

Université d'Ottawa

Génie de la Conception
GNG 1503B

Groupe FB11

Livrable de Projet D

Zineb Mataich
Yvan-Loïc Kouongueng
Jérémie Renaud
Wadii Massaoudi
Henri-Levy Coulibaly
Anouar El Beddad

Le 15 octobre 2023

Table des matières

Table des matières	2
1 Introduction	3
2 Les sous-systèmes	3
3 Description des concepts présentés	4
4 Schémas des concepts présentés	8
5 Matrices décisionnelles.....	12
6 Concept final	14
7 Conclusion.....	17
8 Références	17

1 Introduction

Chaque membre de l'équipe est arrivé à la rencontre d'aujourd'hui avec des idées en lien avec le produit physique et l'aspect informatique du projet. Il est maintenant temps de catégoriser, condenser, combiner, raffiner et reconsidérer chacune des idées afin d'idéaliser le meilleur produit possible. Nous allons d'abord choisir 3 sous-systèmes à analyser et choisir 3 concepts pour chacun de ces sous-systèmes. Nous utiliserons ensuite une matrice décisionnelle pour évaluer chacun des sous-systèmes pour sélectionner la meilleure option. Nous allons ainsi définir un concept à utiliser pour notre premier prototype et à présenter au client lors de la rencontre du 17 octobre.

2 Les sous-systèmes

Pour notre projet de conception, nous allons nous concentrer sur 3 sous-systèmes différents. Nous allons analyser les possibilités pour la conception du produit physique, le fonctionnement du site internet ainsi que l'analyse des dimensions par code de programmation. Nous avons choisi ces éléments car ce sont les éléments les plus importants dans notre produit et sans eux le produit ne serait pas fonctionnel.

3 Description des concepts présentés

- Zineb :

Pour ce premier design, j'ai pensé que la machine qui ressemblerait à un cube pourrait s'allumer de l'intérieur. Chaque face s'allumerait successivement, une à la fois, à intervalle de 5 à 8 secondes. Une ombre sera alors projetée sur la face à l'opposé de celle qui est allumée. Le roulement serait suspendu à l'aide d'un crochet et serait situé au centre du cube. Les faces du cube seraient ombrées, donc le travailleur opérant la machine pourrait mesurer ou prendre en photo chaque face où l'ombre sera projetée. Il pourra ensuite télécharger ces photos sur le site que nous allons créer. Le code du site, que nous créerons également, analysera ces photos et sera donc en mesure d'identifier le roulement.

Pour ce deuxième design, le roulement serait placé sur une surface élevée au centre du trou du cercle de notre machine. Un téléphone ou une caméra sera posé sur une colonne munie de roues. Nous contrôlerons le mouvement de ces roues grâce au creusement de deux fentes qui seront tout juste des dimensions des roues, ce qui permettra à la colonne de garder le téléphone stable afin de fournir une analyse plus précise du roulement. Le système qui prendra des photos sera relié à un ordinateur, ce qui permettra aux photos d'être analysées sur notre site web qui comportera un code capable d'identifier les roulements.

- Yvan :

Idée 1 : Le bearing sera placé dans une boîte noire où le minimum de lumière entrera. Une caméra ultra sonique accompagné d'une grande lumière qui filmiera grâce aux ultrasons. La pièce sera dans une position debout verticalement pour que toute ça circonférence puisse être filmé. La graphique obtenu grâce aux ultrasons sera analyser et nous permettra de voir les différents endroits de la pièce où il y a une petite défaillance. Il reste à voir si ce système pourra mesurer les dimensions de la pièce. Mon interface ressemble exactement à celle de Zineb.

Idée 2 : Le bearing sera placé dans une boîte noire où le minimum de lumière entrera. Dans ce cas la photo se fera grâce à une impression à rayon x. On prendra une photo du dessus de l'objet avec laquelle on pourra faire l'analyse de la dimension du Bearing. On fera un mécanisme qui filmiera la circonférence de la pièce grâce aux rayon x comme on pourra voir l'intérieur de la pièce et voir où est-ce qu'il y a une défaillance (fissure ou autre). Mon interface ressemble exactement à celle de Zineb.

- Jérémie :

Pour mon concept, j'ai eu l'idée d'utiliser un téléphone intelligent comme outil d'analyse des roulements. J'ai trouvé une application (*EpocCam*) qui permet de prendre des photos haute résolution d'objets et j'aimerais utiliser ce principe pour le relier au code d'analyse des dimensions. Ce code utiliserait le langage Python et la bibliothèque *OpenCV* pour lire les diamètres intérieurs, extérieur et l'épaisseur du roulement. Le produit physique est basé sur une plaque d'acrylique remplis de lumières DEL et deux bras servant de support au téléphone portable installé au-dessus de la plaque lumineuse. L'interface web du produit demanderait à l'utilisateur toutes les informations nécessaires à l'analyse du roulement autres que les dimensions mentionnées plus tôt (numéro de série, type de roulement, marque du roulement, présence de lubrifiant). Cependant, ces informations ne sont pas nécessaires à l'identification du roulement et servent seulement à ajouter une précision. Si l'utilisateur ne remplis pas ces sections, le programme serait tout de même en mesure d'effectuer l'analyse.

- Wadii:

Partie physique

La Boîte de fixation : Elle a une forme cylindrique de rayon 60mm et de hauteur 100mm. Sa partie supérieure, représente l'emplacement du bearing avec des indications (flèches, contours). Cette partie est entourée d'un guide coulissant qui aide le support de la caméra de tourner autour du bearing et le scanner avec précision. Ensuite, la partie du milieu ou le corps de la boîte, contient des boutons de commande et des lumières DEL programmées grâce un arduino, en plus de cela la boîte contient un tiroir on le technicien/utilisateur pourrait déposer des roulements non utilisés ou des composants inutiles. La boîte contient une lampe de luminosité à l'intérieur, celle-ci rend le scan plus facile. La partie supérieure contient 4 pattes ou pieds de fixage en caoutchouc, ils permettent à la machine de bien se fixer au sol. La boîte contient aussi la plus importante des choses qui est le Logo « GBS » avec une couleur verte qui représente le logo de l'entreprise. Support Caméra : Ce support contient des boutons de commande qui permettent la fixation de la membrane du support vu que celle-ci fait des mouvements de rotation et de translation grâce à des Pins et de vis de rotation, il est à la fois pliable et à la fois fixe. Le support est lié à la boîte par le guide coulissant et des vis de fixation qui permettent la rotation de la caméra autour du bearing. Sa longueur est de 6 pouces avec un poids qui ne dépasse pas 150g. Caméra : Elle représente l'élément le plus important et le plus intéressant du produit. La caméra est programmée par un arduino, pour qu'elle scanne avec précision le bearing et pour qu'elle détecte grâce a des rayons laser si le roulement est brisé ou pas. La caméra agit avec précision et une grande vitesse de détection, elle envoie des images de scan en -1min, elle peut être fixée en n'importe quelle position.

La partie logicielle

Site WEB ou Application : Représente une interface avec différents outils (Langue, commande, inscription), elle reçoit l'image scannée grâce à la camera et effectue une analyse complète du bearing, et après un instant de détection, elle affiche toutes les données du bearing.

Le Code manipulable : Ce code a été traité grâce à différents langages de programmation comme Java, C++, Python...Pour que ça permette le traitement de toutes les étapes d'analyse.

- Levy:

Mon idée pour le projet est de construire un appareil capable d'être branché à un ordinateur via un câble. Sur cet appareil nous placerons le roulement et grâce à une caméra intégrée sur une sorte de bras mécanique capable de se déplacer légèrement vers le haut ou le bas pour pouvoir obtenir une photo correcte du roulement, il sera aussi capable d'effectuer à environ 90° pour pouvoir obtenir des images de roulement vu de profil. Les photos capturées par l'appareil seront envoyées à l'ordinateur et grâce à notre code nous pourrions obtenir des informations utiles pour identifier le roulement tel que les diamètres intérieurs et extérieurs mais aussi la hauteur du roulement. Les informations obtenues seront ensuite analysées afin de pouvoir identifier le roulement.

Mon interface sera une interface plutôt simple comportant le logo de l'entreprise GBS en haut à droite du site la première page sera la page d'accueil sensée souhaiter la bienvenue aux utilisateurs tout en leur permettant de choisir la langue dans laquelle ils souhaitent utiliser le site. Ensuite l'utilisateur pourra sélectionner commencer lorsqu'il aura effectué les prérequis pour que le programme fonctionne ou il pourra appuyer sur aide pour voir un tutoriel lui expliquant comment il devrait placer le roulement pour effectuer la photo. Enfin une fois la photo prise la page suivante affichera toutes les données récoltées puis le lien pour obtenir ses références et il y aura aussi la possibilité de retourner rapidement à la page 2 pour effectuer de nouvelles photos pour des prochaines analyses.

- Anouar:

- Sous-système 1 : Système de mesure des dimensions du roulement :
 - Concept 1A : Utilisation de capteurs de distance laser pour mesurer les dimensions du roulement.
 - Avantages : Mesures précises, rapide.
 - Inconvénients : Coût élevé, nécessite un alignement précis.
 - Concept 1B : Utilisation de capteurs de vision artificielle pour la mesure.
 - Avantages : Polyvalence, mesure de multiples dimensions simultanément.
 - Inconvénients : Peut être influencé par l'éclairage, nécessite une puissance de traitement.

- Sous-système 2 : Caméra et système d'imagerie :
 - Concept 2A : Caméra haute résolution intégrée.
 - Avantages : Résolution élevée, facilité d'intégration.
 - Inconvénients : Coût de la caméra.
 - Concept 2B : Utilisation de caméras 3D pour des mesures plus précises.
 - Avantages : Mesures 3D précises, capacité de modélisation.
 - Inconvénients : Coût élevé, puissance de traitement nécessaire.
- Sous-système 3 : Logiciel de reconnaissance et de recherche dans le catalogue :
 - Concept 3A : Utilisation d'une base de données en ligne pour la recherche dans le catalogue.
 - Avantages : Accès à une vaste base de données, mises à jour faciles.
 - Inconvénients : Dépendance à l'accès Internet.
 - Concept 3B : Développement d'un logiciel interne.
 - Avantages : Contrôle total sur le logiciel, fonctionne en mode hors connexion.
 - Inconvénients : Coût de développement initial

4 Schémas des concepts présentés

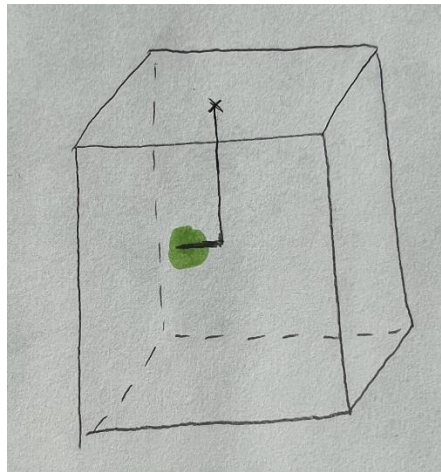


Figure 1 : Idée 1 (Zineb)

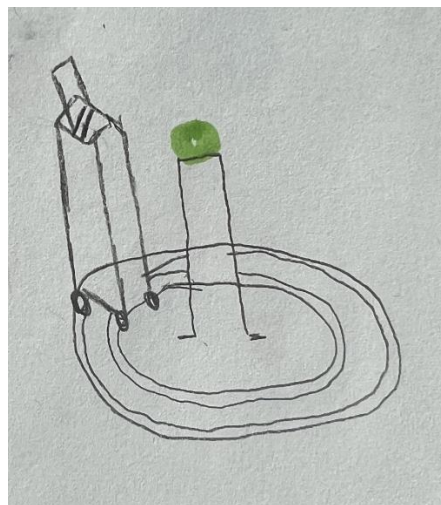


Figure 2 : Idée 2 (Zineb)

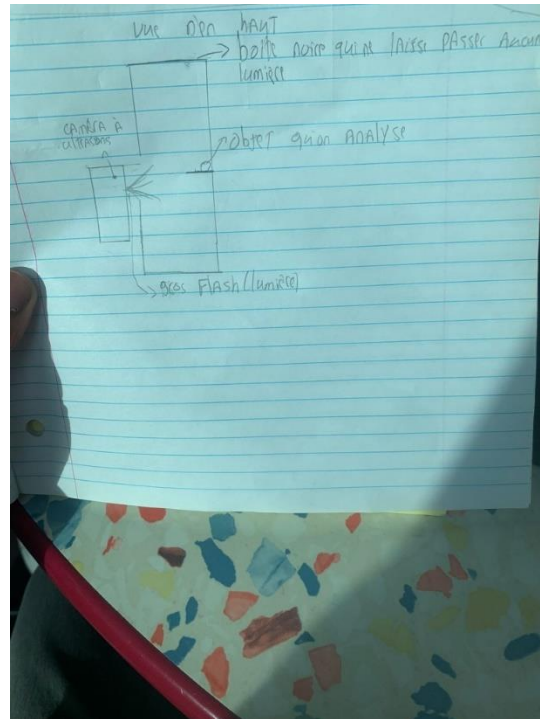


Figure 3 : Idée Yvan

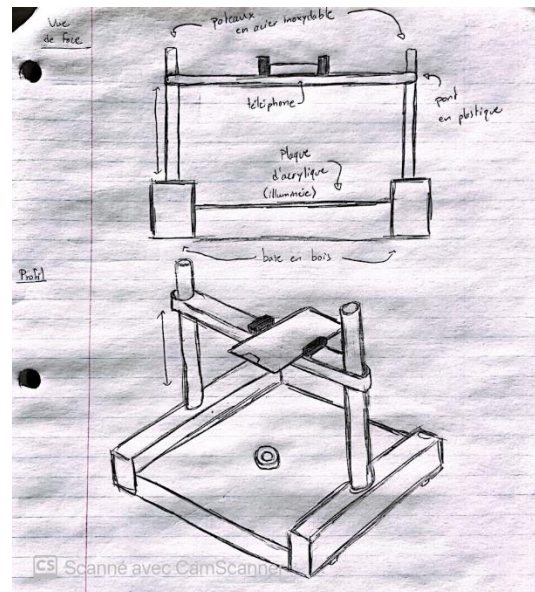


Figure 4 : Idée Jérémie

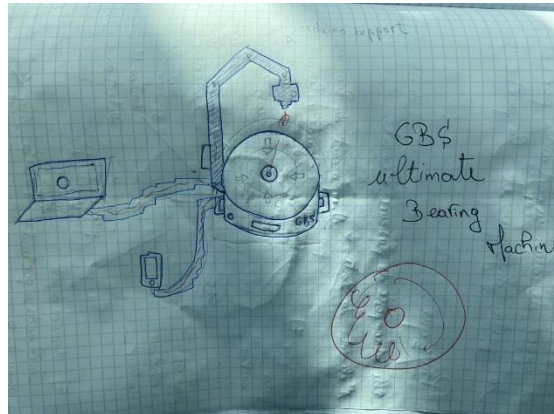


Figure 5 : Idée Wadii

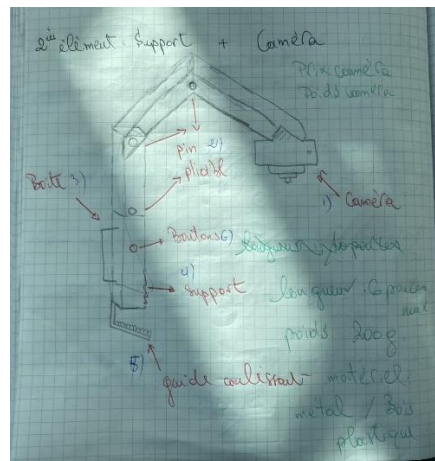


Figure 6 : Idée Wadii

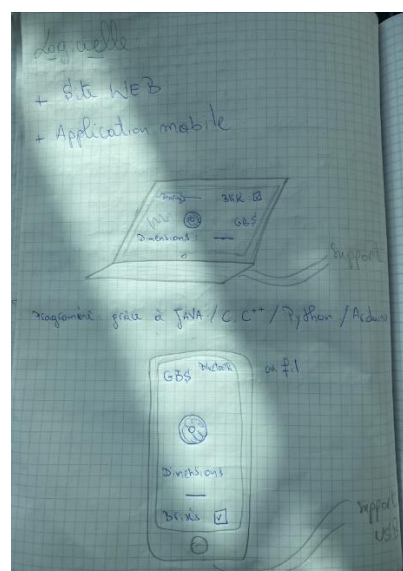


Figure 7 : Idée Wadii

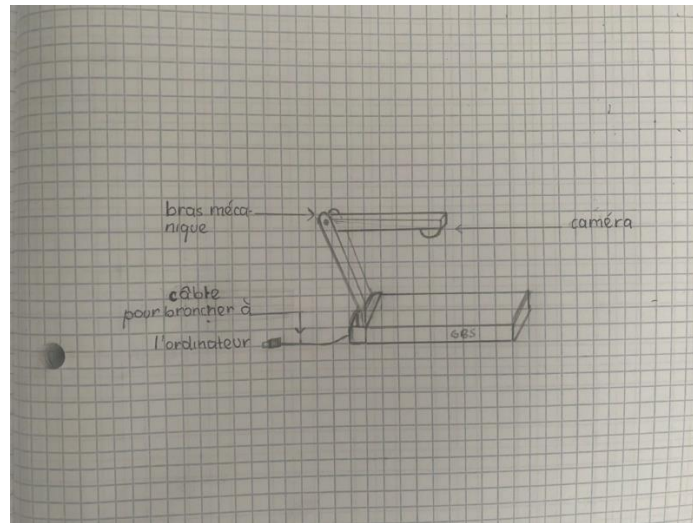


Figure 8 : Idée Levy

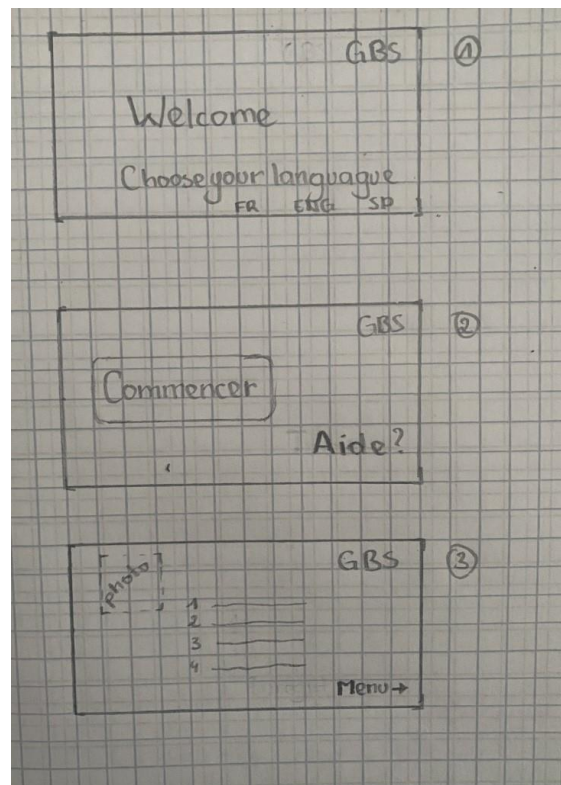


Figure 9 : Idée Levy

5 Matrices décisionnelles

Tableau 1 : Matrice décisionnelle sur l'interface web du produit

Spécifications \ Outil d'identification	Importance	Idée de Jérémie	Idée de Zineb	Idée Wadii	Idée 1 de Yvan
Coût	3	1	1	1	1
Langue	4	2	3	3	2
Informations métriques	4	2	3	3	3
Logiciel	5	3	3	2	2
Efficacité	5	2	3	3	2
Durabilité	2	3	3	3	3
	Total	50	63	58	49

Importance : 5-Critique 4-Très désirable 3-Bien, mais pas nécessaire 2-Pas important 1-Indésirable

Tableau 2 : Matrice décisionnelle pour le produit physique

Spécifications \ Outil d'identification	Importance	Idée 1 de Yvan	Idée de Jérémie	Idée 2 de Zineb	Idée de Henri	Idée de Wadii
Coût	3	3	3	2	2	3
Marge d'exactitude	3	3	2	2	3	3
Automatisation	3	1	3	1	1	3
Efficacité	5	3	3	2	2	2
Durabilité	2	2	3	3	2	2
	Total	35	45	31	32	41

Importance : 5-Critique 4-Très désirable 3-Bien, mais pas nécessaire 2-Pas important 1-Indésirable

Après avoir passé en revue les idées brillantes de chaque membre de notre équipe, il est temps d'approfondir notre analyse en examinant attentivement les aspects moins favorables de chaque proposition. Les inconvénients sont tout aussi importants que les avantages, car ils nous offrent des opportunités d'amélioration, de résolution de problèmes et de prise de décision éclairée. Cette partie se concentrera sur la mise en lumière de ces inconvénients, en vue de créer une vision complète de notre projet. En total, nous avons eu 5 différentes idées de produit, dont chacun présente des inconvénients et des contraintes que notre équipe de projet ne pourra pas aborder :

Inconvénients idées de Zineb :

Stabilité du dispositif : Il existe des risques de vibrations ou de mouvements indésirables qui pourraient affecter la qualité des images et la précision de l'analyse.

Nécessite de bonnes conditions d'éclairage : Une mauvaise luminosité ou un éclairage inadéquat peut affecter la qualité des images prises, ce qui peut nécessiter un éclairage supplémentaire et potentiellement coûteux.

Inconvénients idées de Yvan :

Complexité de l'utilisation des rayons X et des ultrasons : L'utilisation d'ultrasons et des rayons X pour l'analyse de la pièce peut être techniquement complexe et nécessite des compétences spécifiques.

Coût : Les équipements ultrasoniques et X peuvent être coûteux à acquérir et à entretenir, ce qui peut augmenter les coûts du projet.

Limitations d'angle de vue : Les rayons X et les ultrasons peuvent avoir des limitations en termes d'angle de vue, ce qui peut ne pas permettre une analyse complète de la pièce, en particulier de ses côtés.

Inconvénients idées de Jérémie :

Jérémie a eu la meilleure idée de projet et la plus parfaite pour notre but. En plus de cela, il nécessite moins de travail et coutera moins par rapport aux autres produits. Cependant, il existe un petit inconvénient qui est :

Calibration et la limitation de l'appareil : Il est nécessaire de calibrer le smartphone utilisé durant le scan grâce à un outil d'attachement et de fixation pour garantir des mesures précises.

Mais je ne pense pas que cela présentera un grand problème puisque nous avons déjà trouvé des solutions en équipe.

Inconvénients idées de Wadii :

Complexité de construction : La construction de la boîte et du support caméra peut être complexe et nécessitera des compétences en ingénierie. Cela peut augmenter les coûts de fabrication.

Maintenance complexe : Les boutons de commande, les lumières DEL programmées, les composants électroniques et mécaniques (comme les vis de rotation) peuvent nécessiter une maintenance régulière pour garantir le bon fonctionnement de l'appareil.

Fragilité : Les pièces mécaniques, telles que les vis de rotation, pourraient devenir fragiles avec le temps, ce qui pourrait entraîner des défaillances mécaniques.

Inconvénients idées de Levy :

Stabilité et précision du bras mécanique : Pour obtenir des images de haute qualité, le bras mécanique doit être très stable et précis. Tout jeu, vibration ou décalage peut entraîner des images floues ou incorrectes.

Coût : La conception et la fabrication d'un appareil mécanique sophistiqué peuvent entraîner des coûts élevés, ce qui peut être un facteur limitant en termes de budget.

6 Concept final

Fonctionnement de l'application :

1ère page : Tout d'abord, la première chose qui sera demandé quand on se rend sur le site web relié à notre machine, sera la langue dans laquelle vous souhaitez continuer. Le site web de l'entreprise GBS est disponible en français, anglais et espagnol. Notre site vous donnera alors l'option d'également choisir entre ces trois langues. L'interface de cette page sera simple, avec seulement trois boutons pour cliquer sur la langue souhaitée, le logo de l'entreprise GBS dans le coin gauche, et une ou deux lignes sur l'entreprise dans le coin à droite.

2ème page : Une fois la langue souhaitée sélectionnée, vous serez transporté dans une nouvelle page. Celle-ci sera composée de trois rectangles. Dans le premier, quelques questions quant aux informations sur le client seront demandés afin qu'il puisse s'identifier à son compte client. Cela pourrait faciliter l'identification du roulement étant donné que le code n'aura pas à chercher dans toute la base de données, mais seulement dans les roulements que le client a déjà achetés. Dans un second rectangle, on pourra remplir les informations d'un nouveau client, tel que son adresse électronique, prénom et nom de famille. Enfin, dans le dernier rectangle, le travailleur pourrait s'identifier lui-même.

3ème page : Une fois cela fait, vous serez dirigés vers une page qui vous demandera si vous souhaitez analyser un roulement qui est cassé, intact ou juste possiblement cassé. Si vous sélectionnez que le roulement est cassé ou possiblement cassé, le code de la machine activera l'analyse infrarouge. Si vous cliquez sur la case "intact", le code opérera la machine uniquement dans le but de recueillir les dimensions nécessaires à l'identification du roulement.

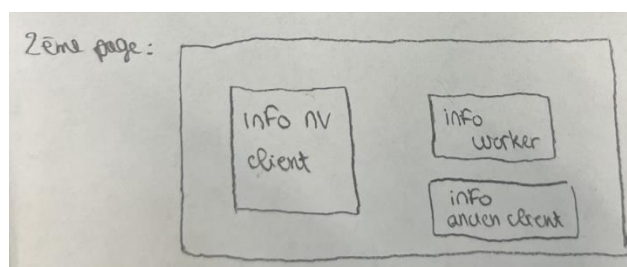
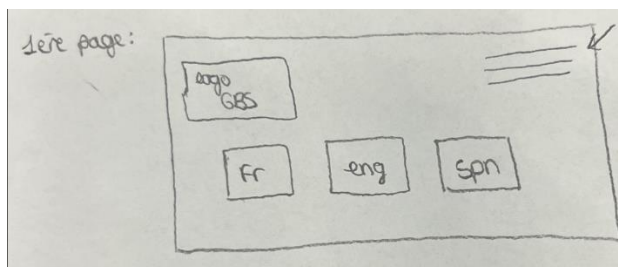
4ème page : Dans cette page, on vous posera la question : “Quel type de roulement souhaitez-vous analyser ?”. Vous aurez le choix entre “skip”, que vous pouvez sélectionner si vous ne souhaitez pas répondre à la question ou si vous ne savez pas, ou entre une multitude d’autres catégories qui pourraient faciliter l’identification du roulement. Cette étape sera complètement optionnelle.

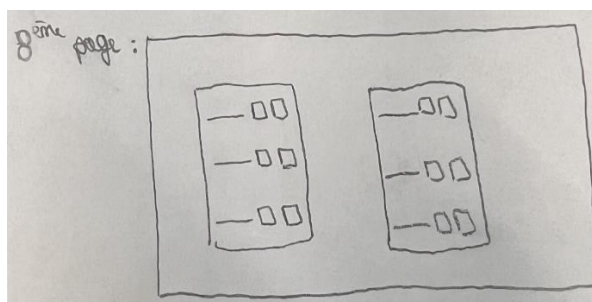
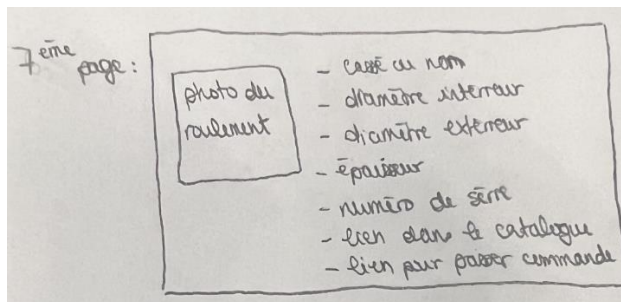
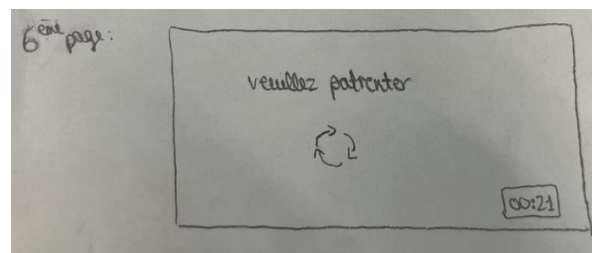
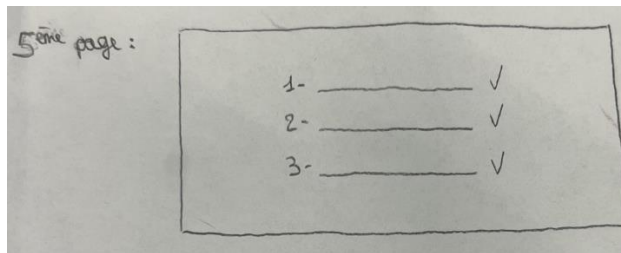
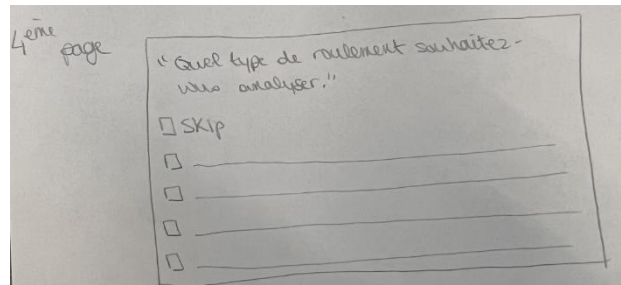
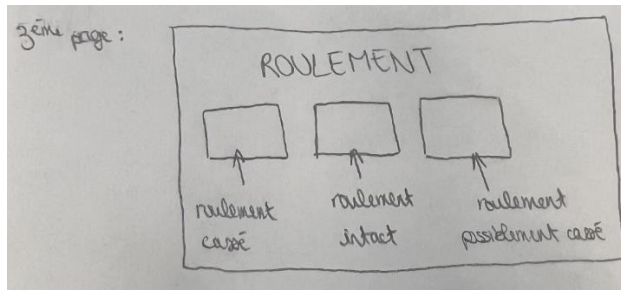
5ème page : Étant donné que vous aurez sélectionné à la page 3, le type de service particulier que vous souhaitez recevoir, cette nouvelle page donnera des instructions au travailleur afin d’opérer la machine. Ces instructions seront simples, assez pour que même un travailleur tout juste employé puisse opérer la machine sans problème.

6ème page : Une fois les instructions suivies, vous serez transporté à la sixième page. Vous ne verrez alors qu’un compte à rebours d’une minute, promesse de la performance de notre produit, ainsi qu’un message vous demandant de patienter.

7ème page : Une fois le roulement analysé, une page comportant une photo du roulement tiré du catalogue, son diamètre intérieur et extérieur, le fait qu’il est cassé ou non, son épaisseur, son numéro de série, son lien dans le catalogue ainsi qu’un lien de commande, seront affichés sur la page.

8ème page : Une dernière page sera alors affichée, qui comportera deux longs rectangles. Dans le premier, on demandera au client de cocher “oui” ou “non” à trois simples questions afin d’évaluer son expérience avec la machine. Dans le second rectangle, on demandera encore une fois au client de cocher “oui” ou “non” à trois nouvelles questions afin d’évaluer son expérience avec le travailleur. En dessous de ces deux rectangles, il y aura également un espace commentaire où le client pourra laisser un avis s’il le souhaite. Il est important de souligner que chaque étape se trouvant sur cette page est optionnelle.





Aspect physique :

Nous en sommes venus à la conclusion que le produit physique final sera basé sur l'idée de Jérémie. Toutes les idées possèdent leurs propres avantages et désavantages, mais celle-ci est la moins complexe et la plus réalisable prenant en considération le budget et le temps qui nous est offert. Les matériaux restent à confirmer, mais nous planifions utiliser une base en acrylique illuminée à l'aide d'une bande de lumières DEL. Deux poteaux en acier inoxydable supportés par une base en bois serviront de support au téléphone portable. Ce téléphone prendra en photo le roulement et enverra l'image au programme sur l'ordinateur pour analyser les différentes dimensions. Deux photos devront être prises, une afin de mesurer le diamètre intérieur et extérieur, et une autre pour l'épaisseur. Ce téléphone sera mis en place sur un pont en plastique reliant les deux poteaux d'acier inoxydable. Nous devons faire différents prototypes de stabilisation pour le téléphone afin de s'assurer que l'utilisateur profite de la meilleure expérience possible. De plus, les dimensions restent à confirmer, nous essayerons de créer le produit le plus petit possible afin qu'il ne soit pas trop imposant ou encombrant.

Aspect programmation :

Pour la programmation, nous avons décidé d'utiliser le laboratoire 5 sur la reconnaissance d'image comme inspiration. Nous allons utiliser le langage Python sur Google Colab pour créer un code analysant les 2 photos prises par le téléphone. Ce code sera relié à l'application Anvil toujours avec Python.

7 Conclusion

Pour conclure, L'objectif de ce projet est de concevoir un système qui sera capable d'identifier un roulement SKF de manière automatisée pour la compagnie General Bearing Service (GBS). Différents concepts du produit ont été élaborés par les membres de l'équipe et nous avons discuté de chaque idée pour en ressortir le meilleur prototype.

8 Références

<https://substance.etsmtl.ca/revoir-controle-par-ultrasons-pieces-forgees-moteurs-avion>

<https://www.elgato.com/us/en/s/epoccam>