

## Soutenance de Stage

# DÉTECTION D'ANOMALIES INTELLIGENTE AU COURS D'UNE IMPRESSION 3D

**Duc Viet NGUYEN**

*Encadrant entreprise : Cédric BOBENRIETH  
Encadrant universitaire : Salem BENFERHAT*

# Aperçu



Introduction

Approche proposée

Base de Données

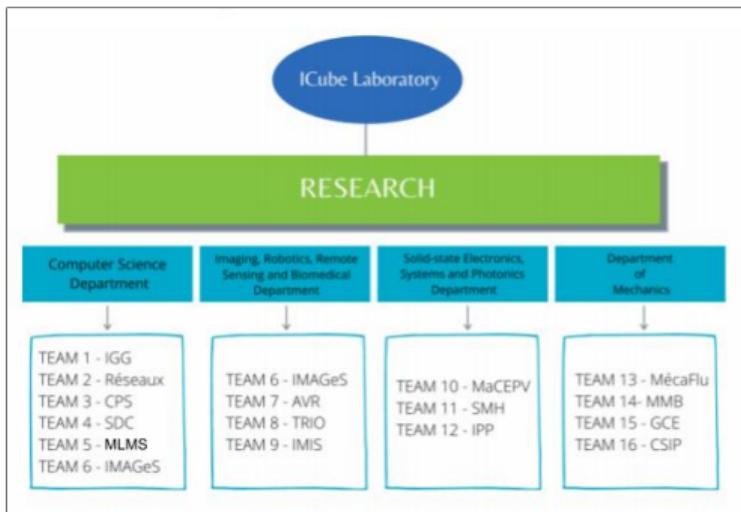
Expérimentations et résultats

Conclusion

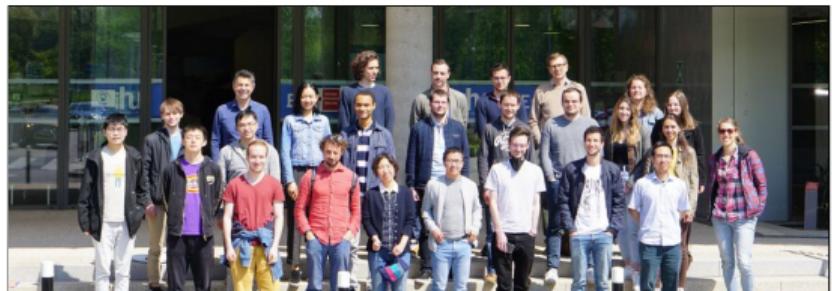
# Introduction

# Introduction

## Laboratoire ICube



Les équipes de recherche du laboratoire ICube



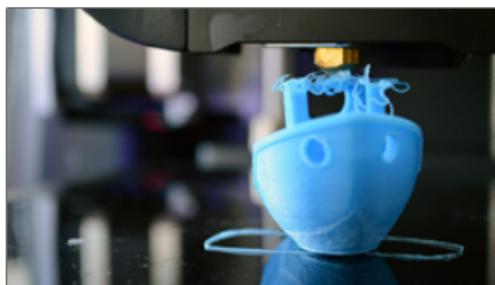
Photos des équipes MLMS du laboratoire ICube

# Introduction



## Anomalies de l'imprimante

De nombreuses erreurs se produisent lors de l'impression 3D, et si cette erreur n'est pas détectée pour arrêter l'impression à temps, l'imprimante continuera à imprimer jusqu'à la fin du processus.



Spaghetti



Warping



Le décalage

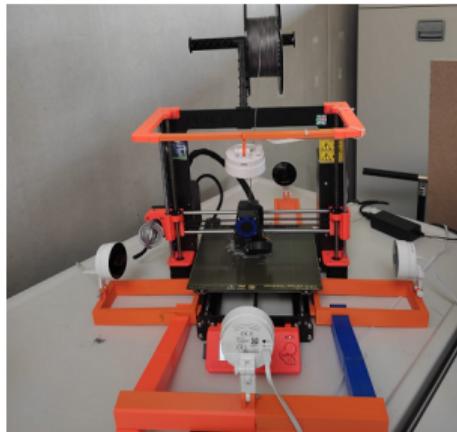
*Les anomalies sont détectées avec ou sans connaître le modèle 3D*

# Introduction



## Imprimante Prusa i3 mk3

L'imprimante 3D est équipée de 5 caméras Foscam simples autour, connectées au serveur de l'école permettant une connectivité en temps réel.



Imprimante 3D Prusa i3 mk3 avec 5 caméras

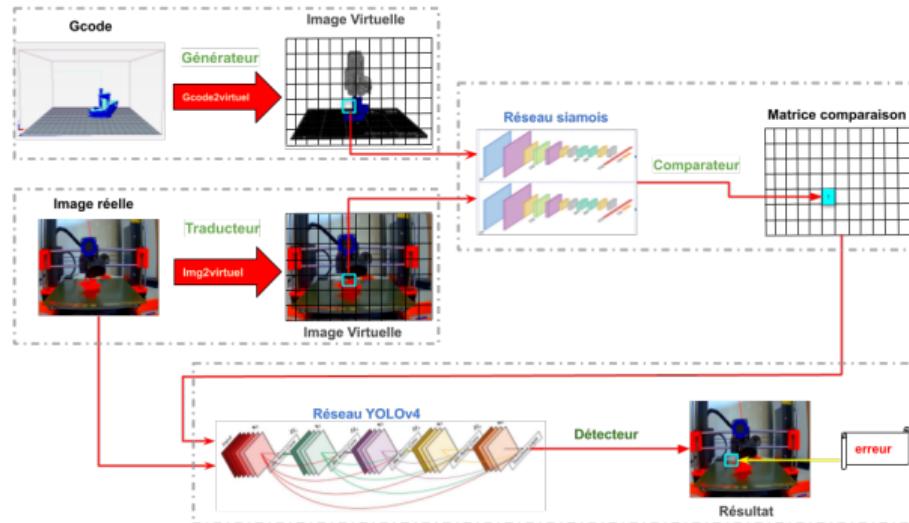
## Approche proposée

# Approche proposée



A partir des images obtenues à partir de 5 caméras et du fichier Gcode contenant des informations sur le modèle 3d, nous avons proposé une approche hybride.

Notre approche est divisée en 4 parties : **Détecteur, Traducteur, Générateur, Comparateur**.



Architecture hybride.

# Approche proposée



## Générateur

Un simulateur d'imprimante 3D, ce composant prend l'angle de vue de la caméra, accompagnant l'imprimante d'un fichier Gcode permettant de modéliser en 3D l'objet couche par couche.

## Traducteur

Un programme dont la fonction est de prendre des images d'entrée de l'espace du monde réel (cinq caméras) et de le diviser en scènes. Chaque scène est composée de 5 images dans un temps donné.

## Comparateur

Un réseau de neurones siamoise prend deux images en entrée, puis sort une matrice de comparaison avec les éléments étant la différence de distance entre leurs patches.

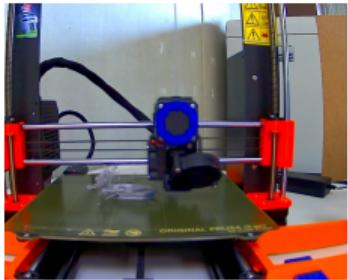
## Détecteur

Un réseau neuronal convolutif YoloV4 dont l'objectif principal est de détecter toutes sortes d'anomalies. Son entrée sera l'image réelle combinée à la matrice de comparaison et donnera en résultat le pourcentage de détection d'objets anormaux.

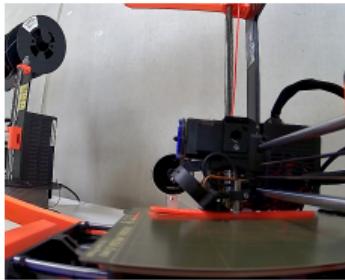
# Base de Données

# Base de Données

## Défauts Générés



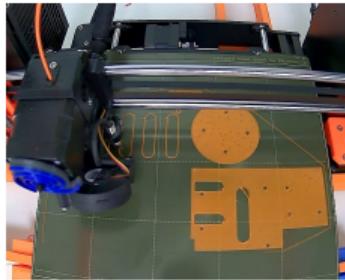
Spaghetti et Shift.



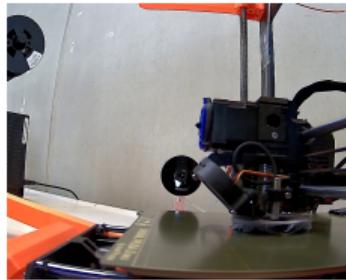
Warping.



Brûlure.



Manque de matière.



Effondrement.

# Base de Données

## Étiquetage de classe



Chaque fichier txt contient une liste de classes dans l'image et une boîte englobante de sa classes correspondante. Chaque ligne du fichier a le format suivant:

(1)

$$< \text{object\_class } x_{\text{Centre}} \text{ } y_{\text{Centre}} \text{ } \text{largeur} \text{ } \text{hauteur} >,$$

où:

- ▶ *object\_class*: nombre entier faisant référence à une classe unique.
- ▶ *x<sub>Centre</sub>* et *y<sub>Centre</sub>* : représentent les coordonnées du point central de la boîte de liaison correspondante.
- ▶ *largeur* et *hauteur*: valeurs flottantes relatives à la largeur et la hauteur de l'image, leurs valeurs varient de 0.0 à 1.0.

## Expérimentations et résultats

# Expérimentations et résultats



Programme **Gcode2virtuel** et **Img2patches**

## **Gcode2virtuel**

Générateur pour générer des images virtuelles à partir du fichier Gcode correspondant à 5 angles de caméra.

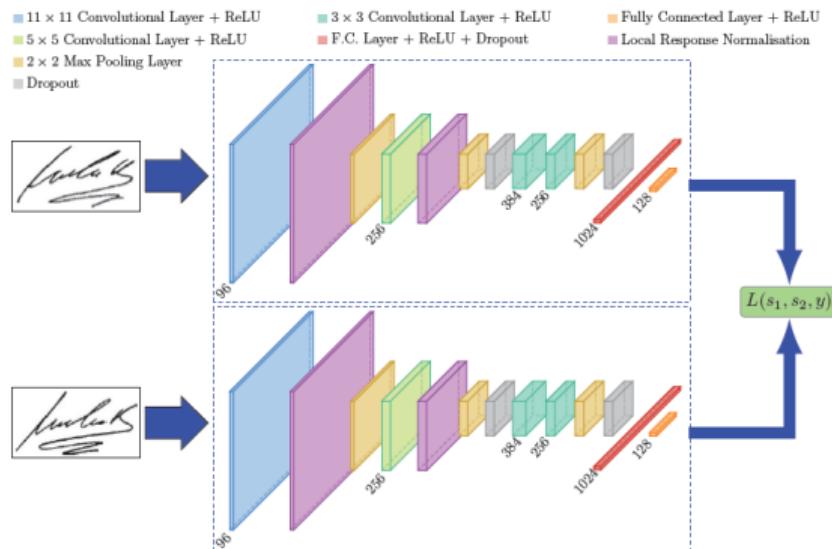
## **Img2patches**

Traducteur pour diviser l'image en patches d'image de 32x32 pixels. Ces patches seront des paires de patchs correspondant entre l'image réelle et virtuelle.

# Expérimentations et résultats



## Réseau de neurones Siamois

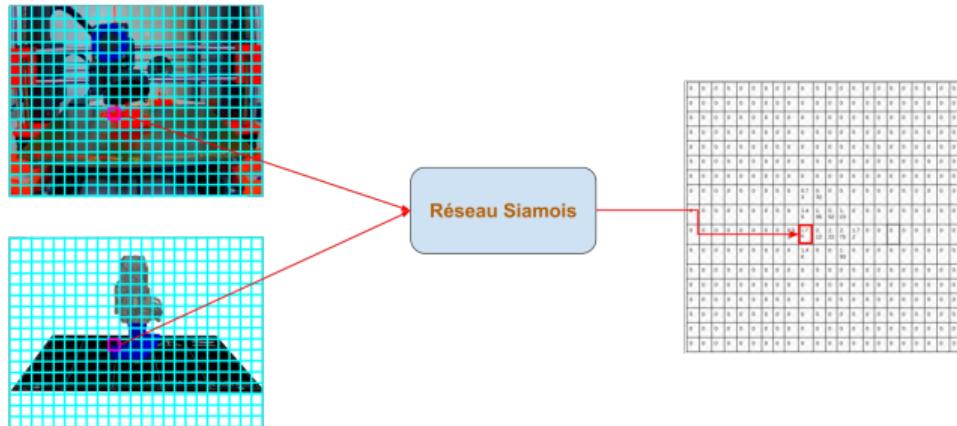


Modèle de réseau de neurones siamois.

# Expérimentations et résultats



## Réseau de neurones Siamois



Utilisation du modèle siamois pour comparer des paires de patchs et générer des matrices.

# Expérimentations et résultats



Réseau de neurones **Siamois** avec une fonction triplet

L'utilisation de la similarité cosinus pour mesurer la similarité entre les plongements. La valeur de la similarité cosinus est comprise entre -1 et 1.

similarité cosinus	Vrais positifs
Similitude positive	0.9624535
Similitude négative	0.7832754

La similarité en cosinus entre l'ancre et les images positives et la similarité entre l'ancre et les images négatives.

## Expérimentations et résultats



Méthode alternative pour le modèle de réseau **Siamois**.

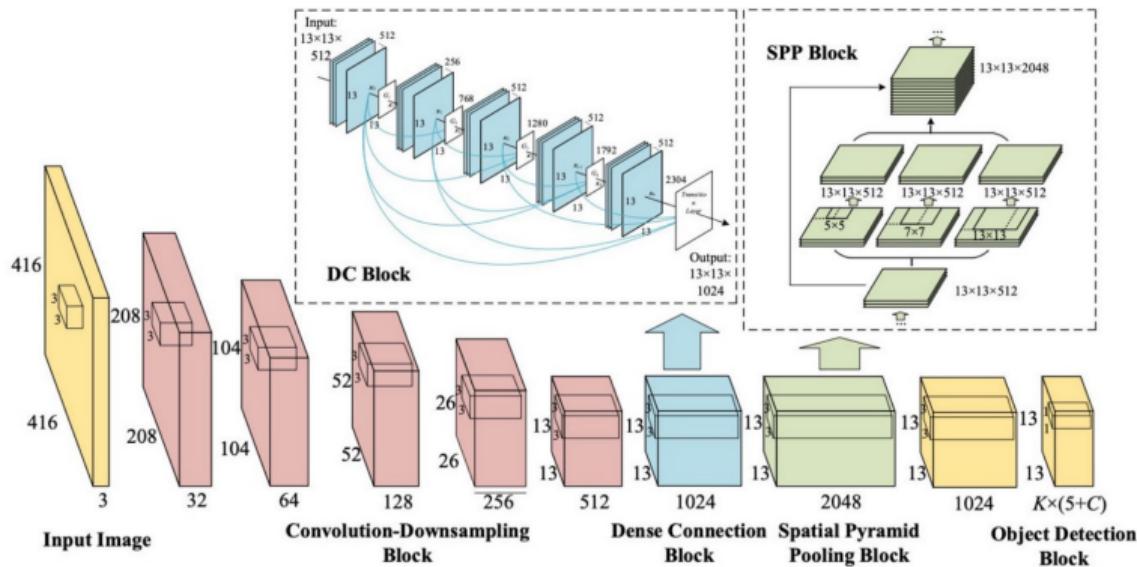
The screenshot shows a LibreOffice Calc spreadsheet window titled "outfile.csv - LibreOffice Calc". The menu bar includes File, Edit, View, Insert, Format, Styles, Sheet, Data, Tools, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, cell styling, and data manipulation. The spreadsheet has a single sheet named "Sheet1" with 27 rows labeled A1 through A27. Column A contains row numbers from 1 to 27. Columns B through Q contain 16 columns of zeros. The status bar at the bottom shows "Sheet 1 of 1", "Default", "English (USA)", "Average : Sum : 0", and "100%".

### La matrice de comparaison.

# Expérimentations et résultats



## Réseau de neurones YOLOv4

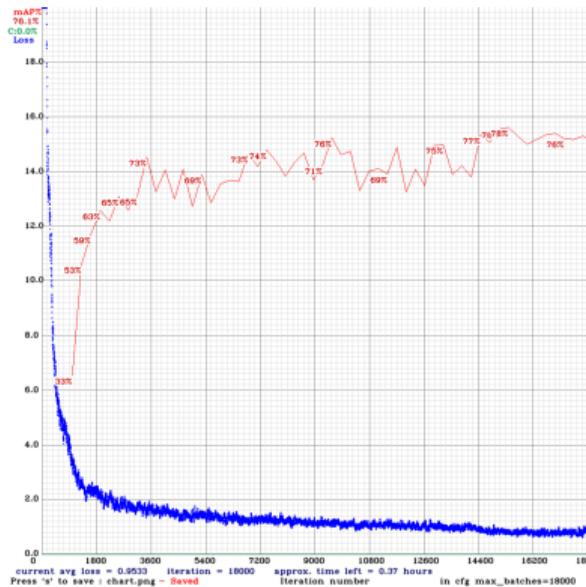


Architecture réseau YOLOv4

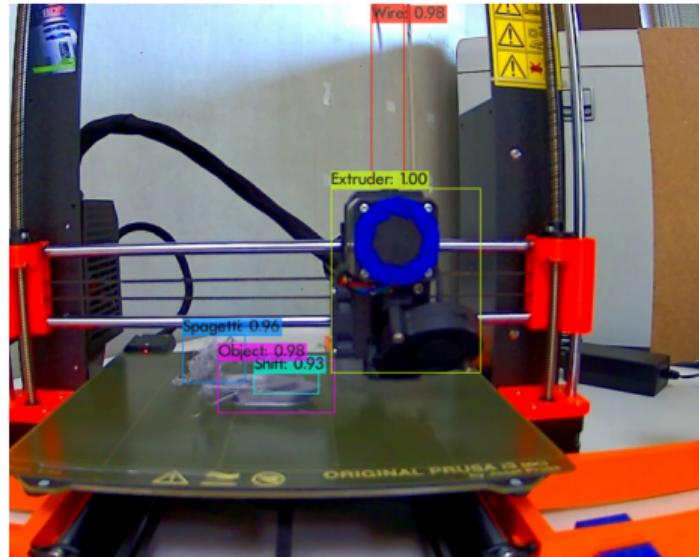
# Expérimentations et résultats



## Meilleure expérience de YOLOv4



mAP 0.5 et fonction de perte de la Deuxième expérience.



Le modèle Yolov4 prédit des classes d'anomalies.

# Expérimentations et résultats



## Meilleure expérience de YOLOv4

Classes	Vrais positifs	Faux positifs	AP
Objet	441	6	99.77%
Extrudeuse	467	1	100%
Spaghetti	103	8	97.01%
Warping	21	2	94.59%
Shift	30	3	96.28%
Fil	189	0	100%
Effondrement	26	0	95.71%
Manque de matière	27	17	70.45%
Brûlure	11	2	96.95%
	Précision	Rappel	mAP
	97%	99%	94.65%

Deuxième expérience: Résultats Yolov4 sur l'ensemble de test avec un seuil de 0.5.

# Expérimentations et résultats



## Précision du modèle YOLOv4 sous Cinq Angles

Nous utilisons le modèle **Yolov4** sur les scènes pour voir à quel point elles sont précises. Nous avons créé 30 scènes, chacune composée de 5 images, soit un total de 150 images.

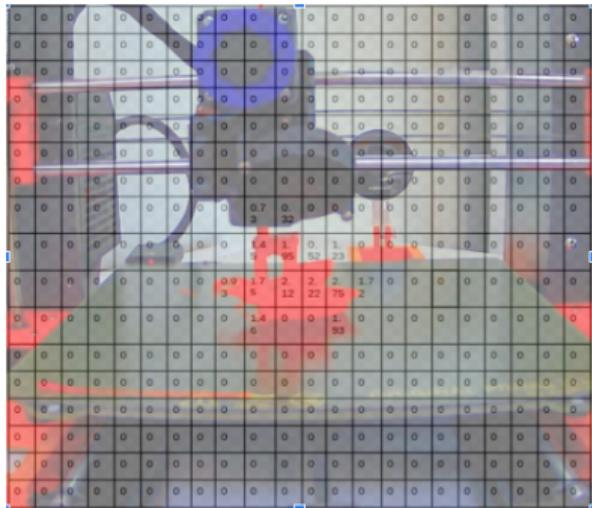
Classes	Vrais positifs	Faux positifs	Précision	Rappel
Objet	144	0	100%	100%
Extrudeuse	147	1	99.32%	100%
Spaghetti	21	0	100%	100%
Warping	14	0	100%	93.34%
Shift	3	0	100%	100%
Fil	64	0	100%	100%
Effondrement	5	2	71.42%	100%
Manque de matière	6	0	100%	85.71%
Brûlure	8	1	88.88%	100%
Moyenne			95.51%	97.67%

Métrique du modèle compte tenu des cinq angles.

# Expérimentations et résultats



Utilisation d'une matrice de comparaison pour le détecteur



Exemple d'image d'entrée 4D et résultat de yolov4 avec anomalie Shift.

Classes	Vrais positifs	Faux positifs	AP
Shift	30	3	96.28%
	Précision	Rappel	mAP
	90.90%	98%	96.28%

# Conclusion

# Conclusion



## ► Travaux terminés:

- ▶ Création de programmes capables de traiter automatiquement des données, y compris des images réelles et virtuelles.
- ▶ Entraîner un modèle Siamose peut aider à générer des matrices de comparaison.
- ▶ Entraîner un modèle Yolov4 capable de reconnaître correctement 95% des anomalies qui se produisent en impression 3D.

## ► Expérience acquise:

- ▶ Application de mes connaissances des concepts d'apprentissage profond à la pratique.
- ▶ J'ai acquis beaucoup d'expérience dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la vision par ordinateur.

## ► Futur:

- ▶ Créer suffisamment de base de données pour l'entraînement du réseau siamois.
- ▶ Expérimenter d'autres solutions pour utiliser la matrice de comparaison pour l'entrée de Yolov4.

# Conclusion



## Diagramme de Gantt

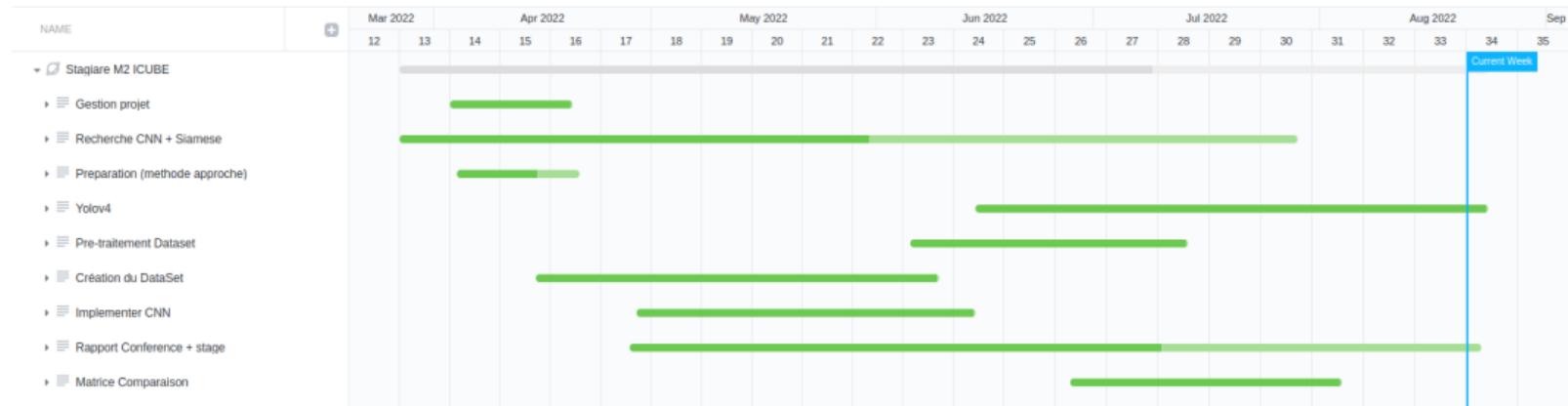


Diagramme de Gantt de gestion de projet.