

# OREO FACTORY

PROJET LONG MASTER 1 – DATA

2023

Anna GOLIKOVA & Rémi LÉVY



# INTRODUCTION

## OBJECTIF

Fabriquer une machine de contrôle de la qualité de production des biscuits Oréo

## PROBLÉMATIQUE

Détecter les différents défauts et trier les Oréo non conformes

### LISTE DES DÉFAUTS



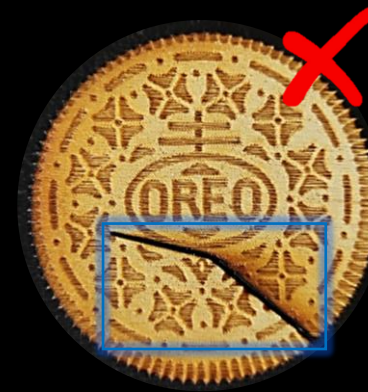
CONFORME



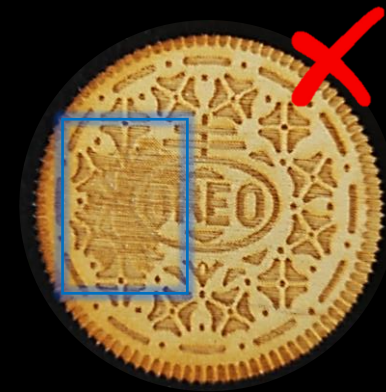
GRIGNOTÉ



DÉCALÉ



FISSURÉ



EFFACÉ

## LES CHALLENGES

- Détecter les défauts par une caméra et différents algorithmes de traitement d'image
- Assurer la communication entre deux machines
- Automatiser le processus de tri
- Proposer une interface ergonomique

## CHAMP D'APPLICATION

Uniquement sur des biscuits Oréo et pour ces 4 types de défauts (multi-défauts possible)

# INTRODUCTION

## FONCTIONNALITÉS

Vision IA – Détection d’objets (défauts)

Interface Graphique

Vision – Contrôle dimensionnel

Contrôle de l’état de la machine

Etat des capteurs

Etat des actionneurs

Bilan analyse d’image

Type de défaut détecté

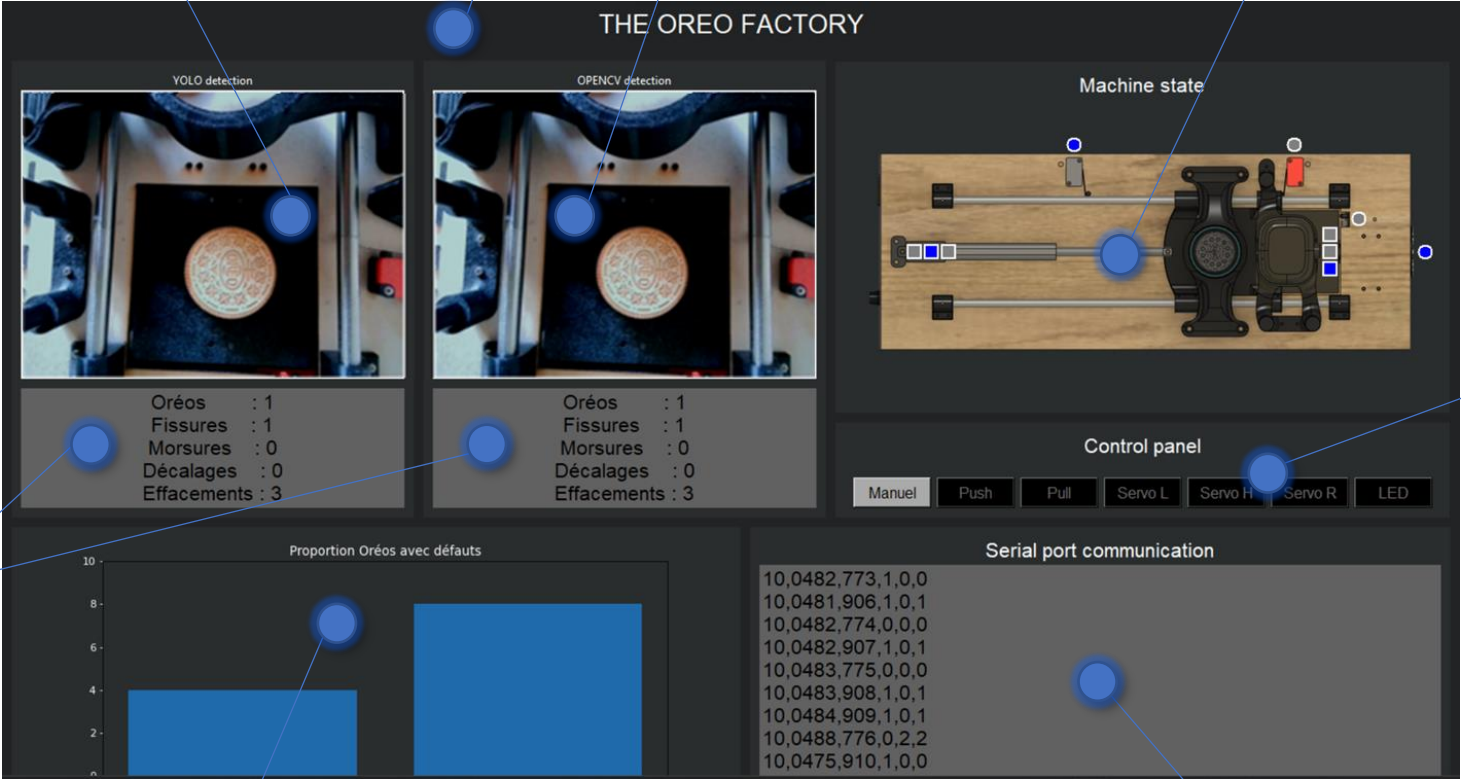
Panneau de contrôle

Pilotage en mode manuel

Pilotage en mode Automatique

Communication avec la machine

Liste des messages



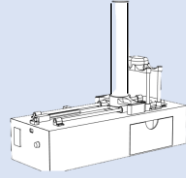
Statistiques

# VUE D'ENSEMBLE DU PROJET

## OREO FACTORY



### MÉCANIQUE



- Conception CAO
- Fabrication
- Assemblage



*Fusion 360*

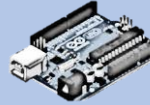


*Inkscape (Découpe)*



*Prusa (Impression 3D)*

### ELECTRONIQUE



- Conception
- Assemblage
- Programmation automate



*Arduino*

### VISION Yolo



- Fabrication des Oréos
- Labélisation des datasets
- Entrainement modèle et optimisation
- Implémentation détection d'objet



*Label Img*



*Yolo V5*

### VISION OpenCV

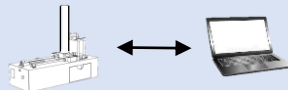


- Détection de formes
- Traitement des contours
- Indexes seuils



*Open CV*

### COMMUNICATION



- Connexion via liaison série
- Messagerie
- Checksum
- Protocole de communication



*Python*

### INTERFACE



- Machine à état
- IHM
- Graphique
- Statistiques



*Python+TKinter*

# GESTION DE PROJET

Anna

Rémi



Revue de projet

Nov

Déc

Jan.

Fév.

mars

avril

mai

GESTION DE PROJET

PRÉSENTATION

POC

DEV

DATA SET ET LABÉLISATION

FAISABILITÉ DÉTECTION YOLO  
ENTRAÎNEMENT  
IMPLÉMENTATION

OPTIMISATION DÉTECTION YOLO

DÉTECTION DE FORME POUR CONTRÔLE DIMENSIONNEL

CONCEPTION MÉCANIQUE

FABRICATION ET  
ASSEMBLAGE DE LA  
MACHINE

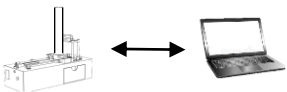
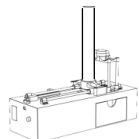
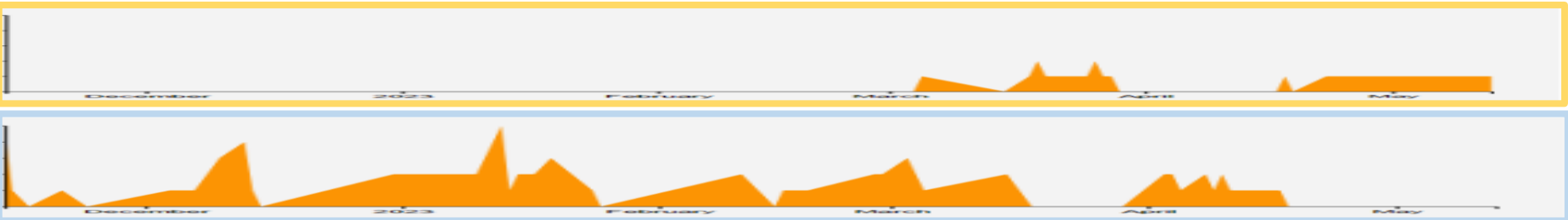
CONCEPTION ÉLECTRONIQUE

PROGRAMMATION  
MICROCONTROLEUR  
MACHINE

DÉVELOPPEMENT PROTOCOLE DE  
COMMUNICATION

DÉVELOPPEMENT ALGO DE PILOTAGE ET MACHINE À ÉTATS

DÉVELOPPEMENT INTERFACE



# GESTION DE PROJET

## DIFFICULTÉ

## SOLUTION

### GESTION DE PROJET



Difficulté de synchronisation des activités du binôme

Découpage projet en une branche principal et une secondaire non bloquante

### VISION Yolo



Surapprentissage (Data set apprentissage limité )

Data augmentation par algorithme  
Data augmentation avec classe « non Oréo »

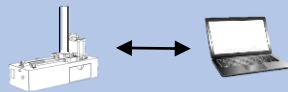
### VISION OpenCV



Large choix de méthodes à appliquer

Application des méthodes les plus performantes

### COMMUNICATION



Perte/corruption de messages

Optimisation vitesse de communication  
Développement d'un protocole plus robuste



# PROGRAMMATION

## COMMUNICATION ET PILOTAGE MACHINE DISTANTE



PC (maître)

### Gestion de la communication

- Boucle asynchrone (500ms)
- Emission/réception messages
- Mise à jour de 6 variables partagées

### Algorithmes de vision

- Capture image depuis caméra
- Vision Yolo
- Vision OpenCV

### Machine à état

- Gestion des états de l'automate
- Décision basée sur la vision

### Interface graphique

- Panneau de contrôle
- Affichage info. (flux vidéo, statistique, ...)

### Communication

**Type:** liaison série 9600 baud via port USB

**Structure messages :** "aa,bbbb,ccc,d,e,f "

- aa: nombre de caractères de la chaîne
- bbbb: somme ASCII de la chaîne
- ccc: compteur incrémental de messages
- d: consigne vérin (PC), état capteur fin de course 1 (Machine)
- e: consigne servo (PC), état capteur fin de course 2 (Machine)
- f: consigne LED (PC), état capteur proximité plateau (Machine)

**Contrôle qualité de communication:**

- Fréquence de réception à 500ms (heart beat)
- Saut de message (continuité compteur)
- Intégrité (checksum)



Machine (esclave)

### Gestion de la communication

- Boucle asynchrone (500ms)
- Emission/réception messages
- Mise à jour de 6 variables partagées

### Gestion des sécurités bas niveau

- Configuration interdites

### Pilotage des actionneurs

- Vérin (alimentation Oréo)
- Servo (rotation plateau de tri)
- LED

### Lecture des capteurs

- Fins de course
- Proximité plateau

# TESTABILITÉ

## QUELQUES EXEMPLES DE VALIDATIONS SUR LE PROJET

### TESTS

### LIMITES

#### VISION Yolo



Validation sur un data set spécifique (hors apprentissage)



Léger surapprentissage persistant  
Fonctionne bien en conditions maîtrisées de lumière

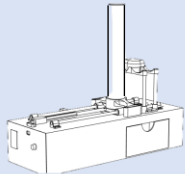
#### VISION OpenCV



Validation sur un set restreint aléatoire

Certains indices plus fiables que d'autres  
Difficulté à détecter certains défauts

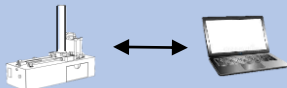
#### MÉCANIQUE



Développement d'un mode manuel pour tester chaque capteur et actionneur  
Lancement d'une séquence de 500 cycles pour valider la fiabilité de la machine

Desserrage d'une vis lié aux vibrations (resserrage et collage)  
Interférence entre le pilotage LED et la commande du servo (réduction de la fréquence de pilotage des LED)

#### COMMUNICATION



Augmentation de la vitesse de communication  
Communication pendant 1 heure (7200 messages) => aucun message manqué ou altéré

Perte de message à très haute vitesse

#### SYNTHESE



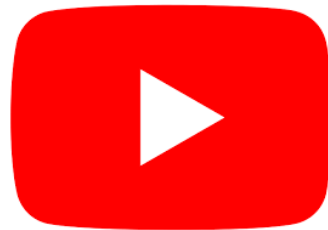
10 répétitions d'une séquence de tri en condition réelle de 21 Oréo (jeu de test)

205 succès / 5 erreurs



# TESTABILITÉ

DÉMO EN LIVE ET/OU EN VIDÉO



# CONCLUSION

## APPORTS DU PROJET

- Gestion d'un projet long et complexe non linéaire
- Acquisition de nouvelles compétences (CAO, électronique, mécanique, vision)
- Utilisation de nouveaux logiciels (Fusion 360, Inkscape, Prusa, Arduino)
- Mise en pratique des compétences de data science sur une application concrète de machine learning (avec un data set limité)
- Programmation d'un système complexe multi machines

## AMÉLIORATIONS

- Meilleure organisation du binôme pour une meilleure répartition de la charge de travail et un meilleur enchaînement des tâches

# CONCLUSION

## THE OREO FACTORY V2.0

### RESTE À FAIRE

- Affichage en temps réel des boîtes détection dans l'interface
- Finalisation/Optimisation de l'algorithme de détection de forme

### OPTIMISATIONS

- Fusion des deux algorithmes de détection de défauts pour améliorer la robustesse
- Augmentation de la taille du data set pour une meilleure performance
- Variation des conditions environnementales (lumière) et des objets détectés pour une meilleure robustesse

### EXTENSIONS POSSIBLES

- Etendre la détection à d'autres types de défauts
- Etendre la détection à d'autres types de biscuits
- Mettre en place un algorithme d'apprentissage en continu lorsqu'on rencontre un défaut inconnu
- Ajout d'un indicateur de qualité de communication

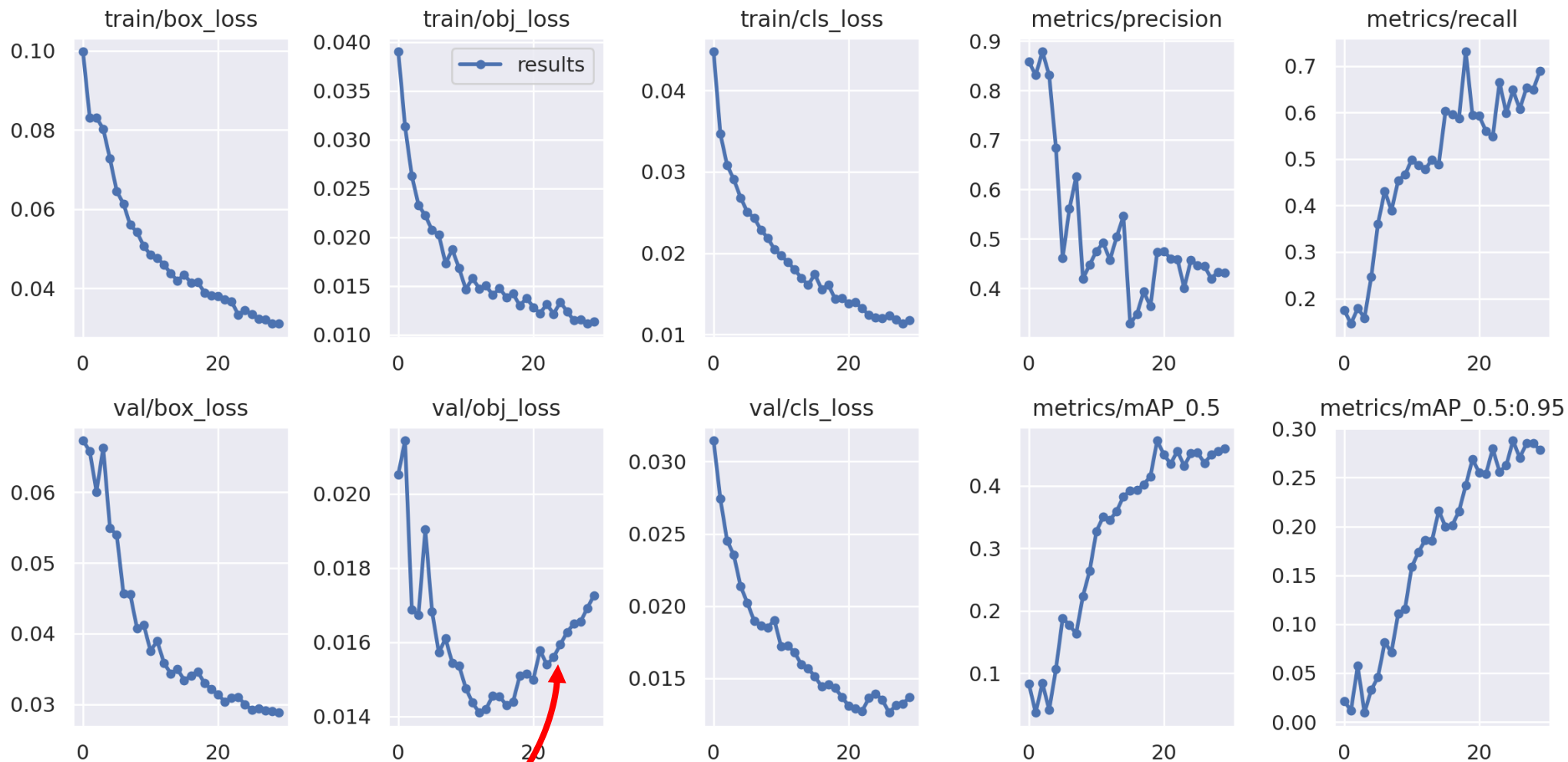
**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

**QUESTIONS ?**

# **ANNEXES**

# PERFORMANCE VISION Yolo

## Métriques entraînement





Surapprentissage



# BILAN

## MATRICE DE CONFUSION TEST GLOBAL MACHINE

210 tests 10 séquences de test x21 Oréo (5 OK, 16KO)		Réal	
			
Tri machine	✓	49	4
	✗	1	156

Insatisfaction client  
Livraison d'un biscuit  
non conforme

Perte de production  
Destruction d'un  
biscuit conforme