Projet “Reconnaissance de clés”

P4 - LEROY Yanis et MAES Sébastien

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Plan

1/ Objectifs du projet

2/ Recherche documentaire et étude du code existant

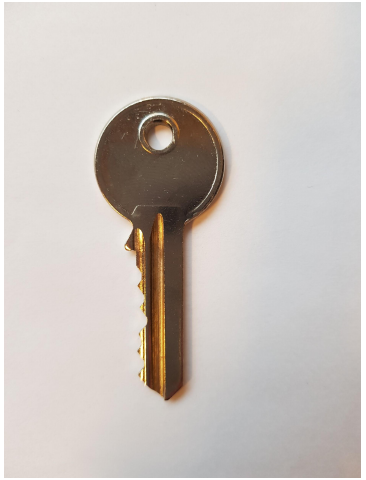
3/ Recherche de solutions

4/ Solutions adoptées et résultats

5/ Bilan

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Objectifs du projet



→ À partir d'une photo prise à partir d'un smartphone, mesurer les crans d'une clé et en récupérer les codes

→ Une recopie de la clé rapide et moins onéreuse que l'utilisation de matériel de mesure spécialisé

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Recherche documentaire et étude du code existant

→ Recherche de documentation sur les différents types de clés, normes de “découpe”

→ Recherche de documentation sur les outils de traitement d’image (OpenCV en particulier)

→ Étude des documents présents dans la bibliographie du rapport de projet réalisé en P3

→ Étude du code existant réalisé en P3 : fonctionnements, points forts, points faibles

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Bilan des améliorations à effectuer

→ Pouvoir effectuer des mesures sur davantage de types de clés

→ Pouvoir obtenir des mesures quel que soit le sens, l'orientation de la clé dans la photo

→ Améliorer la précision des mesures

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

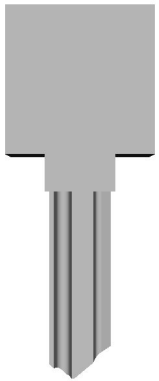
Recherche de solutions

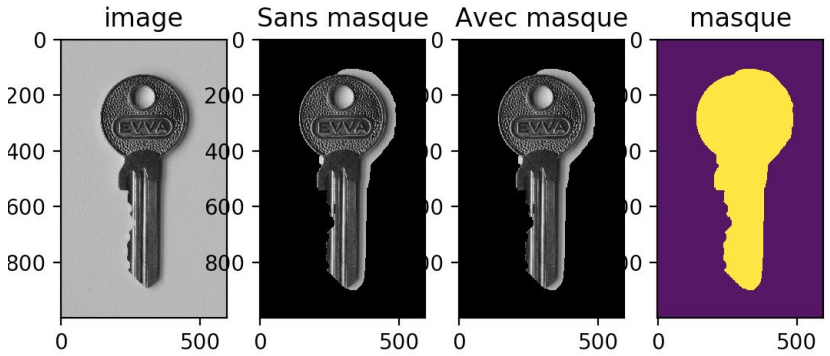
Étude de l'outil GrabCut

→ **Extraire la clé du fond**

→ **La comparer avec un modèle**

Problèmes rencontrés :





- formes de la clé empêchent une bonne extraction
- photo et modèles trop éloignés

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Recherche de solutions

Étude du “pattern matching”

→ **Rogner l’image au plus près de la clé**

Problèmes rencontrés :

- L’algorithme compare pixel par pixel

  → modèle de clé et la photo trop différents

- Le modèle et l’image doivent être parfaitement alignés

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Recherche de solutions

Étude du “Principal Component Analysis” (PCA)

→ **“Réorienter” la photo de la clé (remplacer l’algorithme de “Hough”)**

Problèmes rencontrés :

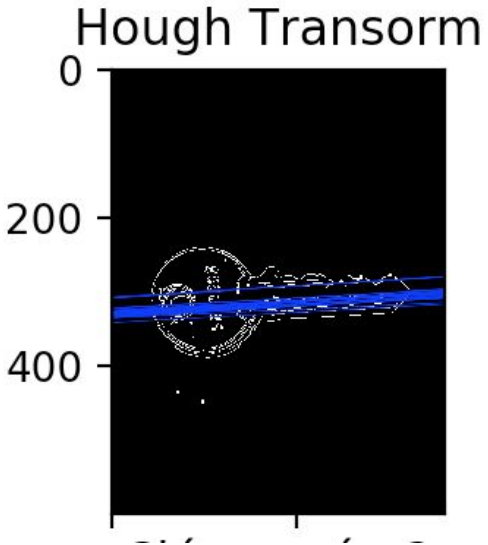
- Manque de précision par rapport à l’algorithme de Hough
- Algorithme facilement “trompé” par le fond ou “détails” sur la clé

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Solutions adoptées - Orientation de la clé

→ Utilisation de la solution “Hough Transform” de la bibliothèque OpenCV

→ Génération des paramètres de seuil de façon automatique



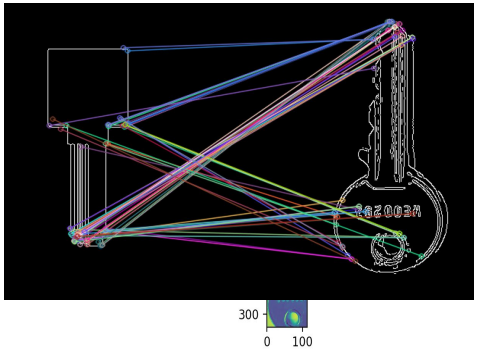
IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

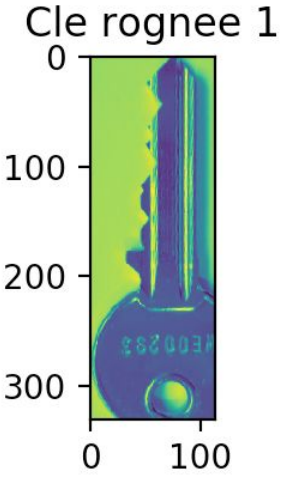
Solutions adoptées - Recadrage de la photo

→ Utilisation de l'algorithme de "Feature Matching"

→ Recherche de points clés sur la photo et le modèle puis mise en correspondance

→ Correspondances parfois incorrectes MAIS résultat final très acceptable





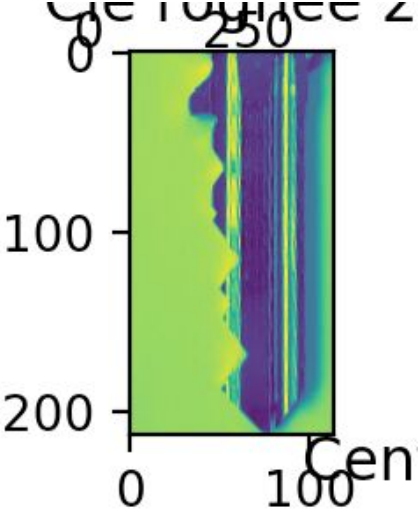
IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Solutions adoptées - “inversement” et finalisation de recadrage

→ Utilisation de l’algorithme “Hough Circle” pour rechercher un cercle dans l’image : correspond au haut de la clé

→Obtient donc l’orientation de la clé (vers le haut ou le bas)

→ Permet de couper l’image en dessous du cercle trouvé



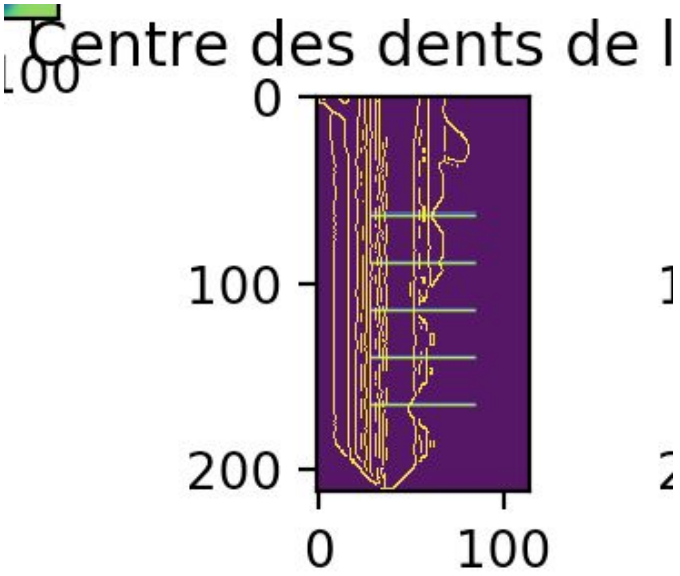
IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Solutions adoptées - Recherche des contours de la clé

→ Utilisation de l'algorithme "Canny Edges" pour rechercher les contours de la clé

→ Réalisation d'une fonction pour obtenir uniquement les contours à gauche et droite

→ Calcul et comparaison de la variance des contours gauche-droite pour réorienter (si besoin) les crans sur la droite



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

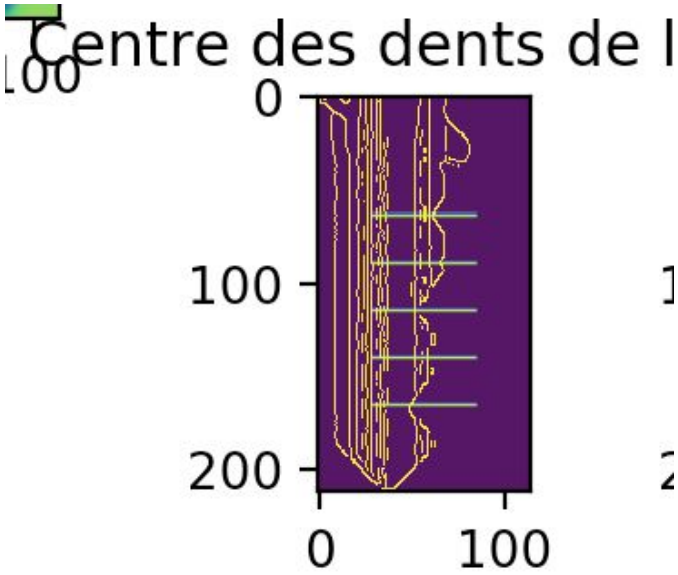
Solutions adoptées - Recherche du “shoulder” et du premier cran

→ “Shoulder” permet de mesurer la profondeur des crans : repère

→ L’espace entre les dents est constant : en connaissant la position du premier, on trouvera les autres

Pour déterminer le shoulder → Le contour le plus à droite

Pour déterminer le premier cran → Recherche du contour le plus à gauche entre le shoulder et une marge de 50px



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Solutions “en cours” - Recherche automatique des crans

Son fonctionnement :

1/ Calcul des dérivées des contours droits

2/ Recherche des coordonnées Y où il y a plus de 2 points stagnants **(dérivée nulle)**

3/ **Séparation des points trouvés** → création d’ensembles contenant les coordonnées Y des points séparés de 1 px (correspond à une dent)

4/ **Calcul de la médiane** de ces ensembles

Solution pas encore fonctionnelle :

→ Manque de précision dans la détection des contours

→ Image de moyenne qualité (ombres, reflets, lentilles de smartphones imparfaites..)

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

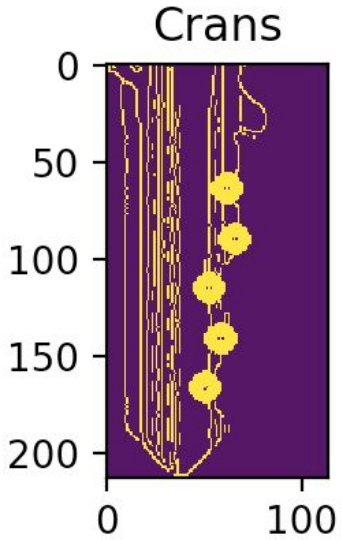
Solutions adoptées - Mesure de profondeur des crans

Avec les coordonnées en Y des crans calculés auparavant :

→ Retourne la coordonnée X correspondant

→ Enregistre dans une liste puis trace des cercles pour visualiser le résultat

→ Retourne la différence entre la position X du shoulder et celle de chaque cran

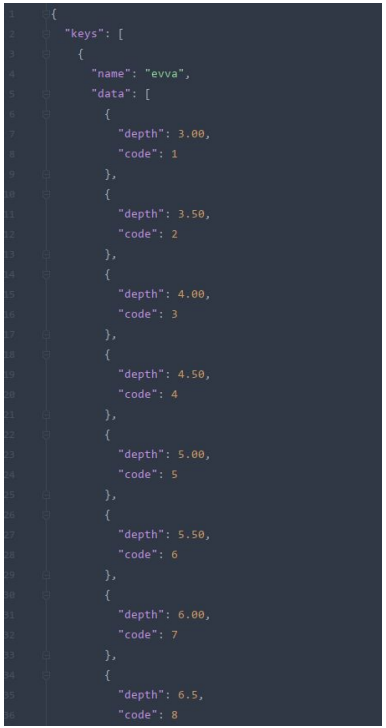



```
Profondeur des crans :  [2.817, 2.254, 4.085, 3.239, 4.366]
```

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Solutions adoptées - Obtention du code de la clé

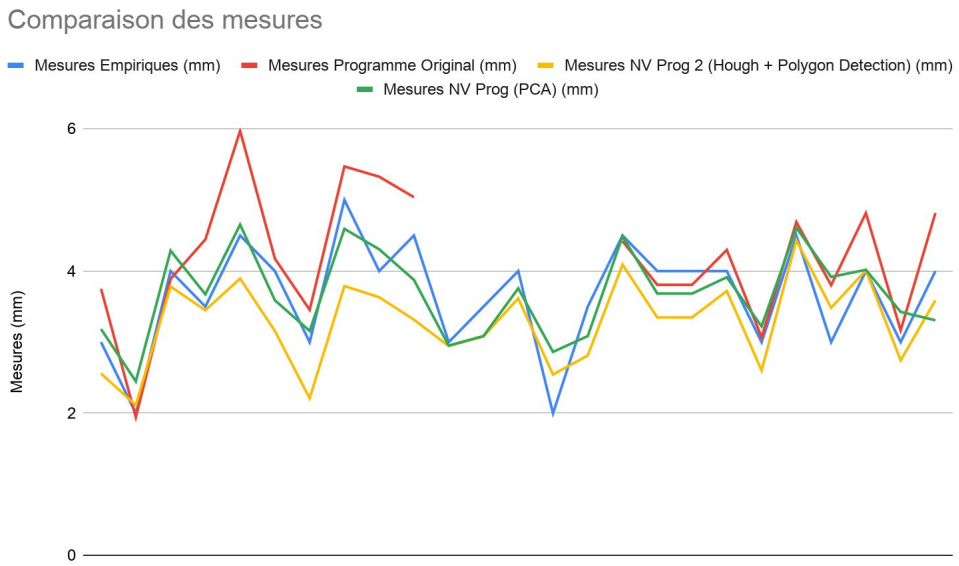
- Les codes associés à la profondeur des crans, pour chaque clé connue, sont stockés dans un fichier JSON.
  - **Avantages:** Ajouter facilement plus de clés + Format standard très utilisé
- Il s'agit d'une liste de clés. Chaque clé possède 2 attributs : "name", et "data" qui contient la liste des codes et profondeurs fournies par le fabricant
- On sélectionne la clé correspondante
- Pour chaque profondeur mesurée d'un cran, on vérifie si elle est dans un intervalle centré autour de la valeur du fabricant. *(valFab - 0.25 <= valMes < valFab + 0.25)*



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Résultats

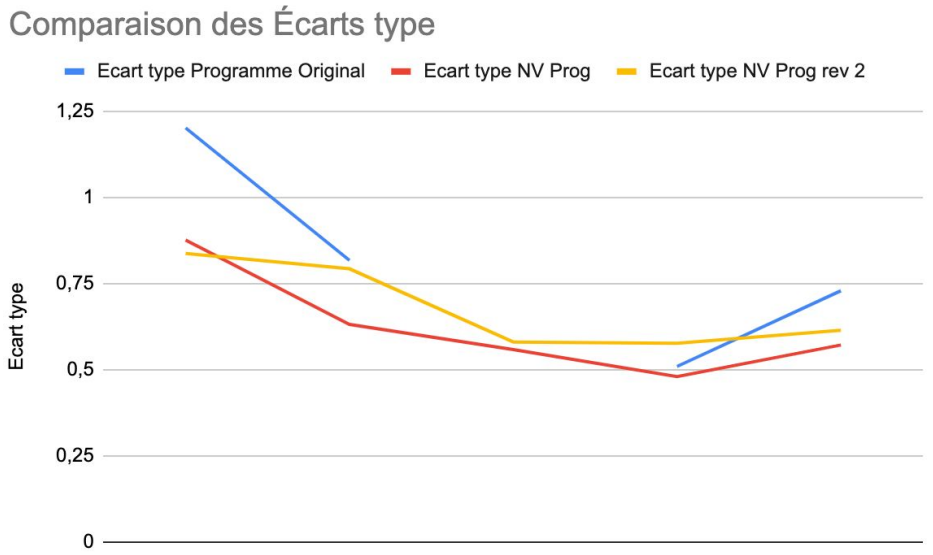
- Avec d'autres clés, le programme original renvoie des mesures assez éloignées de la réalité voire aucune.
- **Une amélioration est visible pour le nouveau programme**



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Résultats

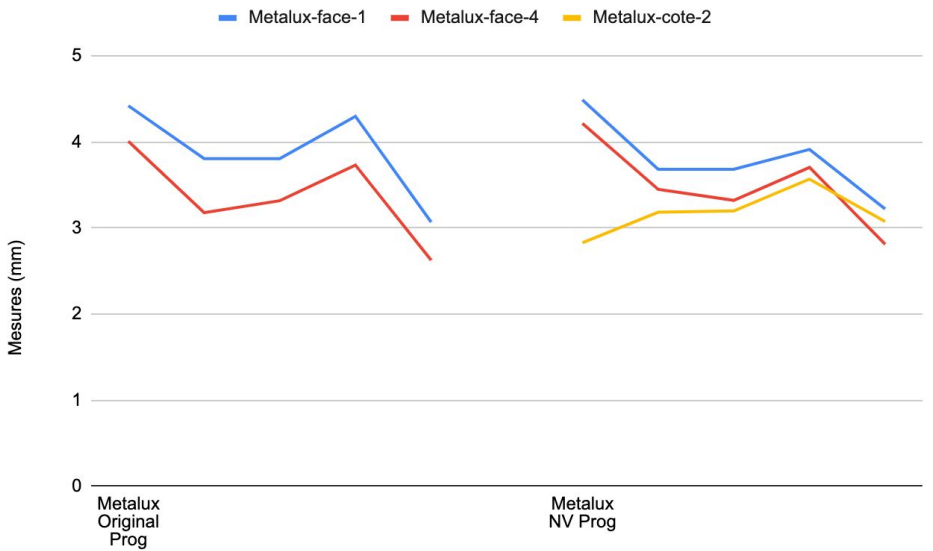
- Le programme original a un écart type supérieur
- Ce dernier ne fonctionne qu'avec la clé pour laquelle il a été conçu
- **Un écart type plus faible avec le nouveau programme**
- **Écart entre les deux nouveaux programmes → trop faible pour tirer des conclusions. En effet, les données "terrain" sont peu fiables**



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Résultats

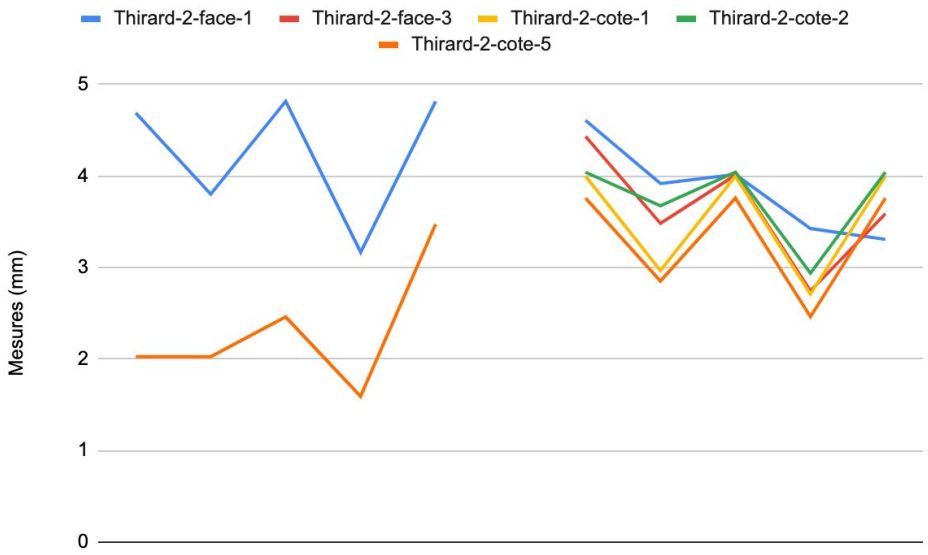
- Test des clés dans différentes conditions



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Résultats

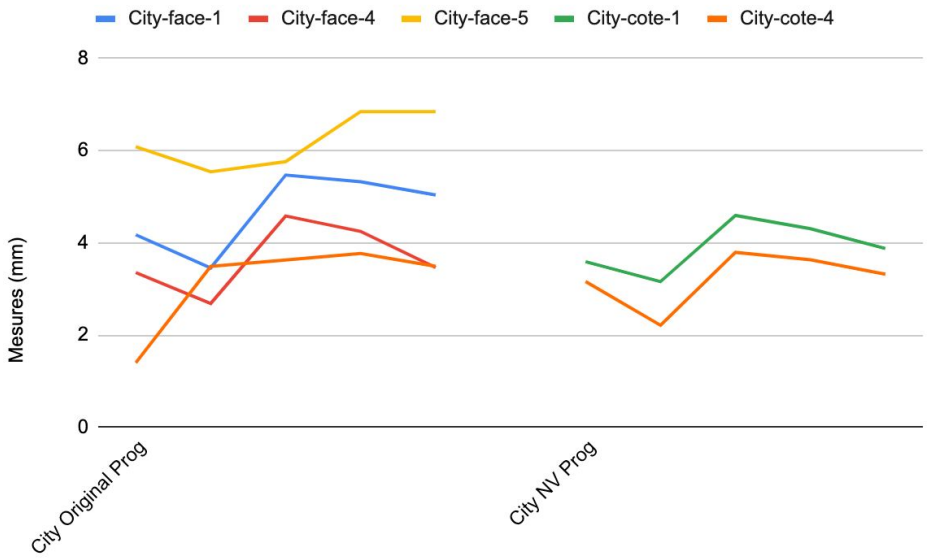
- Test des clés dans différentes conditions



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Résultats

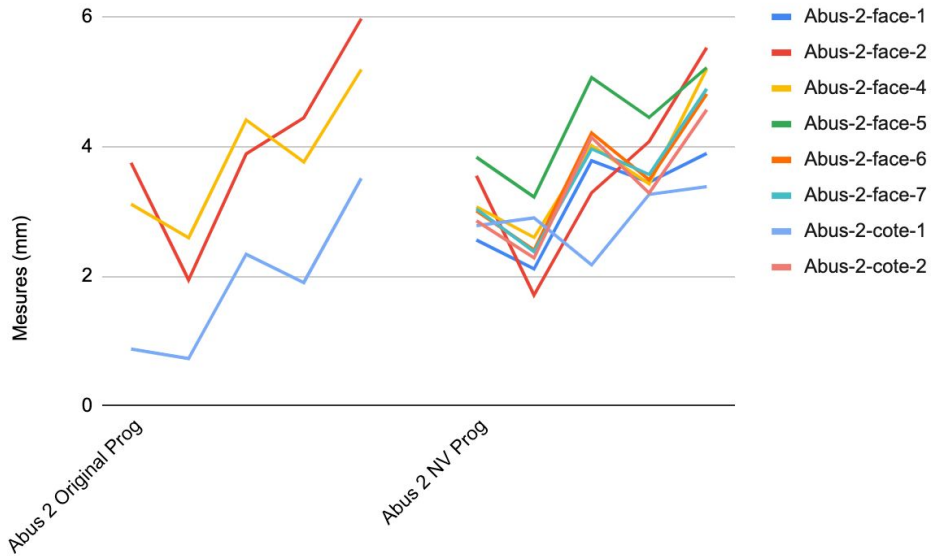
- Test des clés dans différentes conditions



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Résultats

- Test des clés dans différentes conditions

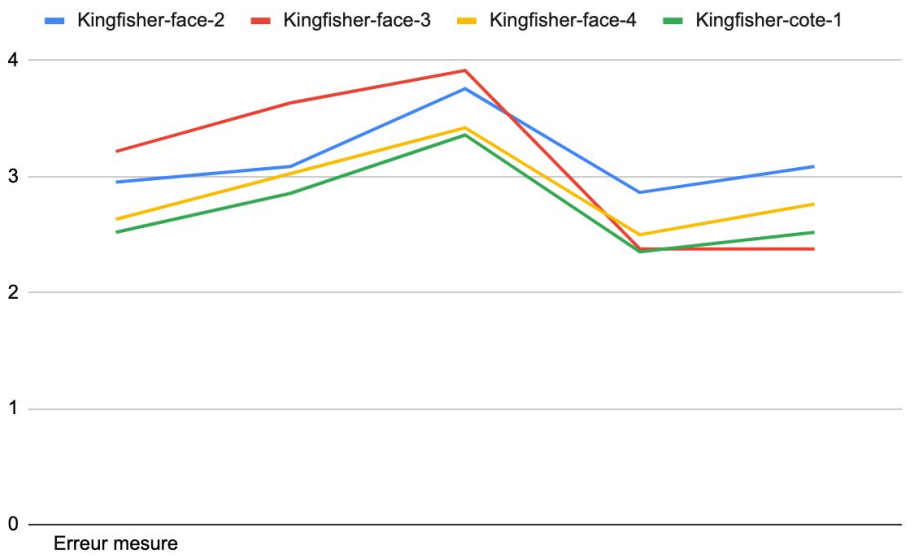


IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Résultats

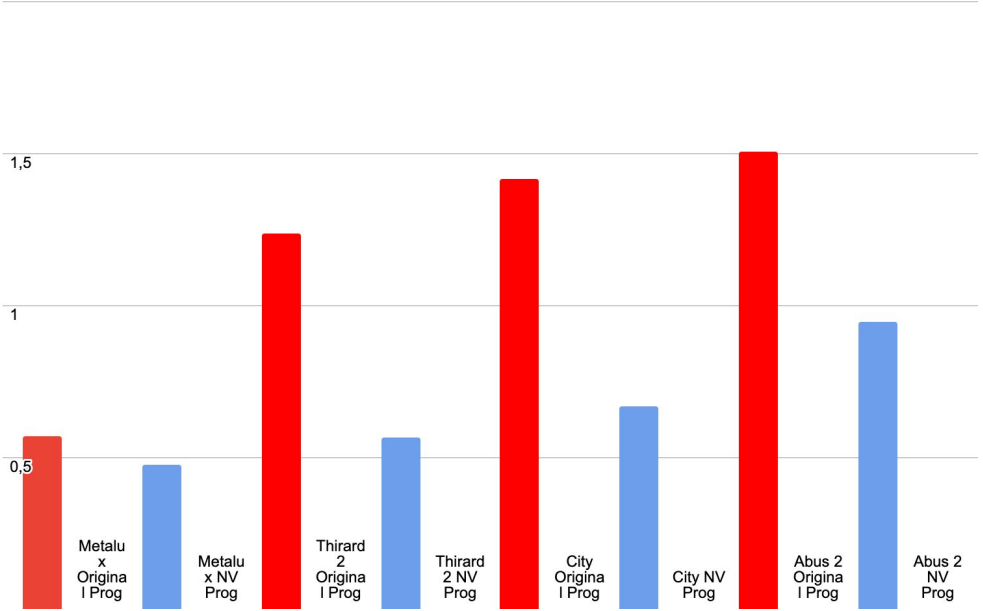
- Test des clés dans différentes conditions

Ici, l'ensemble des photos renvoyait une erreur avec l'ancien programme



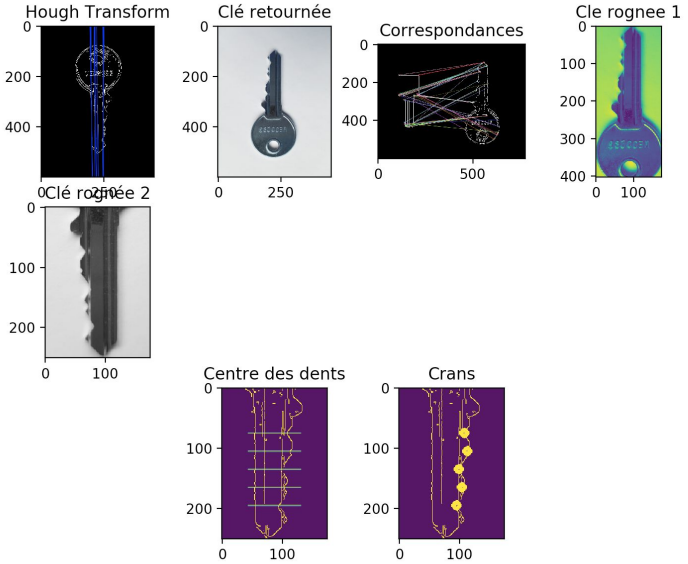
Résultats - Comparaison des écarts types

- Test des clés dans différentes conditions



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Bilan




```
=== 5.714mm ===
Cran n°0 : Code trouvé (5)
=== 6.2860000000000005mm ===
Cran n°1 : Code trouvé (4)
=== 4.429mm ===
Cran n°2 : Code trouvé (8)
=== 5.2860000000000005mm ===
Cran n°3 : Code trouvé (6)
=== 4.287mm ===
Cran n°4 : Code trouvé (9)
code : [5, 4, 8, 6, 9]
```

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Pistes d'améliorations

→ Améliorer la fonction de recherche automatique des dents

→ Améliorer le "recadrage" de la clé

→ Améliorer la détection de contours de la clé

IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Bilan

→ Notre programme constitue une **avancée significative** imparfaite vers un programme universel de reconnaissance du taillage de clés plates.

→ Un algorithme basé sur du deep learning pourrait être testé et être comparé avec les résultats obtenus auparavant