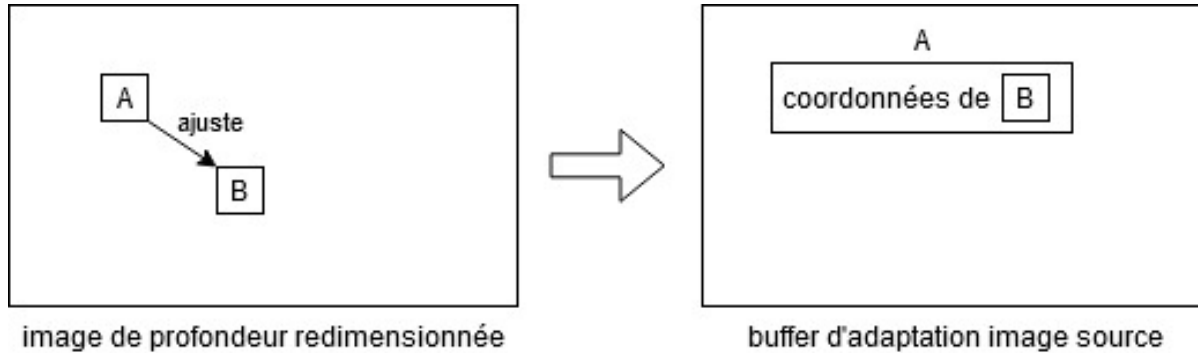
- CP connu
- Position du beamer (B)
- Distance avec le plan (h)
- CP' recherché



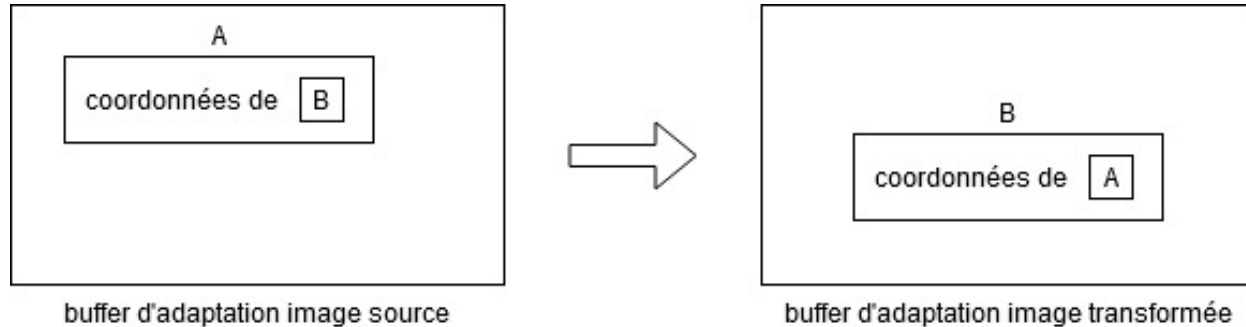
# Processus d'ajustement de la projection



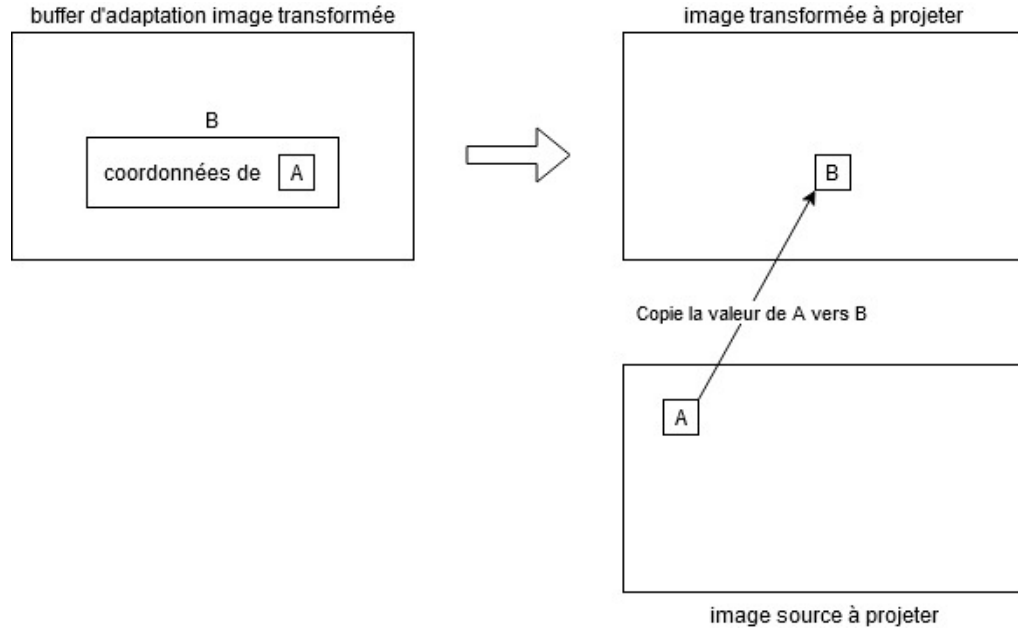
# Processus d'ajustement de la projection



# Processus d'ajustement de la projection

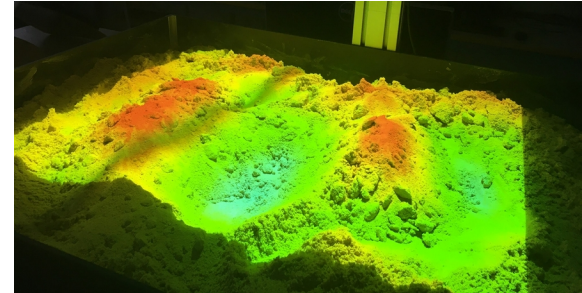
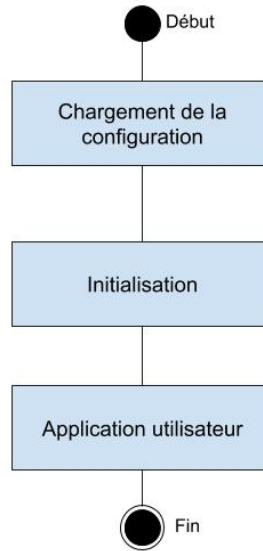


# Processus d'ajustement de la projection



# 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

?