

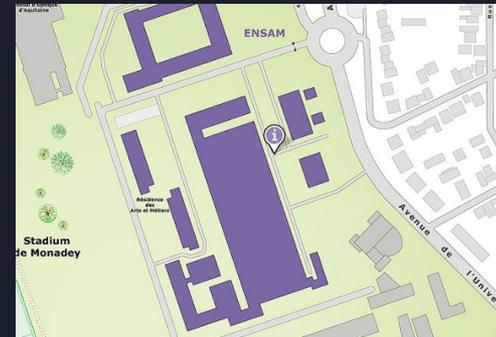
L'économie Circulaire Pour l'Industrie 4.0

Présentation de stage Master 2

Introduction

Stage effectué dans le cadre de la formation du Master Informatique en spécialité ASPIC (Autonomous Systems, Perception, Interaction & Control), dont la durée pratique est de 4 à 6 mois.

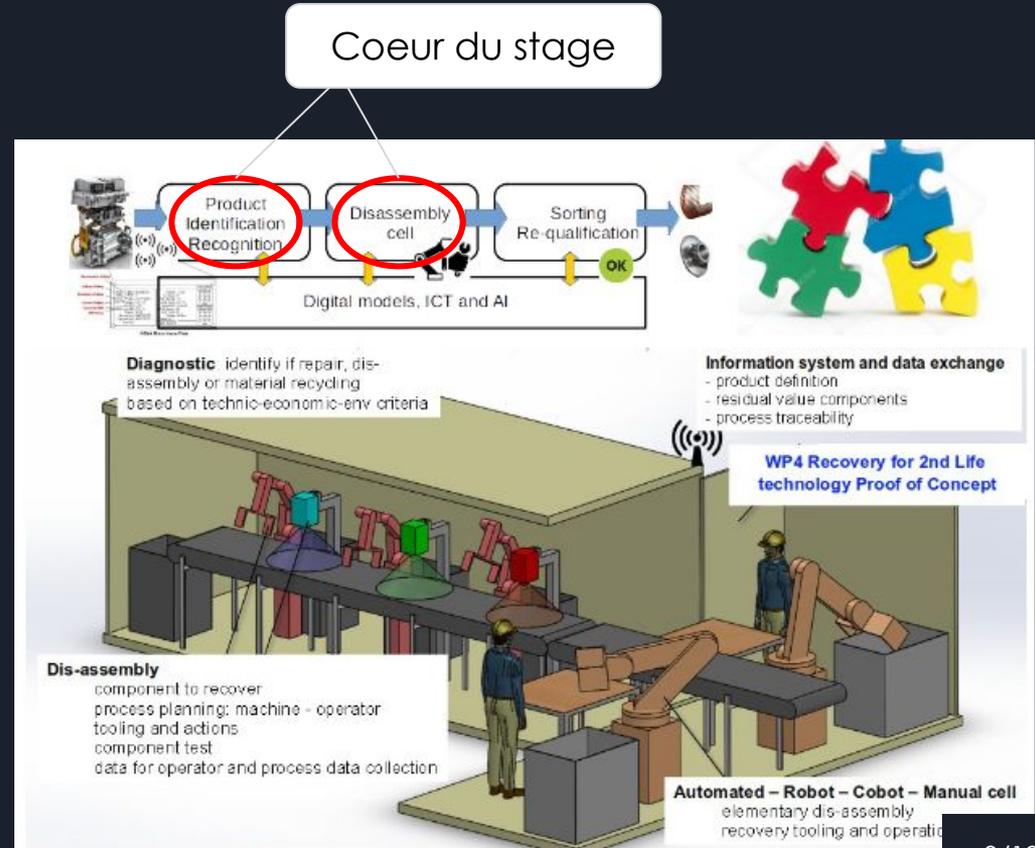
Ici le stage est fait dans l'enceinte de l'I2M, le laboratoire de la déconstruction - reconstruction en mécanique sur le site de l'ENSAM à l'Université de Bordeaux. Le sujet rentre dans le cadre du projet SDC2 mis en place au laboratoire.



Introduction - Sujet

Projet SDC2 pour Smart Disassembly Cell for Circularity of WEEE, e-Motors & Power converter.

Problématique : Récupération, désassemblage et recyclage de matériaux/composants de déchets électroniques





Introduction - Contexte

De nos jours l'industrie est plutôt sur un modèle d'**économie linéaire**.

- L'industrie de plus en plus responsable de la **fin de vie** des produits.
- Approche axée plutôt sur le **recyclage**, avec **broyage** et **coupage** de masse pour extraire des matériaux.
- Bien que ce soit illégal, le désassemblage et **recyclage manuel** toujours sont existant comme en Asie.



Introduction - Problématique

- En 2020 en France, seulement **40%** des appareils électriques et électroniques en panne sont **réparés**. [6]
- Environ **80% des 3.2 trillions de dollars** en valeurs matériaux sont **perdus et irrécupérables** chaque année. [7]
- L'argent, l'or et d'autres matériaux pourraient être épuisés dans **5 à 50 ans**. [7]
- L'économie circulaire pourrait baisser le coût de production des produits, et réduire leur prix de **25 à 30% en Europe**. [7]





Introduction - Problématique

Dans le cadre du projet SDC2, notre travail s'inscrit au cœur de l'économie circulaire avec l'Industrie 4.0, notamment pour mettre en oeuvre :

- La récupération de matériaux : Donner une **nouvelle vie** au composant.
- Le réemploi direct : **Préserver** la valeur intrinsèque des ressources.
- Minimisation de l'empreinte écologique : Limite la consommation de **ressources environnementales**. (62,5 tonnes de ressources utilisées en France chaque année) [2]



Introduction - Problématique

Deux points principaux se distinguent au sein de cette problématique:

- Problèmes de **conception**, les produits ne sont pas conçus pour leur recyclage.
- Manque d'outils et d'informations sur les produits

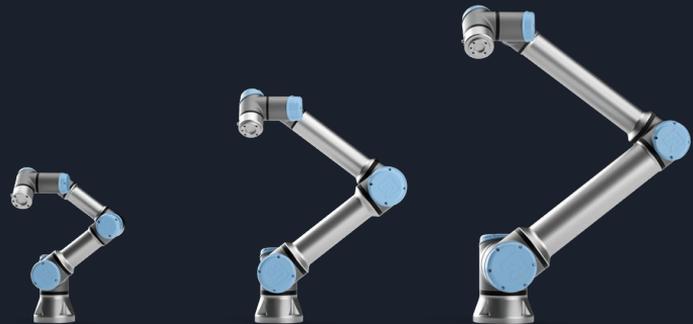
Introduction des méthodes d'identification de composants, reconnaissance de matériaux etc.

Etat de l'art

Plusieurs pistes sont déjà suivies :

- **Détection de composants** électroniques sur PCB avec modèle **YOLOv7**. [3]
- Création d'un **design** orienté pour le **désassemblage** et **recyclage** de produit. [4]
- Reconnaissance de défauts de surface sur PCB [5]

La majorité des approches étudiées concernent la **détection de défaut** à la surface des PCB, et très peu exploitent les **propriétés physiques** de ces derniers.

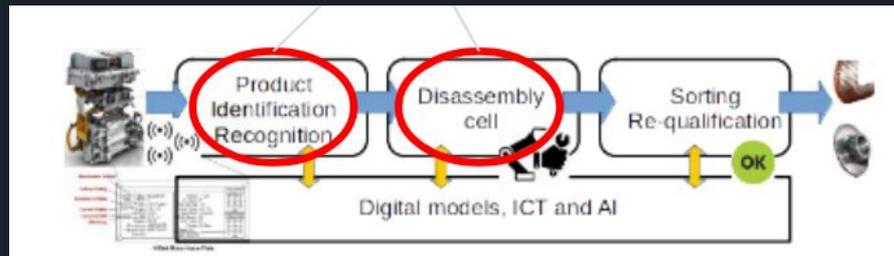


Objectifs

Les points principaux abordés sont l'**identification de matériaux/composants** ainsi que son implémentation dans la **cellule robotique**.

La mise en situation est la suivante :

- Nous avons un tapis sur lequel nous mettons un PCB quelconque. En passant au travers de notre cellule de désassemblage, nous devons à la fin avoir récupéré les matériaux et composants d'intérêt présents sur le PCB.





Objectifs

Nous pouvons distinguer **deux parties** distincts pour compléter nos objectifs :

1. Une première partie **vision** et **robotique**, reposant sur un modèle de **reconnaissance de composants**, de **références** et implémentation **cobot**.
2. Une deuxième partie recherche et développement pour le laboratoire. Comparatif des **méthodes de reconnaissance**, **avantages** et **désavantages** etc.

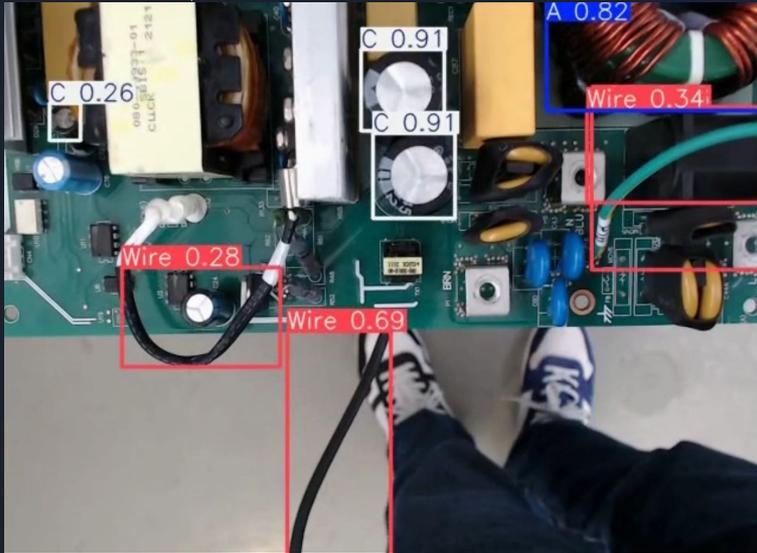


Avancement - Vision et Robot

Pour la pratique, trois points principaux peuvent être mentionnés :

- Partie [A] : Modèle IA YOLOv8s vision par ordinateur, 7 composants reconnus.
- Partie [B] : Modèle IA OCR Tesseract de lecture de références. Lecture de certaines références, résultat peu probant.
- Partie [C] : Début d'implémentation sur le bras robotique Doosan. Calibration de la caméra embarquée sur le bras, et début de travail ROS2 sur la simulation Gazebo.

Avancement - Pratique



Partie [A]



Partie [B]



Partie [C]

Partie vision par ordinateur

Partie robotique

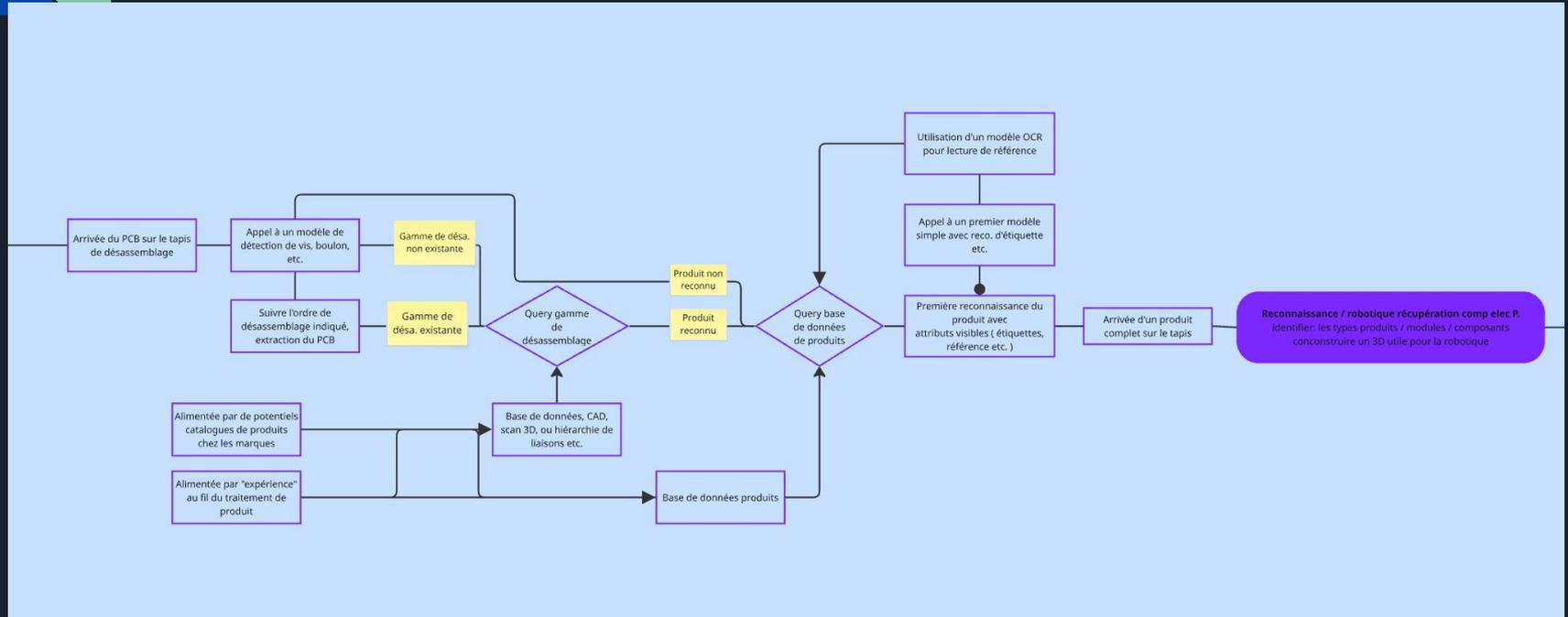


Avancement - Recherche et Développement

Plusieurs questions se posent lors du travail sur ce sujet :

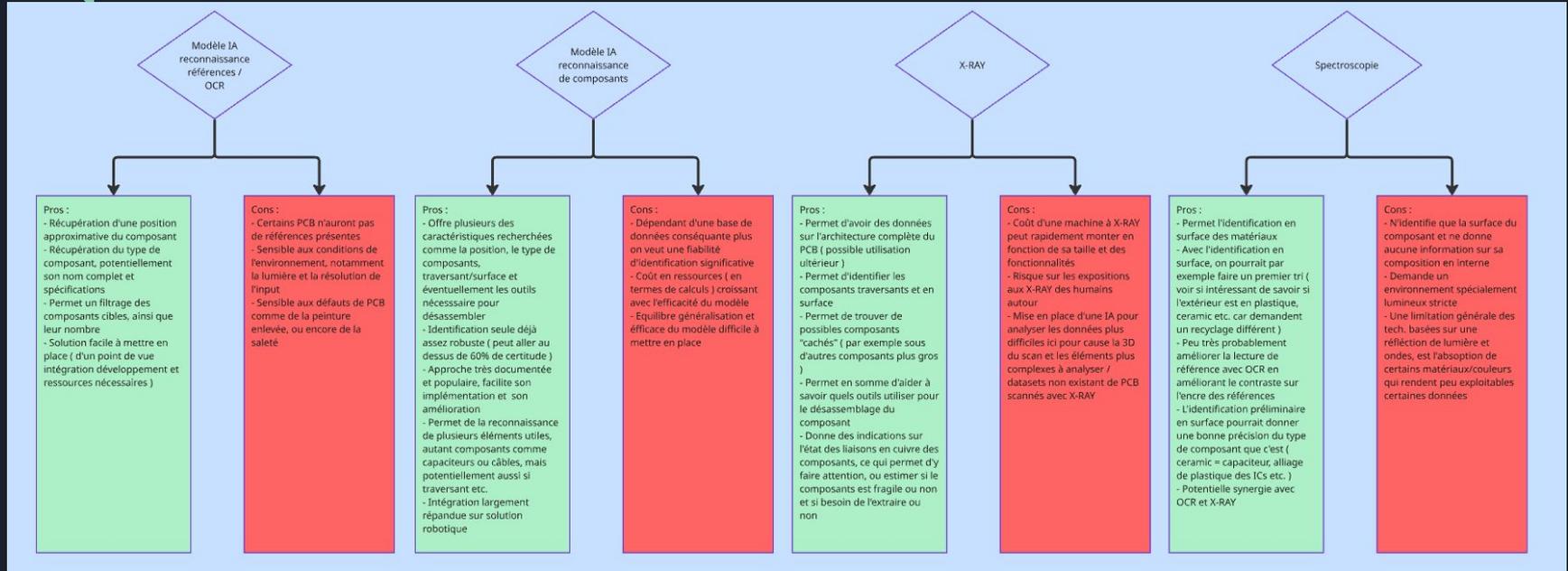
- Quelles technologies pouvons-nous utiliser pour récolter les informations qu'il nous manque sur les composants et matériaux ?
- Quelle pipeline serait intéressante pour le fonctionnement de la cellule de désassemblage ?
- Quelles sont les avancées qui sont faites dans le domaine ?

Avancement du stage - Théorique



Extrait d'un plan d'action de la cellule de désassemblage

Avancement du stage - Théorique



Extrait des avantages et défauts de certaines approches possibles

Perspectives

Beaucoup de travaux sont à continuer, et plusieurs pistes sont déjà envisagées :

- Amélioration du modèle [A] en utilisant l'extracteur de caractéristiques du modèle Lego.
- Mise en place de la première logique pour le fonctionnement du bras robotique [C].
- Mise en place d'une première cellule de désassemblage
- Amélioration du modèle [B] avec d'autres paramètres





Bilan

Le but est d'avancer des **recherches** et **pistes** pour trouver une solution robuste pour répondre aux problèmes de récupération de **matériaux critiques** sur les PCB.

Plusieurs technologies prometteuses en cours de recherche, comme le modèle de vision ou encore la piste sur les rayons-X par exemple.



Conclusion



Bibliographie

[1]<https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20151201STO05603/economie-circulaire-definition-importance-et-benefices>

[2]<https://infos.ademe.fr/magazine-avril-2022/faits-et-chiffres/numerique-quel-impact-environnemental/>

[3]<https://www.mdpi.com/1424-8220/24/13/4363>

[4]<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034618302659>

[5]<https://www.mdpi.com/2227-7390/13/3/435>

[6]<https://www.indicereparabilite.fr/>

[7] CIRP Annals - Manufacturing technology