



GNG1503 - Génie de la conception
Projet de conception

Livrable F
Prototype I et rétroaction du client

Soumis par:

Succar, Mavie (300059711)

Bolohan, Ian (300310639)

Gbotta, Josée Danielle(300391871)

Fahim, Aya (300326408)

Boudabbous, Mohamed (300376202)

Chargé du cours: Emmanuel Bouendeu

Automne 2023
Université d'Ottawa

Livrable E - FA13

Table des matières :

1-Introduction.....	3
2- Compte-rendu de la rétroaction client.....	3
3- Analyse de composante critique.....	3-4
4- Documentation, analyse et résultat du plan d'essai de prototypage.....	4-5-§
5- Rétroaction du prototype des clients/utilisateurs.....	6-7
6- Mise à jour des spécifications cibles, de la conception détaillée et de la NDM.....	7-8-9
7- Plan d'essai de prototypage du deuxième prototype.....	10-11
8- Conclusion.....	11
9- Bibliographie	11

1-Introduction

Dans le cadre de notre projet de conception, nous sommes chargés de développer un système de suivi automatique d'inventaire permettant aux clients une gestion efficace des articles de l'inventaire.

Dans le livrable précédent, nous avons élaboré un dessin de conception détaillé du concept choisi, dressé un tableau de coûts des matériaux et des composantes, énuméré des listes d'équipement nécessaire à la construction du prototype et des risques critiques contingents. Subséquemment, nous avons créé un plan d'essai de prototypage. Au niveau de ce livrable, toujours dans les étapes de prototypage et d'essai, nous allons développer davantage notre premier prototype, établir un plan d'essai pour le deuxième et obtenir la rétroaction des clients en vue d'améliorer notre conception. De plus, étant un processus itératif, nous apportons parallèlement des modifications en mettant à jour nos spécifications cibles, notre conception détaillée et notre NDM suite à l'analyse des tests achevés.

2- Compte-rendu de la rétroaction client

Lors de notre rencontre avec les clients, ils ont exprimé leur intérêt pour le développement du système d'étagères intelligentes. C'est pour cette raison qu'ils sont devenus le centre d'intérêt de ce prototype. Au cours de la réunion, ils ont également exprimé leur intérêt pour le suivi des personnes dans l'entrepôt, ce qui a été utilisé dans le cadre du développement ultérieur de notre concept de capteur infrarouge. Ils ont également exprimé l'accent qu'ils souhaitent mettre avant tout sur la prévention des pertes de produits et d'avoir deux méthodes pour augmenter l'efficacité du système zéro perte.

3- Analyse de composante critique

Tout d'abord, nous allons utiliser deux cartes Arduino. Ce sont des cartes de développement électronique qui permettent de contrôler des appareils électroniques grâce à l'utilisation de code informatique. Cette carte peut aussi être utilisée pour traiter les données et les transmettre. En effet, il s'agit d'un outil très utile lors des projets de robotique et dans plusieurs autres domaines.

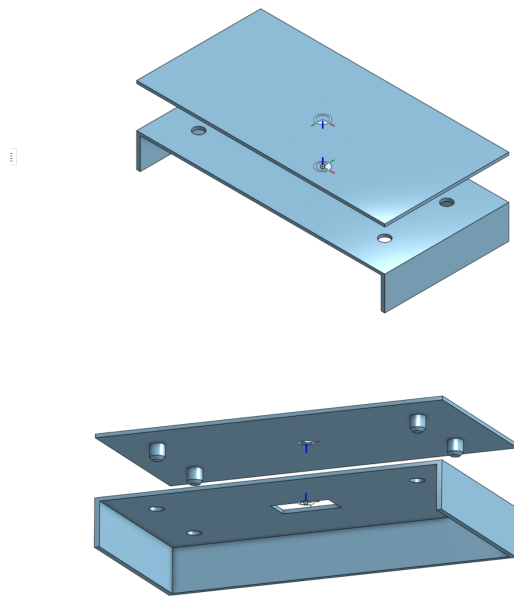
Dans un second temps, nous allons également employer un convertisseur analogique-numérique, le module HX711, permettant de mesurer les différentes forces appliquées sur un capteur. Celui-ci comporte un amplificateur différentiel et se connecte à l'aide d'un microcontrôleur intégré ou à d'autres systèmes de traitement de données dans le but de pouvoir transmettre les signaux analogiques de force perçus en des données numériques quantifiables. Cette connexion s'établit à partir d'une interface de communication qui utilise soit des données en série ou des données en parallèle. Il existe d'ailleurs des commandes de configuration qui offrent la possibilité de choisir la gamme de mesure, ainsi que d'établir la sensibilité du capteur étant connecté. Suite à cette simple configuration, cette composante est en mesure d'évaluer la force en continu et de transmettre les informations requises à la base de données, qui traitera subséquemment l'information.

Troisièmement, la présence de capteurs de poids est primordiale afin de mesurer les différentes forces exercées sur une plateforme. Dans le cadre du projet, on recherche la force de gravité exercée sur les étagères. Le capteur de poids représente alors l'alimentation électrique dont le fonctionnement requiert le module HX711. Par ailleurs, plusieurs sortes de capteurs de poids existent, variant selon le type de technologie sollicitées pour mesurer la force. Par exemple, les capteurs à cellules de charge fonctionnent

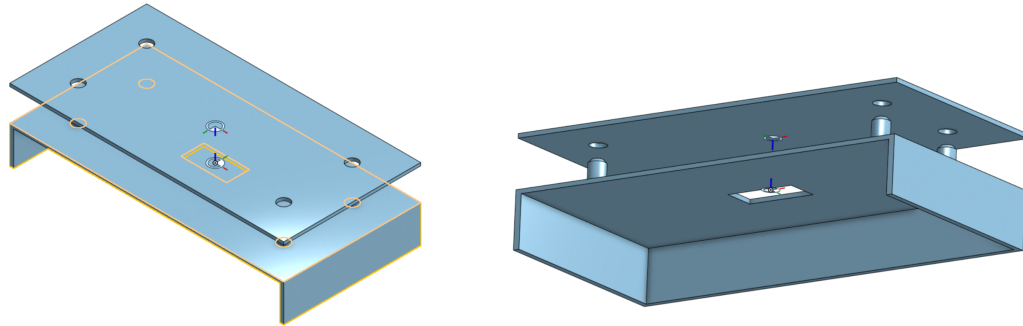
grâce à des technologies de pesage à réponse de force. En revanche, d'autres types de capteurs nécessitent des technologies de pesage à réponse de déplacement comme les capteurs à jauges ou à fils piézoélectriques, se chargeant de mesurer le mouvement d'un objet suite à sa soumission à une force.

4- Documentation, analyse et résultat du plan d'essai de prototypage

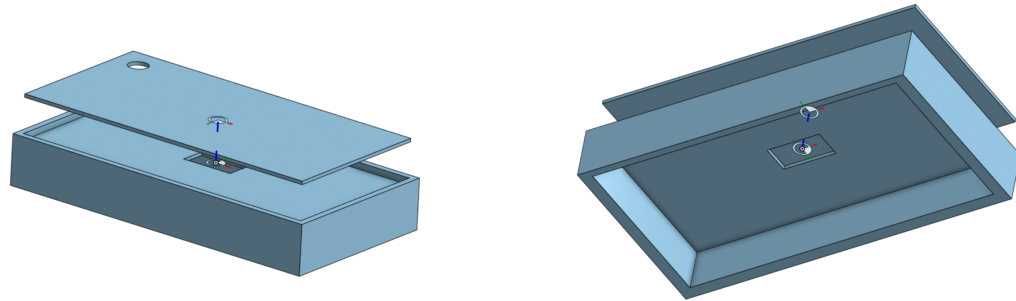
Dans un premier temps, après consultation de notre gestionnaire de projet, nous nous sommes rendus compte que notre premier prototype ne devrait pas prioritairement être axé sur la base de données. Ainsi, suivant ces recommandations, nous avons procédé à des modifications en considérant notre premier prototype comme étant les étagères intelligentes. Seulement, faute de temps nous n'avons pas pu commander les capteurs, nous avons donc fait des recherches sur leur fonctionnement en nous orientant sur un autre aspect de la composante, à savoir la manière dont le poids est réparti uniformément sur la plate-forme. Par conséquent, nous avons développé plusieurs modèles de boîtiers pour les capteurs afin de choisir le meilleur d'entre eux. Pour ce faire, nous les avons d'abord modélisé sur Onshape, puis nous avons testé leur stabilité à l'aide de simulations, comme affiché ci-contre :



Partie 1 – 1^{er} prototype original



Partie 2 - 2^{ème} itération



Prototype final sélectionné - Meilleur

Lien du prototype:

<https://cad.onshape.com/documents/89730e279fd1e4666b4e1a03/w/f23af3b49ba0b6d68be674e9/e/0939b522ffaf82fb27996c?renderMode=0&uiState=654568797b18db583d2f6e2a>

Ce prototype est un prototype analytique axé sur la structure du système d'étagères intelligentes. Le prototype est constitué d'une plaque (6 pouces par 12 pouces et 0.125 pouces d'épaisseur) sur 3 murs (1.5 pouces de hauteur et 0.125 pouces d'épaisseur) avec 4 trous (0.5 pouces de diamètre), un dans chaque coin et un trou rectangulaire (1 pouce par 2 pouces) au centre. Ainsi qu'une deuxième assiette (mêmes dimensions que premier) avec 4 piquets (0.5 pouces de diamètre et 0.5 pouces de longueur) qui dépassent du fond. Sur la première plaque, le trou rectangulaire au milieu servira à permettre aux fils du capteur de poids de sortir facilement de l'étagère sans affecter la pression appliquée sur le capteur, qui peut affecter sa lecture. Les quatre trous dans la première plaque ont le but de permettre aux chevilles de la deuxième plaque de passer à travers pour garantir que la plaque supérieure est sécurisée et pour s'assurer que la plaque supérieure est de niveau. Garder l'assiette à niveau permet de garantir que tous les produits placés sur l'étagère seront stables. Le capteur de poids sera placé entre les deux plaques avec les fils sortant du trou central fixé à l'Arduino. Pour garantir que le programme réagit uniquement au poids des produits, le poids du plateau supérieur sera mesuré et soustrait dans le programme.

De ce fait, nous établissons le plan de d'essai de prototypage suivant :

Prototypes					Tests		
N°	Type	Objectif	Fidélité	Rétroaction	Objectif	Résultat	Durée
1	Ciblé physique	Analyser des sous-systèmes critiques	Moyenne	Aucune du client ou d'utilisateur	Stabilité de l'étagère sous la force d'un poids	La charge n'est pas uniformément répartie sur l'étagère = instable	30 minutes (05-11-2023)
2	Ciblé physique	Réduire les incertitudes en itérant	Moyenne	Aucune du client ou d'utilisateur	Itération pour ajuster les dimensions déployées	L'étagère montre des signes d'inclinaison au bout de quelques secondes	30 minutes (05-11-2023)
3	Ciblé physique	Analyser des sous-systèmes critiques	Moyenne	Aucune du client ou d'utilisateur	Vérification de la fonctionnalité du prototype final	L'étagère reste stable car les charges sont équitablement réparties	30 minutes (05-11-2023)

5- Rétroaction du prototype des clients/utilisateurs

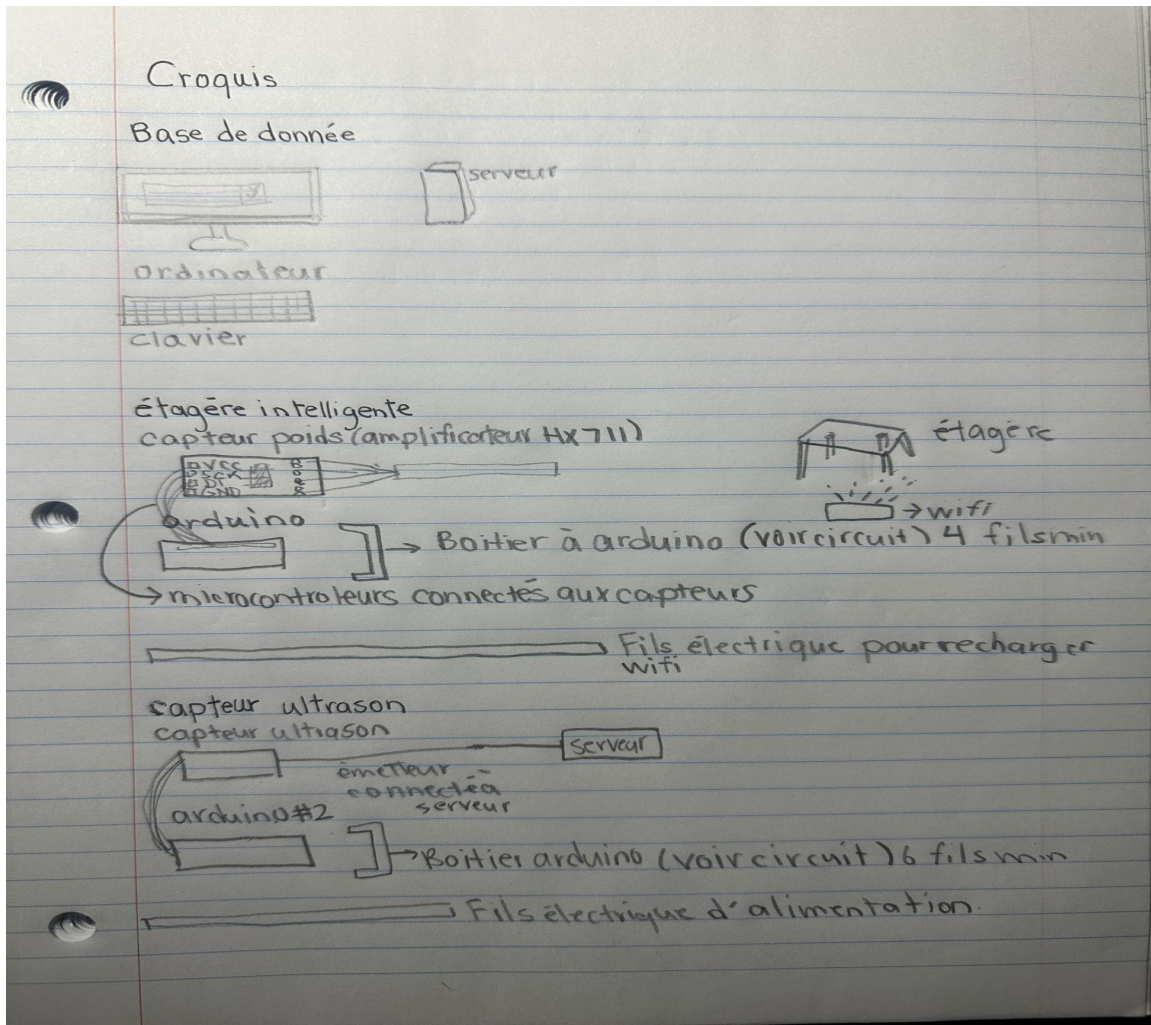
Une fois notre prototype conçu, nous nous sommes tournés vers des individus pouvant être nos potentiels clients afin de recueillir la rétroaction des utilisateurs. Ces retours nous permettront d'améliorer notre conception à l'aide de solutions possibles.

- Rétroaction 1:** Le prototype est bon mais il faudrait avoir une méthode pour lever le plateforme au cas où le capteur se casse et doit être remplacé.
 - ❖ **Solution possible:** Ajouter horizontalement des petites tiges en métal dans les piquettes sortant du bas de la plaque supérieure, de sorte à pouvoir utiliser une grande tige métallique pour soulever la plaque supérieure. Ceci permettrait d'extraire le capteur et le remplacer.
- Rétroaction 2:** Les supports des items ne sont pas très modernes et sécuritaires pour les objets étant donné qu'aucun rebord ne les protègent.
 - ❖ **Solution possible:** Concevoir un support avec un léger creux et des rebords qui assurent la sécurité des items, en cas de cohesion avec des individus tiers, des objets ou tout simplement de mauvaise manipulation. Cette nouvelle esthétique garantirait et éviterait certaines pertes dû à l'endommagement des items.
- Rétroaction 3:** Différents capteurs peuvent avoir différentes formes et tailles, ce qui fait que les dimensions dont nous disposons ne correspondent qu'à quelques types de capteurs.

- ❖ **Solution possible:** Rajouter aux boîtiers un mécanisme qui permettrait de modifier les dimensions des deux côtés, de telle sorte à pouvoir ajuster selon le besoin et permettre de bien encadrer différents capteurs.
- **Rétroaction 4:** Le prototype présenté semble techniquement fonctionnel et visuellement plaisant avec l'intégration d'un boîtier. Seulement, il faudrait penser à évaluer la durabilité et la résistance des capteurs lorsqu'ils sont exposés à des conditions semblables à celles présentes dans les entrepôts industriels, de sorte à prévenir d'éventuels besoins de maintenance et ainsi minimiser le temps d'arrêt. Dans ce cas, y-aurait-il un système secondaire pour prendre temporairement la relève ?
 - ❖ **Solution possible:** Analyser de potentielles défaillances des capteurs en fonction de leur conception et de leur utilisation. Pour ce faire, nous pourrions consulter les spécifications techniques fournies par le fabricant, identifier les conditions environnementales des entrepôts et effectuer des tests basiques de résistance (étanchéité à l'eau, à la poussière, à la corrosion) et de longévité, en évaluant la stabilité de performances des capteurs pendant une certaine période. De plus, il serait également bénéfique de prendre en compte les retours d'autres utilisateurs. En cas de défaillance ou d'arrêt programmé des capteurs poids pour des raisons de maintenance, les capteurs ultrasons intégrés aux étagères intelligentes assurent la fonctionnalité du système.
- **Rétroaction 5:** Les items que l'on déposera sur les étagères n'auront pas tous le même poids, il est donc possible que le capteur ne résiste pas aux poids de certains items.
 - ❖ **Solution possible:** Concevoir trois types de prototypes en s'inspirant du modèle déjà effectué. Ces trois types seront un capteur de poids légers, un capteur de poids moyen et un capteur de poids lourd. Ces derniers seront ensuite déposés sur les étagères en fonction de l'item utilisé pour le test.

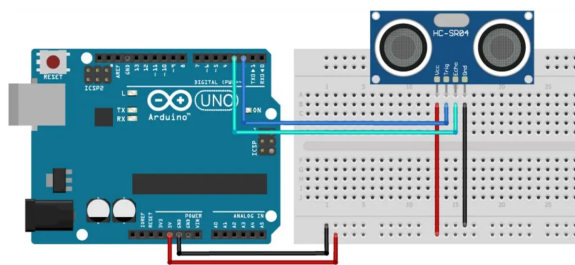
6- Mise à jour des spécifications cibles, de la conception détaillée et de la NDM

Les rétroactions obtenues nous permettent de réorganiser notre projet et donc de produire une nouvelle conception détaillée qui correspond plus aux modifications que nous avons apportées. Il est important de mettre à jour cette conception, de sorte à ce qu'elle englobe toutes les composantes de notre projet et nous permette de maintenir un fil conducteur et de plus ou moins visualiser leurs interfaces. Ci-dessous est présentée notre conception détaillée actuellement modifiée:

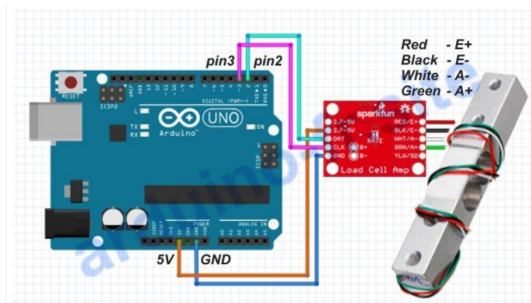


Croquis - Conception détaillée du système

Cette conception comprend également deux composantes de capteurs qui seront reliées à un arduino. Leurs circuits sont affichées ci-dessous:



Circuit capteur ultrason



Comment connecter module HX711 et capteur de poids Arduino

Circuit capteur de poids

Livrable E - FA13

De surcroît, conformément aux rétroactions recueillies, nous pouvons établir de nouvelles spécifications cibles et une nouvelle nomenclature de matériaux. Concernant les spécifications cibles, celles-ci nous permettront de mieux finaliser notre concept.

- Légende d'importance:

5: Critique - 4: Très désirable - 3: Bien mais n'est pas nécessaire - 2: Pas important - 1: Indésirable.

N°	Spécifications	Priorisation	Estimations
1	Poids supportable par les étagères	4	< au total des articles disposés sur l'étagère
2	Coût	4	< 50\$
3	Usabilité	5	Facile d'utilisation
4	Sécurité	5	Sécurité des items présents sur les étagères et des données contenus dans la base de donnée
4	Esthétique	4	Design futuriste
6	Fréquence des mises à jour automatiques	5	Instantanément
7	Fréquence des rapports de l'inventaire	5	Modifiable selon la demande

Tableau 2 - Spécifications cibles de Conception Technique du produit

La nomenclature, quant à elle, nous permettra de revoir nos dépenses et de planifier au mieux nos ressources financières.

NUMÉRO	PRODUIT	DESCRIPTION	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX ETENDU	LIEN
1	Capteurs de poids de 50 kg	Module AD pour Arduino	1	7.25\$0	7.25\$	https://www.amazon.ca/-/fr/Capteur-demi-pont-%C3%A9lectrique-R%C3%A9sistance-contrainte/dp/B09NGW4B9Z/ref=sr_1_17?_mk_fr_CA=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=29AISQOP0B4NL&keywords=capteur+poids+arduino&qid=1699061351&refinements=p_36%3A-1000&rnid=12035759011&s=industrial&sprefix=capteur+poids+arduino%2Cindustrial%2C85&sr=1-17
2	Planches de contreplaqué mince (MDF)	18 inch x 24 inch	3	3.00\$	9.00\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/mdf/v/M003-1-8-18-NCH
3	HX711 Master idem	Bibliothèque pour la pesée	1	0\$	0\$	https://github.com/RobTillaart/HX711

4	Câbles ruban Dupont	Lot de 10	30	1\$	1\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/jumper-cables-per-10/v/JMP-CBL-20C-MLFML
5	Capteurs de distance ultrasonique	Titri HC-SR04	2	6.29\$	12.58\$	https://ca.robotshop.com/products/sunfounder-pir-sensor-module-hc-sr501?gad_source=4&gclid=CjwKCAjwnOipBhBQEIwACyGLuoVDAQV2beEztZrcKOt0jkdc44ABg7rywiBRt4cY8IGiOUq_mtsl7BoC1YEOAvD_BwE
6	Breadboard	Support des branchements pour les fils	1	10\$	10\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/breadboard/v/B15-BRD-FLL
7	ULTRASONIC	Bibliothèque de capteurs ULTRASONS	1	0\$	0\$	https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/ultrasonic/
8	Hébergeur de la base de données	INFOMANIAK	1	8\$	8\$	https://shop.infomaniak.com/order2/select/domain
TOTAL (sans taxes + livraison)				49.83\$		
TOTAL (avec taxes + livraison)				56.30\$		

Tableau 3 - Nomenclature des matériaux

7- Plan d'essai de prototypage du deuxième prototype:

Le but essentiel consiste en la mesure de la stabilité et de l'efficacité des différents composants constituant le prototype et la collecte des données suite à la phase d'essai. La stabilité des boîtiers, la compatibilité des dimensions du boîtier ainsi que les différents éléments qui seront énoncés dans le tableau plus tard sont les facteurs essentiels de la réussite de notre prototype.

Le prototype en question, dans ce livvable, est un prototype analytique avec pour composants: des boîtiers pour capteurs ainsi qu'une plateforme d'étagères intelligentes. Les tests qu'on réalisera détiennent comme but l'évaluation du prototype avec une durée variable allant de 1 à 3 heures.

N° de Test	Objectif du Test	Description du Prototype Utilisé et de la Méthode de Test de Base	Description des Résultats à Documenter et Comment ces Résultats seront Utilisé	Durée Estimée du Test et Date Prévue du Début du Test
1	Test de stabilité des boîtiers de capteurs	Prototype Analytique	Il est conçu pour maintenir les capteurs en place en mesurant la stabilité des boîtiers sous différentes contraintes	3 heures (15-12-2023)

2	Test de compatibilité des dimensions du boîtier	Prototype Analytique	Test de flexibilité des boîtiers pour s'adapter à différentes tailles de capteurs en mesurant la capacité d'ajustement des boîtiers aux différents capteurs	2 heures (05-11-2023)
3	Test de support pour les objets	Prototype Analytique	Test de méthode servant à soulever la plateforme en cas de remplacement du capteur en mesurant l'efficacité de la méthode de levage	1 heure (05-11-2023)
4	Test de réduction des pertes	Prototype Analytique	On teste la conception de la plateforme pour prévenir les pertes d'articles en mesurant l'efficacité de la conception, ce qui va servir à éviter les pertes	2 heures (05-11-2023)
5	Test de rétroaction du prototype	Prototype Analytique	Recueillir les retours d'utilisateurs internes afin d'évaluer les commentaires et les suggestions pour améliorer le prototype	1 heure (05-11-2023)
6	Test de levage de la plateforme	Prototype Analytique	Mesurer l'efficacité de la méthode de levage	1 heure (05-11-2023)

8- Conclusion

En définitive, ce premier prototype nous a permis de détailler les différents matériaux et les composants nécessaires ainsi que leurs coûts, d'esquisser notre concept choisi, d'identifier les risques concurrents du projet de conception et de planifier les essais du prototype. La semaine à venir sera une opportunité pour nous de tester une autre composante du système afin de satisfaire au mieux les spécifications cibles fixées.

9- Bibliographie

Références pour “Analyse des composantes critiques”:

- Bouhouch, Hamza. “ Utilisation capteur de Poids avec HX711 et Arduino pour Contrôler pesage à Distance via Bluetooth“, (05-11-23). Tiré de <https://www.moussasoft.com/capteur-hx711-de-poids-avec-arduino>
- Robotique. (2022) Balance de pesée utilisant HX711 et Arduino pour la surveillance du poids à distance, (05-11-23). Tiré de <https://www.robotique.tech/tutoriel/balance-de-pesee-utilisant-hx711-et-arduino-pour-la-surveillance-du-poids-a-distance-par-bluetooth/>

Lien pour Wrike:

https://www.wrike.com/workspace.htm?acc=4975842&wr=20#/folder/1222362642/timeline3?vie_wld=204157457