

GNG1503

Manuel d'utilisation et de produit pour le projet de conception

LightBearing

Soumis par:

FB31

Asma'a AHMED EL-DERINI – 300366535

Nidal ALFAIZ - 300130134

Amadou BARRY - 300329888

Marie-Frédérique FORTIN - 300364769

Nadia Patricia ROSCA - 300266023

10 décembre 2023

Université d'Ottawa

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières.....	i
Liste de Figures.....	iii
Liste de Tableaux.....	vi
Liste d'acronymes et glossaire.....	vii
1 Introduction.....	1
2 Aperçu.....	2
2.1 Conventions.....	4
2.2 Mises en garde & avertissements.....	4
3 Pour commencer.....	6
3.1 Considérations pour la configuration.....	7
3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs.....	9
3.3 Accéder/installation du système.....	9
3.4 Organisation du système & navigation.....	11
3.4.1 Entité physique :.....	11
3.4.2 Colab :.....	12
3.4.3 Page de l'interface.....	13
3.5 Quitter le système.....	14
4 Utiliser le système.....	15
4.1 Système Colab.....	15
4.2 Page Web (Interface).....	15
4.2.1 Sélection du moyen d'identification.....	15
4.2.2 Barre déroulante du type d'élément roulant.....	19
4.2.3 Bouton Exemple.....	20
4.2.4 Bouton Analyse.....	21
4.2.5 Bouton Aide.....	22
4.2.6 Bouton FR ou EN.....	23
4.2.7 Bouton Spéciale.....	23
4.3 Base de données Excel.....	24
4.3.1 Pour un nouveau type d'élément roulant.....	24
4.3.2 Numéro de série dans une page déjà existence.....	25
5 Dépannage & assistance.....	26
5.1 Messages ou comportements d'erreur.....	26
5.1.1 Erreur liée au code Colab.....	26
5.1.2 Erreur liée à l'interface.....	26
5.1.3 Entité physique.....	27
5.2 Considérations spéciales.....	27
5.3 Entretien.....	27

5.4	Assistance.....	27
6	Documentation du produit.....	28
6.1	Entité physique.....	28
6.1.1	NDM.....	28
6.1.2	Liste d'équipements	29
6.1.3	Instructions	29
6.2	Interface et code associé.....	36
6.2.1	NDM (Nomenclature des Matériaux)	36
6.2.2	Liste d'équipements	37
6.2.3	Instructions	37
6.3	Essais & validation.....	44
6.3.1	Essais sur l'entité physique	45
6.3.2	Test sur le code.....	49
6.3.3	Test dur l'interface	53
6.3.4	Test sur le prototype finale.....	54
6.3.5	Problèmes et exigences spéciales.....	58
7	Conclusions et recommandations pour les travaux futurs	59
8	Références	60
	APPENDICE I: Fichiers de conception	61

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Image du produit final	3
Figure 2 : Schéma du système logiciel	4
Figure 3 : CAO de l'entité physique.....	6
Figure 4 : Branchement de l'entité physique.....	7
Figure 5 : Exemple de page Excel (type roulement rigide à billes).....	8
Figure 6 : Position A (gauche) et B (droite) du glisseur	9
Figure 7 : Couvercles de plastique corrugué.....	10
Figure 8 : Module de caméra	10
Figure 9 : Serre livre et positionnement (avec un substitut de roulement)	11
Figure 10 : Source de lumière additionnelle	11
Figure 11 : Couvercle de la caméra	14
Figure 12 : bouton de démarrage du code Colab	15
Figure 13 : Page d'accueil du site Web	16
Figure 14 : Bouton pouvant être sélectionnés pour les moyens d'identification	16
Figure 15 : Page ouverte en cliquant sur le bouton Par Photo	17
Figure 16 : Endroit à sélection pour insérer les photos.....	18
Figure 17 : Résultat de l'insertion des images.....	18
Figure 18 : Page ouverte avec le bouton Manuellement.....	19
Figure 19 : Barre déroulante pour la sélection de l'élément roulant	20
Figure 20 : Bouton Exemple situé à côté de la barre déroulante des élément roulants	20
Figure 21 : Page ouverte avec le bouton Exemple.....	21
Figure 22 : Bouton Analyse à appuyer pour envoyer les données dans le code Colab	21
Figure 23 : Affichage des résultats après l'analyse	22
Figure 24 : Tableau des résultats sur plusieurs pages	22
Figure 25 : Image des boutons Aide en FR et EN présents dans toutes les pages de l'interface.....	22
Figure 26 : Début de la page ouverte avec le bouton Aide	23
Figure 27 : Bouton servant au changement de langue présent dans toutes les pages	23
Figure 28 : Bouton Spéciale pour les roulements qui nécessitent d'autres données que le DI, DE et L.....	23
Figure 29 : Référence pour créer un nouveau document Excel	24
Figure 30 : Endroit où ajouter des pages Excel dans le code.....	24
Figure 31 : Endroit où ajouter un élément roulant.....	25
Figure 32 : Code changement élément roulant en numéro de fichier Excel	25
Figure 33 : message qui s'affiche sur le bouton Analyse s'il manque de l'information	26
Figure 34 : Mesure à prendre pour les tuyaux	30
Figure 35 : Mesure à prendre pour la caméra	30

Figure 36 : Mesure à prendre pour la vis et l'écrou	31
Figure 37 : CAO de l'assemblage de l'entité physique	31
Figure 38 : CAO du penny de référence de la grandeur d'un 25 cent	32
Figure 39 : Impression 3D dans le Raise 3D N2 Plus	32
Figure 40 : Schéma pour déterminer la mesure de la hauteur mathématiquement	33
Figure 41 : Test expérimental nécessaire déterminant la hauteur nécessaire	33
Figure 42 : Guide d'assemblage des parties physiques	34
Figure 43 : Assemblage pour la vis et l'écrou	35
Figure 44 : Schéma du logo dans InkSpace	35
Figure 45 : Logo collé au glisseur et caméra fixer avec ruban collant électrique	36
Figure 46 : Bibliothèques appelées	37
Figure 47 : Code pour le rapport mm/pixel	37
Figure 48 : Code pour la reconnaissance des DI et DE et conversion en mm	38
Figure 49 : Code pour la mesure de la L	39
Figure 50 : Code de la fonction réunissant toutes les mesures	39
Figure 51 : Code reliant Anvil et Colab pour la prise de mesure et la modification de photo	40
Figure 52 : Code pour l'identification du Numéro de série	41
Figure 53 : Ligne de code nécessaire pour faire tourner le code indéfiniment	41
Figure 54 : Exemple de code Anvil pour changer de langue	42
Figure 55 : Code pour changer de page dans Anvil	42
Figure 56 : Code pour la définition de la variable de l'élément roulant	42
Figure 57 : Code nécessaire pour l'affectation des DI, DE et L quand écrit à la main	42
Figure 58 : Code pour l'analyse des photos dans Anvil qui lie aux fonctions dans Colab	43
Figure 59 : Code pour l'analyse quand les mesures sont entrées manuellement	44
Figure 60 : Test de solidité du matériau	46
Figure 61 : Test du passage de lumière avec le plastique corrugué	46
Figure 62 : Test de passage de la lumière avec du papier	47
Figure 63 : Photo de caméra 1, caméra 2 et cellulaire	47
Figure 64 : Test de hauteur lié à la caméra et photo à cette hauteur	48
Figure 65 : Différence sans la lampe (à gauche) et avec la lampe frontale (à droite)	48
Figure 66 : Essais non-fonctionnelle du code pour l'identification de numéro de série	50
Figure 67 : Résultat de certains roulements avec le deuxième code	51
Figure 68 : Résultat lié au changement de mesures par qualité de l'image	51
Figure 69 : Essais non-fonctionnelle avec le code du prototype 1 pour le changement de mesure	51
Figure 70 : Essais lié au code de mesure de largeur	52
Figure 71 : Mauvaise prise de mesure pour la L	52
Figure 72 : Essai concluant pour la mesure des diamètres et changement d'unités	52
Figure 73 : Résultat du premier essai pour l'insertion mesure à la main	55

Figure 74 : Code dans la partie séparée pour trouver le numéro de série	55
Figure 75 : Code fonctionnelle pour les numéros de série.....	56
Figure 76 : Résultat de prise de photo insérer dans l'interface	57
Figure 77 : Exemple de bonnes photos pour le traitement d'images	58

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Acronyme.....	vii
Tableau 2 : Glossaire	viii
Tableau 3 : Liste des besoins du client	2
Tableau 4 : Erreur lié au code Colab	26
Tableau 5 : Erreur lié à l'interface	26
Tableau 6 : Problème lié à l'entité physique	27
Tableau 7 : Nomenclature des matériaux.....	28
Tableau 8 : : Lien pour les items de la nomenclature des matériaux	28
Tableau 9 : Liste des logiciels nécessaires pour la création de l'entité physique.....	29
Tableau 10 : Liste d'équipement nécessaire à la fabrication.....	29
Tableau 11 : : Liste des bibliothèques pour le code.....	36
Tableau 12 : Liste de Logiciel nécessaire pour la création du logiciel.....	36
Tableau 13 : Liste d'équipement nécessaire à la fabrication du logiciel.....	37
Tableau 14 : Récapitulatif des essais sur l'entité physique.....	45
Tableau 15 : Test lié à l'indentification du numéro de série	49
Tableau 16 : Test lié au code pour trouver des mesures à partir d'une photo	49
Tableau 17 : Test lié à l'interface	53
Tableau 18 : Appréciation du visuelle et compréhension du site internet	53
Tableau 19 : Test lié au prototype final	54
Tableau 20 : Liste de référence des documents créer dans le cadre du projet	61

LISTE D'ACRONYMES ET GLOSSAIRE

Tableau 1 : Acronyme

Acronyme	Définition
CAO	Conception assistée par ordinateur
cm	Centimètre
DE	Diamètre externe
DEL	Diode électroluminescente
DI	Diamètre interne (d'alésage)
EN	Signifie Anglais
FR	Signifie Français
GBS	General Bearing Service Inc.
L	Épaisseur
mm	Millimètre
NDM	Nomenclature des matériaux
Photo1	Photo du penny de référence
Photo2	Photo de la vue de face du roulement
Photo3	Photo de la vue de côté du roulement
PPP	Point par pouce (en anglais DPI)
SKF	Fabrique suédoise de roulements à billes (Svenska KullagerFabriken) ¹

¹ (Wikipédia, 2023-b)

Tableau 2 : Glossaire

Terme	Acronyme	Définition
Anvil	-	Logiciel utilisé pour créer et modéliser l'interface
Base de données	-	Un ensemble organisé d'informations stockées électroniquement dans le but de faciliter l'accès, la modification et la recherche d'informations
Colab	-	Logiciel relié à Microsoft 365 qui sert à écrire des codes en Python.
Entité physique	EP	Partie physique du produit
Entité logiciel	EL	Partie logicielle du produit comprenant le code et l'interface du produit
Glisseur	-	Partie de l'entité physique sur laquelle est situé la caméra
Interface ou site Web/Internet	-	Terme employé pour décrire ce que l'utilisateur du site internet voit
Librairie	-	Termes utilisés en codage pour décrire un ensemble de fonctions déjà programmées et rassemblées dans un dossier que l'on appelle au début d'un code.
LightBearing	LB	Nom donné au produit conçu
Module de caméra	-	Un petit appareil autonome qui contient une caméra et ses composantes électroniques associées. ²
Penny de référence	-	Piece du produit de la grosseur d'un 25 cents servant au rapport mm/pixel
Rapport pixels/mm	-	Rapport pour transformer les mesures de pixel en mm dans le code
Roulement	-	Un dispositif mécanique composé d'un élément roulant central permettant la rotation d'un objet autour d'un axe. Ce dernier est beaucoup utilisé en industrie.

² (Motoshot, 2022)

1 INTRODUCTION

À la base, notre problématique a été de créer un produit qui était dans la capacité d'identifier le numéro de série d'un roulement dans la mesure du possible à partir d'une photo. Ce dernier devait être simple d'utilisation, rapide et fiable. Nous avons émis l'hypothèse qu'il faudrait une entité physique pour prendre la photo et qu'elle soit de suffisamment bonne qualité ainsi qu'il faudrait une interface (avec un code) pour la réalisation du produit. Il nous a été demandé de faire cette conception dans le cadre du cours en génie de la conception GNG1503 de l'Université d'Ottawa.

Ce manuel d'utilisation et de produit fournit les informations nécessaires à l'employé de GBS pour utiliser efficacement le LightBearing (LB) et pour la documentation du prototype.

Le document est organisé de la façon suivante. Premièrement, on a un aperçu du produit. On approfondira la problématique, dérivera très brièvement le LB et expliquera les choses importantes à comprendre pour entamer le document. Deuxièmement, dans la section « Pour commencer », on présentera de façon générale les deux parties du produit soit la partie physique et logiciel. Troisièmement, on abordera avec une plus grande précision les différentes fonctions du LB dans la section « Utiliser le système ». Dans la section qui suit « Dépannage et assistance », on expliquera les problématiques encourus possibles, comment y remédier, comment entretenir le produit et où il est possible d'aller chercher de l'aide pour avoir plus d'informations sur le produit. Finalement, la dernière section avant de conclure est la section « Documentation du produit » qui comprend toutes les informations supplémentaires sur le produit qui n'influence pas nécessairement le fonctionnement du produit ou qui peuvent être nécessaires pour la reconstruction du produit. Dans la conclusion, on abordera les leçons que l'on a apprises lors de ce projet ainsi que les possibles améliorations que l'on peut apporter au produit dans l'avenir.

Il faut prendre en compte que ce document n'est pas reproductible et est la propriété intellectuelle de l'équipe FB31 dans le cadre du cours GNG 1503. Il est interdit de copier ce document, mais il est possible de le citer.

2 APERÇU

Avec un budget de cinquante dollars canadiens, nous avons dû créer un système bilingue et modulaire capable d'identifier automatiquement les roulements SKF du catalogue des roulements ou de guider l'utilisateur vers le bon article dans le catalogue des roulements de l'entreprise General Bearing Service Inc. (GBS). En temps normal, l'identification des roulements se fait manuellement par un employé, ce qui représente une grande perte de temps et d'efficacité pour l'entreprise, il a été donc crucial de répondre aux besoins fondamentaux de l'utilisateur, ces besoins peuvent être regroupés dans le tableau 3 ci-dessous.

De plus, il est important d'avoir un système qui identifie les roulements, car il s'agit d'une pièce d'industrie souvent utilisé, mais les roulements ont une durée de vie et nécessite parfois des remplacements. Cette pièce est largement utilisée et ce dans l'ensemble de la planète.

Tableau 3 : Liste des besoins du client

Besoins
1) La création d'un produit capable d'identifier des roulements même endommager
2) La création d'un logiciel qui est complémentaire à notre entier physique
3) Grâce à une photo, le logiciel sera capable d'identifier les pièces par l'élément roulant (billes, rouleaux cylindrique, aiguille) et leur mesure du diamètre interne, externe et épaisseur.
4) Le logiciel est capable de relier la pièce mesurer à un modèle précis des catalogues 5 de produits.
5) Le logiciel contient à la base le catalogue SKF qui contient des numéros de série 5 du standard ISO.
6) Le « front-end » du logiciel doit être bilingue (français et anglais) pour faciliter son l'utilisation par l'entièretés du personnel
7) Avoir la capacité de prendre des photos claires et précise

Il y a plusieurs points qui rendent notre produit unique en son genre. Pour l'entité physique, c'est son design innovant permettant une prise de vue variable en hauteur, munie d'une base lumineuse qui permet une prise de photo nette et précise. On ajoute à cela un design au couleur de la compagnie GBS, mais qui est possible de personnaliser en fonction du client et de l'utilisateur. Aussi, il est différent des autres, car, dans l'interface, il y a l'affichage de multiple désignations susceptibles de correspondre au roulement laissant à l'utilisateurs plusieurs choix si jamais la première désignation trouvée par notre système ne correspond pas. Aussi, l'interface offre plusieurs moyens d'identifier le numéro de série autre que la prise de photo et comprend des pages pouvant aider à l'indentification.

Pour notre architecture, notre entité physique est composée d'une base lumineuse munie de bande DEL, une lampe frontale est aussi mise à disposition si l'utilisateur a besoin d'une source lumineuse additionnelle. Le fond de plastique corrugué pour les photos est accroché grâce à un système de velcro, ce qui lui permet d'être interchangeable avec une base plus grande fournit si jamais l'utilisateur en a besoin. Grace aux deux tuyaux installés, il est possible de faire varier la hauteur du glisseur.



Figure 1 : Image du produit final

Le produit permet l'identification de différents types de roulements, grâce à sa hauteur ajustable. Il permet une large prise de vue pour des roulements de tailles variées, allant jusqu'à des roulements de 20 cm de diamètre. Une caméra qui est directement branchée à un ordinateur permet à l'utilisateur de téléverser ses photos, quant à la page web, celle-ci permet de téléverser les photos prises ou le cas échéant de rentrer les mesures prises manuellement avec un vernier par exemple. Enfin, une liste de désignations assez précise est affichée sur l'interface pour guider l'utilisateur dans son identification.

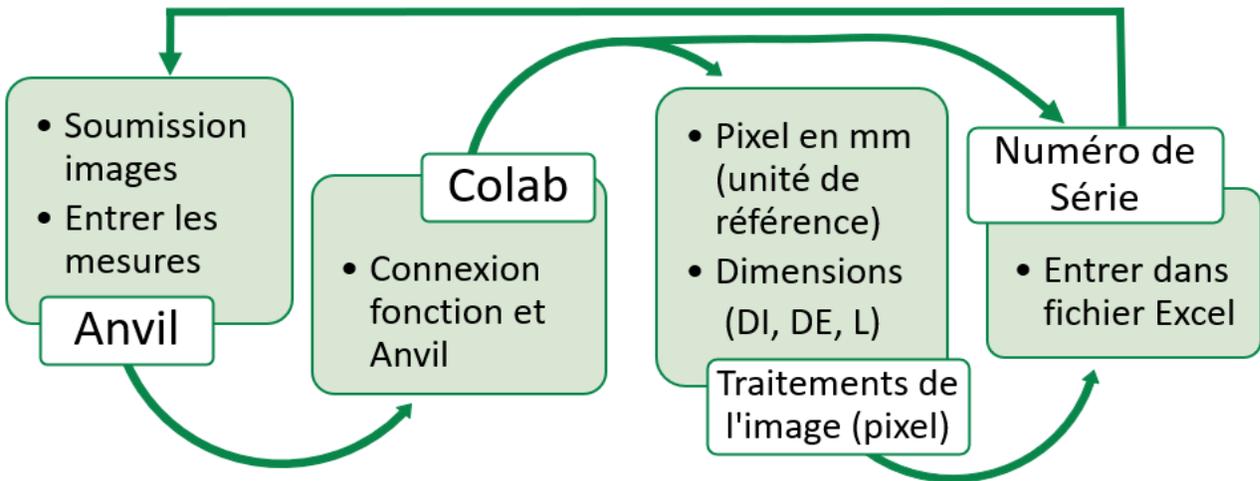


Figure 2 : Schéma du système logiciel

En ce qui concerne l'application web, elle est tout d'abord bilingue, aussi au couleur de la compagnie GBS. Il est possible de téléverser des photos prises à l'aide de notre entité physique ou encore entrer les mesures et obtenir les numéros de séries. Pour aider, il y a une page du type d'élément roulant et une page d'aide pour guider l'utilisateur.

2.1 Conventions

Dans ce présent document aucune convention n'a été appliqué. Toutes les actions ou décisions sont expliquées au fur et à mesure dans le texte. Généralement, si une action est requise, il est dit et parfois elles sont expliquées sous forme d'étapes numérotés. Aussi, si plusieurs points sont importants dans une section ils sont présentés sous forme d'une liste avec des tirets.

2.2 Mises en garde & avertissements

Voici quelque mise en garde concernant le système qu'il est important de connaître si l'on veut optimiser son utilisation :

- Le code utilisé est très sensible au reflet de la lumière (à cause des surfaces métalliques) ce qui pourrait fausser les résultats des mesures obtenues par le système.

- Les trois photos à insérer dans le système doivent être prises à la même hauteur si l'on veut que le rapport pixels/mm fonctionne.
- Si l'utilisateur entre les mesures manuellement, il doit s'assurer qu'elles soient métriques (en mm).
- Pour les photos, il faut vérifier l'état de la caméra et du fond blanc de plastique corrugué car une égratignure ou de la saleté peuvent fausser les résultats.
- Dans le code, il faut s'assurer que les tables Excel soient bien insérées et dans le bon ordre en fonction de l'élément roulant.

3 POUR COMMENCER

En synthèse, la base de notre produit est l'interface créée sur Anvil qui est relié au code sur Colab. Celle-ci sert de liaison entre les photos prises via l'entité physique sur l'application Caméra de l'ordinateur et les tables Excel qui contiennent les numéros de série. L'interface offre plusieurs outils pour l'identification du numéro de série. Aller au chapitre 4 pour voir ce à quoi il ressemble.

Le produit présente une entité physique ayant comme but une prise de photos optimale des roulements à identifier. Le module de caméra inséré au milieu du glisseur vert et recouvert de ruban adhésif électrique vert foncé est parallèle au roulement placé sur la plaque blanche de plastique corrugué. Cela fait en sorte que l'angle entre les tuyaux et le glisseur est droit. De plus, pour éviter de perdre de la qualité en matière de photo, le glisseur peut glisser verticalement afin de pouvoir capter des roulements d'un diamètre de 20 cm maximum. La plaque lumineuse permet de bien définir les contours du roulement. À l'aide du modèle physique de LB et de l'application Caméra de l'ordinateur, l'utilisateur devra prendre 3 photos : une vue de face du roulement (Photo2), une vue de côté du roulement (Photo3) et une vue de face du penny de référence (Photo1).

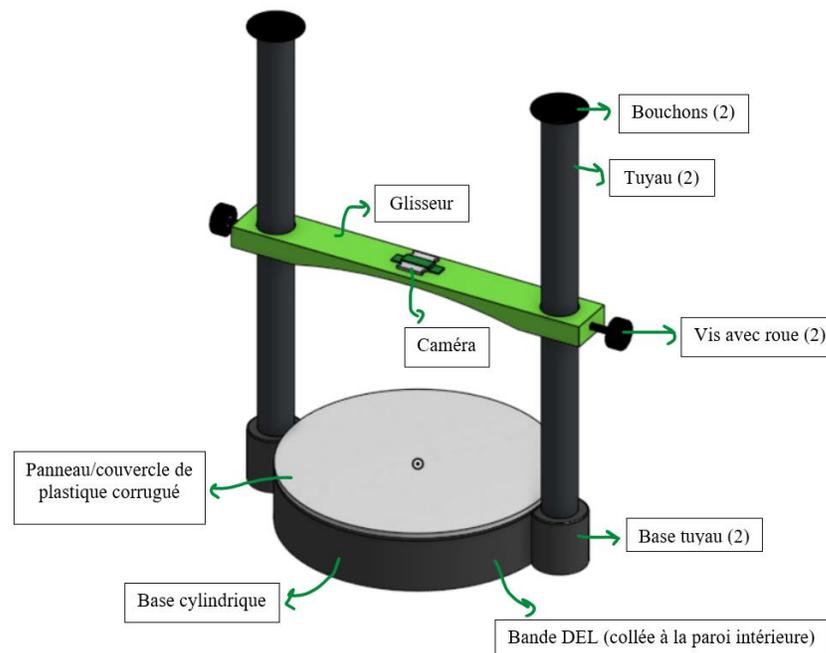


Figure 3 : CAO de l'entité physique

Ces photos devront être ensuite soumises à l'entité logiciel soit sur le site web précédemment indiqué (<https://osmvdts6cgh6jdkg.anvil.app/MDIJ5GKCTNVLKM3CLKOECDQ3>). Le Colab lié au site effectuera un traitement d'images et mesurera le DI et DE à l'aide de la photo 2 et le L à l'aide de la photo 3. Ces mesures en pixels seront ensuite converties en mm à l'aide de la photo 1 qui permet de trouver le rapport mm/pixel. Avec ces données (DI, DE et L), le logiciel parcourra la base de données Excel afin de trouver toutes les désignations qui correspondent. Finalement, ces résultats sont renvoyés à l'interface pour être affichés sous forme de tableau.

3.1 Considérations pour la configuration

Pour commencer à utiliser l'entité physique, il faut allumer l'ordinateur (portable ou de bureau), brancher la rallonge au câble du module de camera et brancher la bande DEL et le module de caméra aux ports USB d'un ordinateur. (Figure 4)



Figure 4 : Branchement de l'entité physique

Pour notre entité logicielle, on commence tout d'abord par la page Web sur Anvil. L'utilisateur peut téléverser la photo prise par notre camera ou choisir de rentrer les mesures manuellement en fonction de la page sélection dans la page d'accueil. Une fois les images téléchargées ou les mesures écrites, la connexion entre notre Anvil et le code python fait sur Google Colab s'établie. Le code alors mesure les différentes dimensions nécessaires et trouve les désignations correspondantes dans le fichier Excel (Figure 5) avec les mesures indiquées et le choix du type d'élément roulant. Les désignations et dimensions sont renvoyer sur la page Web où ils sont affichés. Les étapes peuvent être visualisées dans le schéma synoptique présenté à la figure 2.

Enregistrement automatique 1 Roulements rigides à bille...

Fichier Accueil Insertion Mise en page Formules Données Révision Affichage

Coller Presse-papiers Police Alignement

B1 : X ✓ fx DI

	A	B	C	D	E	F	G
1	Désignation	DI	DE	L			
2	W 618/1	1	3	1			
3	W 638/1	1	3	1.5			
4	D/W R09	1.016	3.175	1.191			
5	D/W R0	1.191	3.967	1.588			
6	D/W R0-2Z	1.191	3.967	2.38			
7	W 617/2	2	4	1.2			
8	W 618/1.5	1.5	4	1.2			
9	W 619/1	1	4	1.6			
10	W 637/2-2Z	2	4	2			
11	W 638/1.5-2Z	1.5	4	2			
12	WBB1-8700	1.2	4	1.8			
13	WBB1-8700-2Z	1.2	4	2.5			
14	D/W R1	1.397	4.762	1.984			
15	D/W R1-2Z	1.397	4.762	2.779			
16	D/W R133	2.38	4.762	1.588			
17	D/W R133-2ZS	2.38	4.762	2.38			
18	W 618/2	2	5	1.5			
19	W 618/2 X	2	5	2			
20	W 619/1.5	1.5	5	2			
21	W 638/2 X-2Z	2	5	2.5			
22	W 638/2-2Z	2	5	2.3			
23	W 60/1.5	1.5	6	2.5			
24	W 617/3	3	6	2			
25	W 618/2.5	2.5	6	1.8			
26	W 619/2	2	6	2.3			
27	W 619/2 X	2	6	2.5			
28	W 619/2 X-2Z	2	6	2.5			

Figure 5 : Exemple de page Excel (type roulement rigide à billes)

3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs

Le LB peut être utilisé par les employés des compagnies qui fournissent des mécanismes de roulements comme notre client, GBS. Le personnel a un accès illimité à l'entité physique, la base de données, au code sur Colab et Anvil. Aussi, ils peuvent ajuster l'entité physique comme ils veulent en fonction du roulement à utiliser et le brancher à l'ordinateur de leur choix. Indirectement, ce sont les clients de GBS qui fourniront les roulements à identifier et n'aurons pas à ce moment-là à utiliser le produit puisque c'est l'employé qui le fait.

Le LB peut également être utilisé par les particuliers qui désirent identifier leurs propres roulements afin de savoir quel numéro de série acheter. Ils peuvent ainsi utiliser la fonction entrer manuellement pour plus de précision sans avoir besoin de l'entité physique.

3.3 Accéder/installation du système

Voici les étapes pour ouvrir le système de l'entité logiciel :

1. Assurez-vous d'avoir une connexion internet fiable (puisque c'est un site internet)
2. Ouvrir le site internet Anvil et le code Colab
(<https://osmvdts6cgh6jdkg.anvil.app/MDIJ5GKCTNVLKM3CLKOECDO3>)
3. Activer le code Colab
4. Ouvrir l'application Caméra de l'ordinateur
5. Connecter les câbles nécessaires aux ports USB de l'ordinateur
6. Préparer l'entité physique comme il suit :

Afin d'avoir des photos de qualité, il est important d'ajuster la hauteur de la caméra en fonction de la grandeur du roulement à identifier. Pour effectuer cela, il suffit de desserrer les deux vis et écrou et de déplacer le glisseur vert verticalement. Lorsqu'on veut fixer la hauteur désirée, on resserre les deux vis.



Figure 6 : Position A (gauche) et B (droite) du glisseur

Une chose à vérifier lors de la prise de photo est de capter des images sur un fond complètement blanc. Alors, pour les roulements plus larges, il sera nécessaire de changer le couvercle de plastique corrugué rond pour le modèle carré. Cela s'effectue facilement, car la liaison couvercle-base cylindrique est temporaire par le biais de velcros.

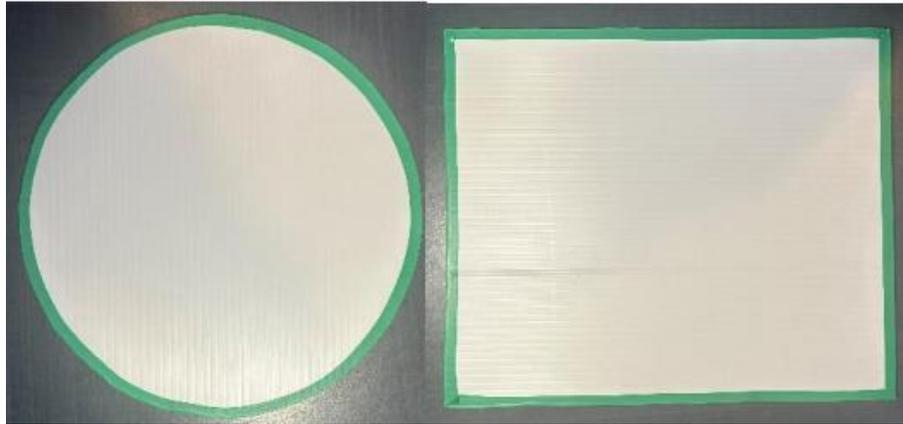


Figure 7 : Couvertures de plastique corrugué

Pour ajuster l'objectif de la caméra et ainsi améliorer la qualité des photos dépendamment de l'environnement, il est possible de la faire tourner. Ce mouvement peut être effectué en décollant le ruban adhésif vert foncé qui la recouvre et en l'enlevant du glisseur.

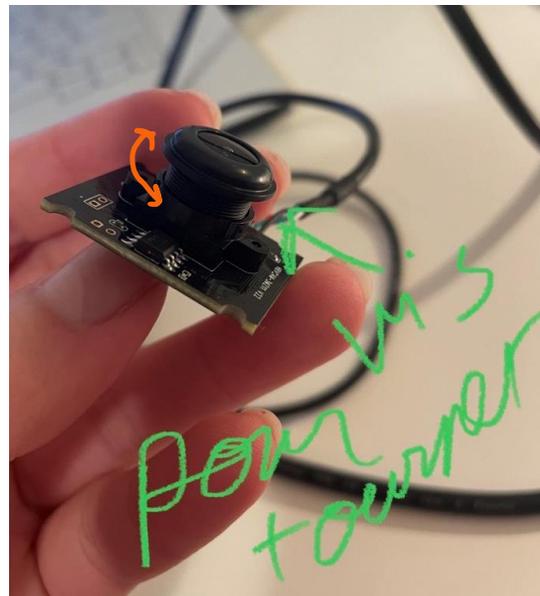


Figure 8 : Module de caméra

Si besoin, pour faciliter la prise de photos de côté, des supports de style serre-livres sont à votre disposition. Ces derniers empêchent le roulement de rouler ou de tomber sur le côté.



Figure 9 : Serre livre et positionnement (avec un substitut de roulement)

S'il y a besoin d'un éclairage additionnel dans le cas d'apparition d'ombres, une lampe frontale est mise à votre disposition. Vous pouvez l'allumer en cliquant sur son coté et la placer sous le couvercle blanc de plastique corrugué.



Figure 10 : Source de lumière additionnelle

3.4 Organisation du système & navigation

3.4.1 Entité physique :

3.4.1.1 Système caméra

Ce système comprend le glisseur, la caméra, les vis, les deux tuyaux et les bouchons de tuyaux. La caméra est insérée au milieu du glisseur. Ce dernier peut effectuer un mouvement vertical grâce au système de serrage des vis. Le glisseur glisse sur les deux tuyaux qui ont des bouchons aux extrémités afin de limiter la plage de mouvement et ainsi éviter que le glisseur se déconnecte du système.

3.4.1.2 *Système lumineux*

Ce système comprend la bande DEL, la base cylindrique, les bases tuyaux et le couvercle de plastique corrugué. La base cylindrique et les deux bases tuyaux sont liées grâce à de la colle chaude et du ruban adhésif noir. La bande DEL collé à la paroi interne de la base cylindrique transmet une lumière blanche qui est diffuse à l'aide du couvercle.

3.4.1.3 *Accessoires*

La lampe frontale et les supports de types serre-livres sont des accessoires mis à la disposition de l'utilisateur pour améliorer la prise des photos si nécessaires.

3.4.2 **Colab :**

On présente les éléments clé du code dans Colab, cependant ses fonction ne devrait pas être libres d'accès pour des modifications de la part de l'utilisateur.

3.4.2.1 *Bibliothèque*

- **Cv2** qui permet le traitement d'image
- **numpy** pour les opérations numériques
- **pandas** pour la manipulation de données (pour nos fichier Excel)
- **eras.preprocessing.image** aussi pour le traitement d'image mais pour notre application web (Anvil)
- **Anvil.server** et **anvil.media** pour la connection entre Anvil et Colab

3.4.2.2 *Traitements d'images*

Ce sont les fonctions créer pour comprendre le traitement d'image

- **reconnaissancePixelmm(imageR)** qui traite l'image et identifie les contours spécifiques en calculant le diamètre extérieur et trouve le rapport pixel par mm
- **reconnaissancedessus(imageD, Rmm)** assez similaire à la fonctions précédentes , mais cette fois il y'a l'identification des deux diamètres , extérieurs et intérieurs.
- **reconnaissanceLargeur(imageC)** elle traite l'image et identifie l'épaisseur de notre roulement
- **Mesures(imageR, imageD, imageC)** elle permet d'appeler toutes les fonctions précédentes et les combiner.

3.4.2.3 *Connexion au serveur Anvil*

Ce sont les fonctions qui font le lien et les modifications nécessaire des variables et des fichiers transmis entre la page Web et le code Colab.

- **envoyer_dims(fileR, fileD, fileC)** , cette fonction peut être appelée par notre application (Anvil), elle contient trois fichiers image , les traite , et retourne des mesures dimensionnelles
- **envoyer_numero(dims, file_index)** , semblable à la fonction précédente , à l'aide des dimensions calculées précédemment , et le file index , elle lit le fichier Excel , puis filtre les données en fonction d'une valeur de tolérance et retourne les désignations correspondantes .

3.4.2.4 Variables du code

imageR=fileR: image de références avec le penny de références = photo 1

imageD=fileD ; image de la vue de dessus du roulement = photo 2

imageC=fileC ; image de la vue de côté du roulement = photo 3

refPixelsmm=Rmm : rapport mm/pixels

dims = dimensions trouvées ou entrées manuellement

file_index = numéro associé au type d'élément roulant

3.4.2.5 Base de données (Excel)

DI: diamètre interne du roulement

DE: diamètre externe du roulement

L: largeur du roulement

Désignation = numéro de série du roulement

3.4.3 Page de l'interface

3.4.3.1 Page d'accueil

Elle permet de choisir le moyen d'identifier le numéro de série du roulement. On peut aussi traduire la page pour avoir accès à l'interface anglophone (EN/FR).

3.4.3.2 Page Par Photo

On peut y insérer les trois photos nécessaires à l'identification des mesures pour le numéro de série et la sélection du type d'élément roulant. Elle permet aussi d'avoir accès aux autres pages de l'interface soit la page d'Aide, la page des Types d'éléments roulants et la page Manuellement (pour trouver le numéro de série avec des mesures que l'utilisateur prend). On peut aussi traduire la page pour avoir accès à l'interface anglophone (EN/FR).

3.4.3.3 Page Manuellement

On peut y inscrire les mesures numériques des dimensions prises manuellement pour l'identification du numéro de série et la sélection du type d'élément roulant. Elle permet aussi d'avoir accès aux autres pages de l'interface soit la page d'Aide, la page des Types d'éléments

roulants et la page Par Photo. On peut aussi traduire la page pour avoir accès à l'interface anglophone (EN/FR).

3.5 Quitter le système

Pour ranger correctement le système physique, il faut débrancher la bande DEL et la caméra et remettre le couvercle de protection sur la caméra afin d'éviter les égratignures.

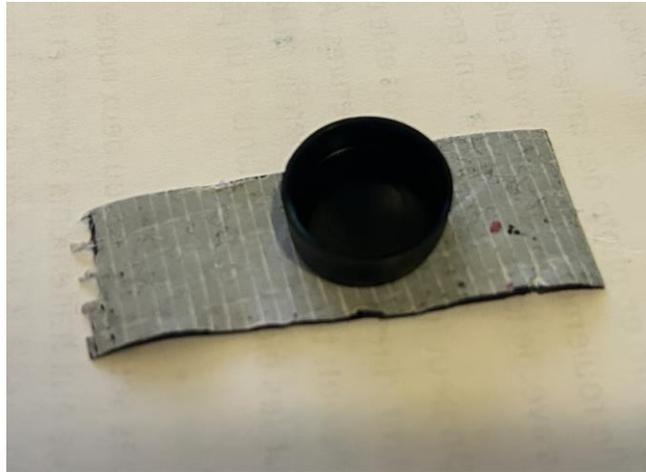


Figure 11 : Couvercle de la caméra

Pour le logiciel, il faut fermer la page du site Anvil et il faut fermer le code de Colab sinon il continue de rouler à l'infini et prend de l'espace inutilement dans la mémoire de l'ordinateur.

4 UTILISER LE SYSTÈME

Les sous-sections suivantes fournissent des instructions détaillées, étape par étape, sur la façon d'utiliser les diverses fonctions ou caractéristiques du LightBearing. Les étapes pour modifier et adapter l'entité physique ont été largement abordées dans la section 3, l'utilisateur peut donc s'y référer pour comprendre le fonctionnement de la caméra, de la base lumineuse et du glisseur.

4.1 Système Colab

L'utilisateur peut avoir à repartir le code Colab si ce dernier à arrêter sa connexion avec Anvil. En pressant sur le bouton situé en haut à gauche du code comme démontré dans la figure qui suit :

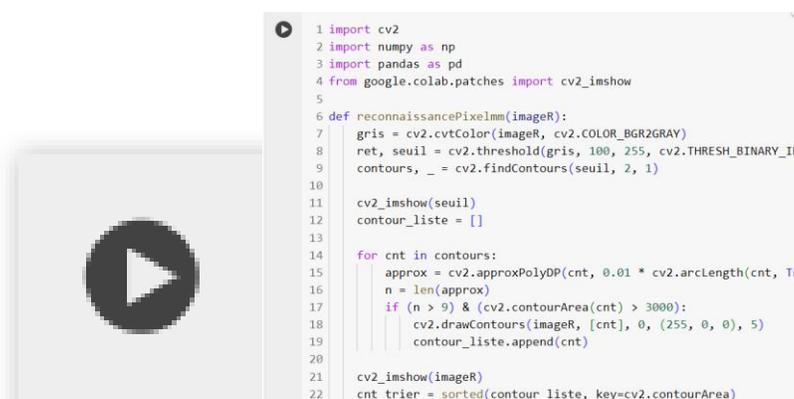


Figure 12 : bouton de démarrage du code Colab

4.2 Page Web (Interface)

Lien à ouvrir :

<https://osmvdts6cgh6jdkg.anvil.app/MDIJ5GKCTNVLKM3CLKOECDOQ3>

L'interface de ce site web sert à identifier le numéro de série du roulement à partir d'une image ou des données principales que l'utilisateur connaît déjà (les dimensions et le type).

4.2.1 Sélection du moyen d'identification

La page d'accueil comprend des éléments importants tels que la possibilité de convertir la langue du site web de français à anglais ou vice versa selon le client, elle comprend aussi une page d'aide et 2 boutons qui donnent l'option de soit identifier un roulement manuellement, ou d'identifier un roulement à partir d'une image. Les boutons Manuellement pour entrer les mesures manuellement et Par Photo pour insérer des photos se retrouvent dans la plupart des pages pour permettre d'aller facilement à la page désirée.



Sélectionner votre méthode d'identification

Par photo

Manuellement

Figure 13 : Page d'accueil du site Web

Par photo

Manuellement

Figure 14 : Bouton pouvant être sélectionnés pour les moyens d'identification

4.2.1.1 Bouton Par photo

Le bouton en bas à gauche est une des options que le site web offre pour identifier un roulement, et c'est d'identifier un roulement à partir d'une image que l'utilisateur soumet. C'est une fonction assez utile pour les utilisateurs qui ne connaissent pas les dimensions du roulement qu'ils souhaitent identifier.

EN Aide

LightBearing

Page d'accueil Manuellement



Description du roulement :

Élément Roulant Exemple

Sélectionner élément roulant ▼

Pour les roulements de type Butées à rouleaux cylindriques ou Butées à aiguilles, sélectionne le bouton "Spécial" : Spécial

Dans cette section, veiller utiliser l'appareil LightBearing pour prendre les photos :

📎 Penny de référence



Exemple vue de dessus :

📎 Insérer la vue de dessus



Exemple vue de côté :

📎 Insérer la vue de côté



Analyse

Les dimensions des photos :

Diamètre Interne

Diamètre Externe

Épaisseur

Numéro de Série	Diamètre Interne	Diamètre Externe	Épaisseur
« < > »			

Figure 15 : Page ouverte en cliquant sur le bouton Par Photo

4.2.1.1.1 Insertion de photo

Dans la page d'identification Par photo, il faut insérer les photos en cliquant sur les boutons que l'on peut observer sur la figure suivante. Le résultat de l'insertion s'affiche comme la figure 17 le démontre.

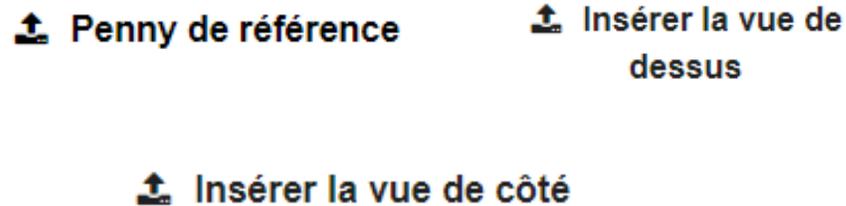


Figure 16 : Endroit à sélection pour insérer les photos

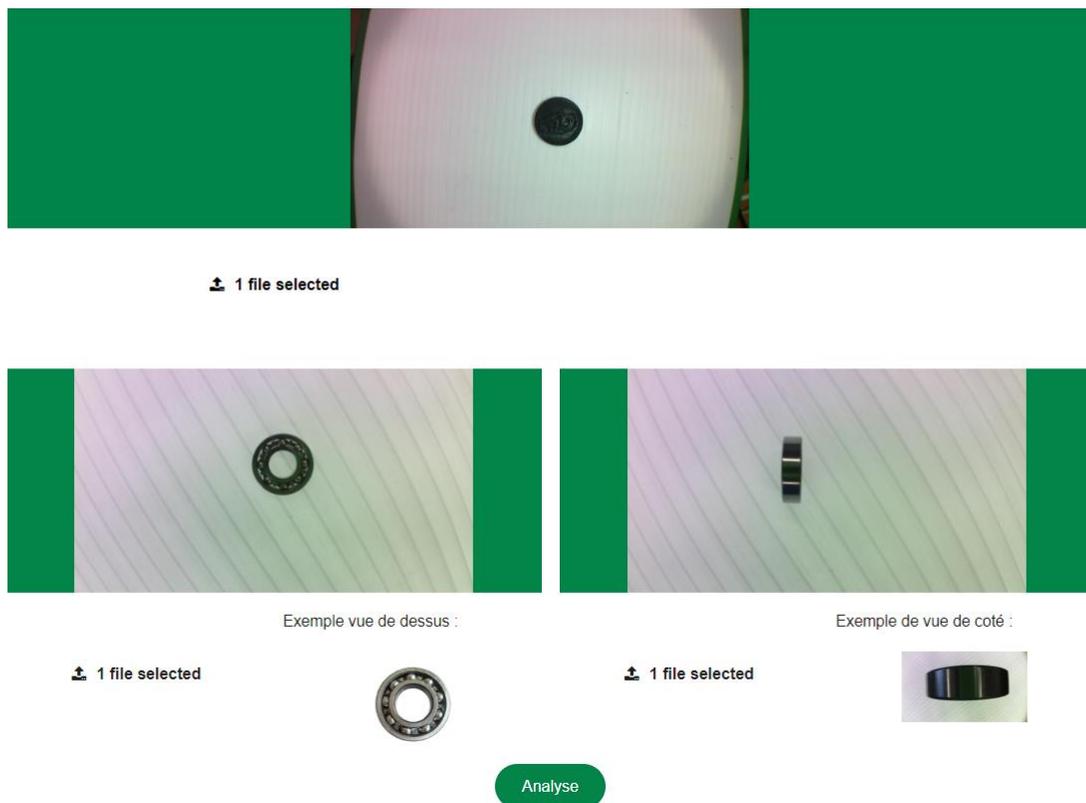


Figure 17 : Résultat de l'insertion des images

4.2.1.2 Bouton manuellement

L'autre option qui est offerte aux utilisateurs est d'identifier un roulement manuellement, c'est-à-dire que lorsque l'utilisateur clique sur le bouton **Manuellement**, le site ouvre une page où l'utilisateur va saisir les différents éléments du roulement suivants: le type d'élément roulant, le diamètre interne, le diamètre externe et l'épaisseur.

The screenshot shows the 'LightBearing' website interface. At the top, there is a green navigation bar with 'EN' on the left and 'Aide' on the right. Below this bar, there are two buttons: 'Page d'accueil' and 'Par Photo'. The GBS logo is centered below the navigation. A green header reads 'Informations à remplir :'. Underneath, there is a section for 'Élément Roulant' with an 'Exemple' button and a dropdown menu labeled 'Sélectionner le type d'élément roulant'. A note states: 'Pour les roulements de type Butées à rouleaux cylindriques ou Butées à aiguilles, sélectionne le bouton Spécial :'. To the right of this note is a 'Spécial' button. Below the note are three input fields: 'Diamètre Interne (mm)', 'Diamètre Externe (mm)', and 'Épaisseur (mm)'. To the right of these fields are three images of bearings: a deep groove ball bearing, a tapered roller bearing, and a needle roller bearing. At the bottom of the form is an 'Analyse' button. Below the form is a table with four columns: 'Numéro de Série', 'Diamètre Interne', 'Diamètre Externe', and 'Épaisseur'. At the very bottom right, there are navigation arrows: '<< < > >>'. The entire interface is styled with a green and white color scheme.

Figure 18 : Page ouverte avec le bouton Manuellement

4.2.2 Barre déroulante du type d'élément roulant

Avant d'insérer les dimensions du roulement ou les photos (1, 2 et 3), il est important d'indiquer le type de l'élément roulement pour que le logiciel puisse distinguer entre les différents roulements et ouvrir la bonne page Excel pour déterminer le numéro de série. Lorsque vous cliquez sur le bouton **Sélectionner élément roulant**, il offre une liste d'éléments roulants à sélectionner.

Pour comprendre l'utilité du bouton **Spécial** voir la section 4.2.7

Élément Roulant

Exemple

Sélectionner élément roulant

Pour les roulements de type Butées à rouleaux cylindriques ou Butées à aiguilles, sélectionne le bouton "Spécial" :

Spécial

Élément Roulant

Exemple

Sélectionner élément roulant

Sélectionner élément roulant

- Roulements rigides à billes
- Roulements-inserts (roulements Y)
- Roulements à rotule sur billes
- Butées à billes
- Roulements à rotule sur rouleaux
- Roulements à rouleaux toroïdaux CARB
- Butées à rouleaux cylindriques
- Butées à aiguilles
- Butées à rotule sur rouleaux

Figure 19 : Barre déroulante pour la sélection de l'élément roulant

4.2.3 Bouton Exemple

Le bouton **Exemple** amène une page présentant différents types de roulement avec une petite description pour chaque type de roulement. C'est une fonction utile pour guider les utilisateurs qui ne connaissent pas le type de leur roulement qu'ils souhaitent identifier à saisir le bon type de leur roulement. Ce bouton est inclus en bas de la fonction **Sélectionner élément roulant** dans les deux pages d'identification; l'identification manuelle et par photo.

Exemple

Figure 20 : Bouton Exemple situé à côté de la barre déroulante des élément roulants



Figure 21 : Page ouverte avec le bouton Exemple

4.2.4 Bouton Analyse

Une fois que l'utilisateur saisit les données nécessaires du roulement, il peut cliquer sur le bouton Analyse. Ce bouton envoie les données au code Collab afin que le code puisse chercher le roulement contenant les données qui correspondent aux données que l'utilisateur a saisi. Le bouton est situé en bas des données à entrer.



Figure 22 : Bouton Analyse à appuyer pour envoyer les données dans le code Colab

Pour les deux section, l'affichage des résultats ressemble à cela (à l'exception des dimensions dans entrer manuelle, elles sont absente) :

Les dimensions des photos :

Diamètre Interne

15.1 mm

Diamètre Externe

31.2 mm

Épaisseur

10.0 mm

Numéro de Série	Diamètre Interne	Diamètre Externe	Largeur
D/W R8-2RS1	12.7	28.575	7.938
D/W R8-2Z	12.7	28.575	7.938
16002	15	32	8
16002-2Z	15	32	8
16002-Z	15	32	8

Figure 23 : Affichage des résultats après l'analyse

Il peut y avoir plusieurs pages de numéro, l'utilisateur peut y avoir accès avec les flèches sur la barre du bas du tableau :

Numéro de Série	Diamètre Interne	Diamètre Externe	Épaisseur



Figure 24 : Tableau des résultats sur plusieurs pages

4.2.5 Bouton Aide

Le bouton **Aide** ouvre une page qui aide les nouveaux utilisateurs à se familiariser avec le site Web en expliquant son fonctionnement en détails. Il indique également les marches à suivre pour identifier un roulement en fonction de la méthode choisie. Il montre aussi clairement les erreurs que l'utilisateur peut rencontrer et il démontre comment les résoudre.



Figure 25 : Image des boutons Aide en FR et EN présents dans toutes les pages de l'interface

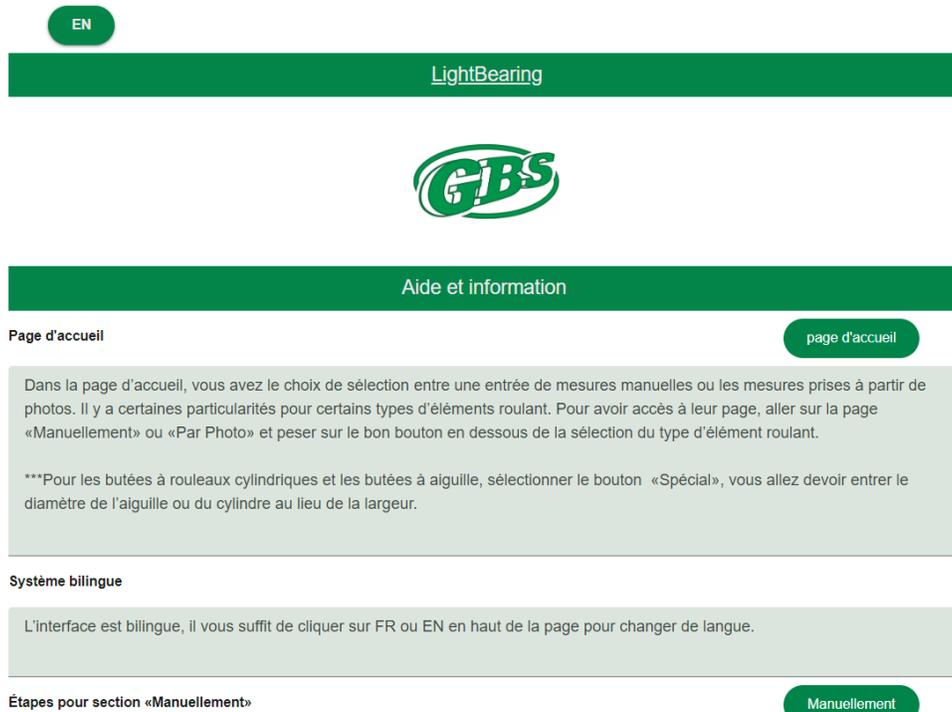


Figure 26 : Début de la page ouverte avec le bouton Aide

4.2.6 Bouton FR ou EN

Les boutons FR et EN sont les boutons qui permettent de convertir le site web en fonction de la langue préférée de l'utilisateur. Ils sont toujours présents en haut à gauche de chaque page



Figure 27 : Bouton servant au changement de langue présent dans toutes les pages

4.2.7 Bouton Spéciale

Le bouton **Spécial** est situé en dessous de **Sélectionner élément roulant**, on l'utilise seulement pour identifier les roulements de type Butées à rouleaux cylindriques ou Butées à aiguilles car ils ont besoins d'autres données autre que les dimensions à la base demandées (DI, DE et L).



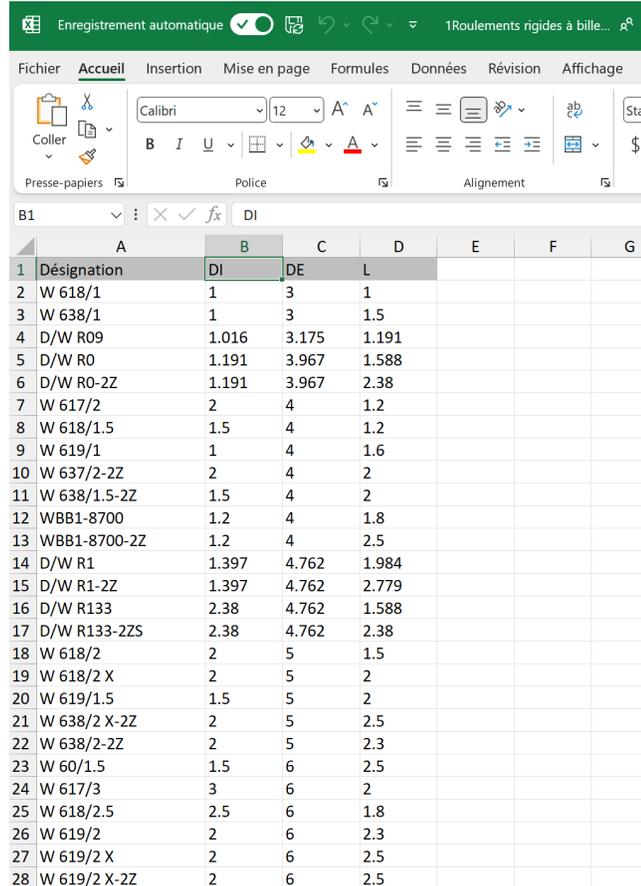
Figure 28 : Bouton Spéciale pour les roulements qui nécessitent d'autres données que le DI, DE et L

4.3 Base de données Excel

L'utilisateur peut ajouter de nouvelles fiches et de nouveau numéro de série mais cela nécessite plusieurs étapes.

4.3.1 Pour un nouveau type d'élément roulant

1) créer un nouveau document Excel comme il a été fait dans les autres pages



	A	B	C	D	E	F	G
1	Désignation	DI	DE	L			
2	W 618/1	1	3	1			
3	W 638/1	1	3	1.5			
4	D/W R09	1.016	3.175	1.191			
5	D/W R0	1.191	3.967	1.588			
6	D/W R0-2Z	1.191	3.967	2.38			
7	W 617/2	2	4	1.2			
8	W 618/1.5	1.5	4	1.2			
9	W 619/1	1	4	1.6			
10	W 637/2-2Z	2	4	2			
11	W 638/1.5-2Z	1.5	4	2			
12	WBB1-8700	1.2	4	1.8			
13	WBB1-8700-2Z	1.2	4	2.5			
14	D/W R1	1.397	4.762	1.984			
15	D/W R1-2Z	1.397	4.762	2.779			
16	D/W R133	2.38	4.762	1.588			
17	D/W R133-2ZS	2.38	4.762	2.38			
18	W 618/2	2	5	1.5			
19	W 618/2 X	2	5	2			
20	W 619/1.5	1.5	5	2			
21	W 638/2 X-2Z	2	5	2.5			
22	W 638/2-2Z	2	5	2.3			
23	W 60/1.5	1.5	6	2.5			
24	W 617/3	3	6	2			
25	W 618/2.5	2.5	6	1.8			
26	W 619/2	2	6	2.3			
27	W 619/2 X	2	6	2.5			
28	W 619/2 X-2Z	2	6	2.5			

Figure 29 : Référence pour créer un nouveau document Excel

2) Ajouter le document au code Colab dans la section indiquée en notant sa position

```
# List to store Excel file paths
excel_file_paths = [
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/1Roulements rigides à billes (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/2Roulements-inserts (roulements Y) (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/4Roulements à rotule sur billes (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/5Butées à billes (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/9Roulements à rotule sur rouleaux (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/10Roulements à rouleaux toroïdaux CARB (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/11Butées à rouleaux cylindriques (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/12Butées à aiguilles (1).xlsx',
    '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/13Butées à rotule sur rouleaux.xlsx',
]
```

Figure 30 : Endroit où ajouter des pages Excel dans le code

3) Ajouter la référence dans l'interface :

Ajouter dans la barre déroulante d'éléments roulants

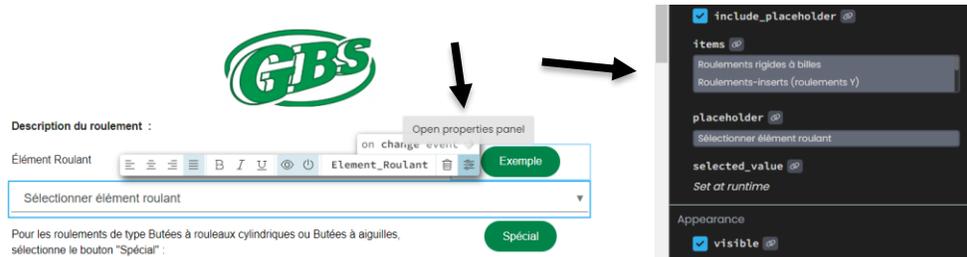


Figure 31 : Endroit où ajouter un élément roulant

Association le bon numéro en fonction de sa position dans le code Colab dans le code du bouton analyse

```
if anvil.server.is_app_online():
    if self.ER=="Roulements rigides à billes" :
        df = 0
    if self.ER == "Roulements-inserts (roulements Y)":
        df = 1
    if self.ER==" Roulements à rotule sur billes":
        df = 2
    if self.ER == "Butées à billes":
        df = 3
    if self.ER=="Roulements à rotule sur rouleaux":
        df = 4
    if self.ER == "Roulements à rouleaux toroïdaux CARB":
        df = 5
    if self.ER == "Butées à rouleaux cylindriques":
        df = 6
    if self.ER=="Butées à aiguilles":
        df = 7
    if self.ER=="Butées à rotule sur rouleaux":
        df = 8
```

Figure 32 : Code changement élément roulant en numéro de fichier Excel

4.3.2 Numéro de série dans une page déjà existante

Il suffit d'ajouter les données au fichier associé en suivant la référence des documents pour les données Excel présentée dans la figure 29. Cela peut être utile si vous voulez rajouter les données pour des roulement ayant des dimensions supérieures à 20 cm de diamètre externe, vu que ces données ne sont pas incluses dans notre base de données présentement.

5 DÉPANNAGE & ASSISTANCE

Cette section propose un certain nombre de solutions auxquelles pourraient être confrontés les futurs utilisateurs du système. À noter que cette liste regroupe seulement les erreurs fréquentes et que d'autres erreurs pourraient apparaître. Se référer à la section 5.4 pour en savoir plus sur l'assistance.

5.1 Messages ou comportements d'erreur

5.1.1 Erreur liée au code Colab

Tableau 4 : Erreur lié au code Colab

Erreur	Solutions
Connexion entre Colab et Anvil non- établie	Vérifier la connexion internet / Redémarrer l'environnement d'exécution du Colab.
Fichier Excel non lisible	S'assurer d'avoir utilisé la bonne bibliothèque / Vérifier le format du fichier Excel.
Aucun roulement trouvé à partir des mesures	Vérifier si le catalogue est à jour.
"FileNotFoundError" Fichier auquel on veut accéder n'a pas été trouvé.	Vérifier le chemin du fichier / s'assurer qu'on est connecté à Google Drive
"ConnectionError"	Se reconnecter à internet et redémarrer l'environnement d'exécution

5.1.2 Erreur liée à l'interface

Tableau 5 : Erreur lié à l'interface

Erreur	Solutions
Oublie de mettre une information pour l'analyse (voir figure qui suivent) un message s'affiche dans l'interface	Ajouter l'information manquante que ce soit le type d'élément roulant, une photo ou les mesures dépendant des circonstances. (Pour voir l'erreur, voir la figure 33)
Page blanche à l'ouverture	Réinitialiser la page / vérifier la connexion internet
Écran bloqué	Redémarrer l'interface
Incompatibilité du navigateur	Utiliser un autre navigateur, Chrome par exemple. (Éviter Safari)

No bearing type selected

information manquante

Analysis

Analyse

Figure 33 : message qui s'affiche sur le bouton Analyse s'il manque de l'information

5.1.3 Entité physique

Tableau 6 : Problème lié à l'entité physique

Erreur	Solutions
Bris d'une pièce	Refaire l'impression 3D des pièces grâce à leur CAO sur Onshape (lien sous la figure 37) Rachat ou remplacement des autres pièces (tuyaux, vis et écrous)
Caméra non fonctionnelle	S'assurer qu'elle est branchée ou en racheter une fonctionnelle
Lumière n'allume plus	Vérifier l'état du câble d'alimentation ou de la DEL / Racheter une lumière du même type et fonctionnelle.
Taches importantes sur le fond blanc	Utiliser le second support comme remplacement.

5.2 Considérations spéciales

Lorsque l'utilisateur constate que le code initial du système a été modifié, il doit directement fermer le ou les fichiers ouverts sans sauvegarde et redémarrer le système. Une modification du code peut fausser les résultats et empêcher le bon fonctionnement du système.

5.3 Entretien

Le produit ne nécessite pas beaucoup d'entretien, mais voici quelques points à vérifier avant d'utiliser le système :

- Repartir le lien Colab (le code), car la liaison est temporaire selon les tutoriels lus sur le sujet
- Nettoyer le fond blanc et la caméra afin d'assurer une bonne qualité image.
- Effectuer les mises à jour essentielles de l'ordinateur.
- Vérifier les petites pièces s'il y a des bris (Vis, écrous ...)
- Effectuer des tests réguliers pour s'assurer que le système est fonctionnel pour les futurs utilisateurs.

5.4 Assistance

Si d'autres problèmes surviennent avec l'interface, le code Colab ou encore l'entité physique et que cela ne peut pas être réglé avec les solutions indiquées ci-dessus ou que vous avez tous autres questionnements sur le fonctionnement du LB, nous vous prions de bien vouloir laisser le problème tel qu'il est et de contacter Marie-Frédérique Fortin via mfort138@uottawa.ca le plus tôt possible. Une capture d'écran ainsi qu'un léger descriptif de la situation problématique serait très apprécié.

6 DOCUMENTATION DU PRODUIT

Dans cette section, les étapes de prototypage et de tests seront expliquées en détails.

6.1 Entité physique

6.1.1 NDM

Lien Excel : [NDM.xlsx](#)

Tableau 7 : Nomenclature des matériaux

#	Nom de l'item	Description	Quantité	Poids [g]	Coût unitaire	Coût étendu	coût après taxes
1	base cylindrique	pièce où la bande del est collé sur la circonférence interne (Imprimée 3D)	1	262	0.3/g	0	0
2	base tuyau	pièces collées à la base cylindre qui tient les tuyaux (Imprimée 3D)	2	37	0.3/g	0	0
3	panneau de plastique corrugué	plaque blanche laissant passer la lumière de la bande del	1	-	14.95	0	0
4	velcro	pour lier le plastique corrugué à la base cylindrique	1	-	7.99	0	0
5	bande DEL	produit la luminosité provenant d'en dessous des roulements	1	-	15.99	15.99	18.70
6	lampe frontale	source additionnelle de lumière accrochée au glisseur	1	-	5.06	5.06	5.82
7	tuyau	provenant d'une perche à piscine coupée	2	-	24.99	0	0
8	peinture	pour peindre les 2 tuyaux en vert (couleur de l'entreprise)	1	-	1.49	0	0
9	glisseur	pièce qui abrite la caméra et qui glisse en hauteur (Imprimée 3D)	1	123.4	0.3/g	0	0
10	vis	vis+écrou=boulon du système de serrage du glisseur; M6 X 30 vis à tête à six pans	2	-	0.54	1.08	1.24
11	écrou	M6 gros filet écrous à six pans	2	-	0.22	0.44	0.51
12	roue pour les vis	roue afin de mieux tourner les vis B (Imprimée 3D)	2	3	0.3/g	0	0
13	module de caméra	caméra prenant les photos de face et de côté des roulements	1	-	12.36	12.36	13.97
14	scotch vert	pour maintenir le câble de la caméra sur le glisseur et coller la caméra sur le glisseur	1	-	1.49	0	0
15	rallonge	pour agrandir le câble de la caméra	1	-	13.07	0	0
16	bouchon	bouchons au bout des tuyaux pour limiter la plage de glissement (Imprimée 3D)	2	7	0.3/g	0	0
17	support serre-livres	support pour maintenir le roulement debout pour mesure son épaisseur (Imprimée)	6	10	0.3/g	0	0
18	scotch de tapis	scotch double face pour maintenir les support serre-livres en place sur le panneau	1	-	6.27	0	0
19	logo de GBS	Engraver au laser sur un morceau de plastique blanc	1	-	54	0	0
						tot.sans taxes	34.93
						tot. après taxes	40.23

En gris = pièces imprimées 3d

En jaune = pièces achetées

Tableau 8 : : Lien pour les items de la nomenclature des matériaux

#	Lien
3	https://www.canac.ca/fr/panneau-de-plastique-corrugue-hi-core-coroplast-4-mm-x-4-pi-x-8-pi-183100
4	https://www.canadiantire.ca/en/pdp/velcro-alfa-lok-double-sided-adhesive-fastener-strips-black-10-lbs-2-pk-0610292p.0610292.html?rrecName=Similar%20Items%20&rrecReferrer=product&rrecProductId=0610292P&rrecProductS
5	https://www.amazon.ca/dp/B0C2P6Y9QN?ref=ppx_yo2ov_dt_b_product_details&th=1
6	seulement en magasin (Dollarama)
7	https://www.rona.ca/fr/produit/manche-telescopique-pour-piscine-6-a-12-63885065
8	https://canada.michaels.com/en/acrylic-paint-by-craft-smart-2oz/10402484.html?r=g&cm_mmc=PLASearch-_-google-_-MICH_Shopping_CA_N_Craft+%26+Hobbies_N_PMAX_BOPIS_N-_-Generic&kpid=go_cmp-18653424478_adg-ad-10402484&gclid=CjwKCAjw7oeqBhBwEiwALyHLM5TsD2wxKoQ7mq1pxDrNum99S_1Uoc84ZKe9huounzeTxX4dVKn
10	seulement en magasin (home depot)
11	https://www.homedepot.ca/produit/paulin-m6-1-00-classe-8-ecrou-hexagonal-metrique-din-934-zingue/1000128519
13	https://www.amazon.ca/dappareil-M%C3%A9gapixel-Support-t%C3%A9l%C3%A9phone-portable/dp/B0C23T82F6/ref=sr_1_2_ssapa?crd=2E05Z0S7CPLKD&keywords=camera+module+usb&qid=1698027119&sp_2-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1
14	https://www.canadiantire.ca/fr/pdp/ruban-isolant-en-vinyle-tout-usage-certified-noir-19-mm-x-18-m-3-4-po-x-60-pi-0528526p.0528526.html?rrecName=Objets%20similaires&rrecReferrer=product&rrecProductId=0528526P&rrecProductS

15	https://www.amazon.ca/-/fr/gp/product/B00NH13UFQ/ref=ox_sc_act_title_3?smid=A3DWYIK6Y9EEQB&th=1
18	https://www.homedepot.ca/produit/scotch-double-sided-carpet-tape-ct2010-clear-1-5-in-x-42-ft-38-1-mm-x-12-8-m-/10004

Tableau 9 : Liste des logiciels nécessaires pour la création de l'entité physique

Liste d'équipement (entité physique)	Description
Logiciel de conception (Onshape)	Pour créer notre modèle en 3D, qui sera converti en modèle physique et servira de document de référence pour l'impression 3D.
InkSpace	Pour engraver le logo de la compagnie

6.1.2 Liste d'équipements

Tableau 10 : Liste d'équipement nécessaire à la fabrication

Liste d'équipement (entité physique)	Description
Imprimante 3D	Pour imprimer la base cylindrique, la base du tuyau, le glisseur, les roue pour les vis et les supports triangulaires.
Coupeuse Laser	Pour couper le logo
Scie	Pour couper les 2 tuyaux de métal (45 cm de long)
Ciseaux	Pour couper nos bandes DEL
Vernier	Pour prendre les mesures de diamètre des tuyaux, de la caméra et des écrous
Fusil à colle chaude	Pour assembler les pièces fixe comme les bases des tuyaux à la base cylindrique, les écrous au glisseur et les roue au bout des vis.

6.1.3 Instructions

- 1) Mesurer le diamètre des tuyaux avec le vernier pour les trous dans la partie du glisseur, bouchon et de la basse des tuyaux



Figure 34 : Mesure à prendre pour les tuyaux

- 2) Commander le module de caméra sur Amazon
- 3) Mesurer la largeur de l'objectif afin de définir les dimensions du trou pour la caméra dans le glisseur

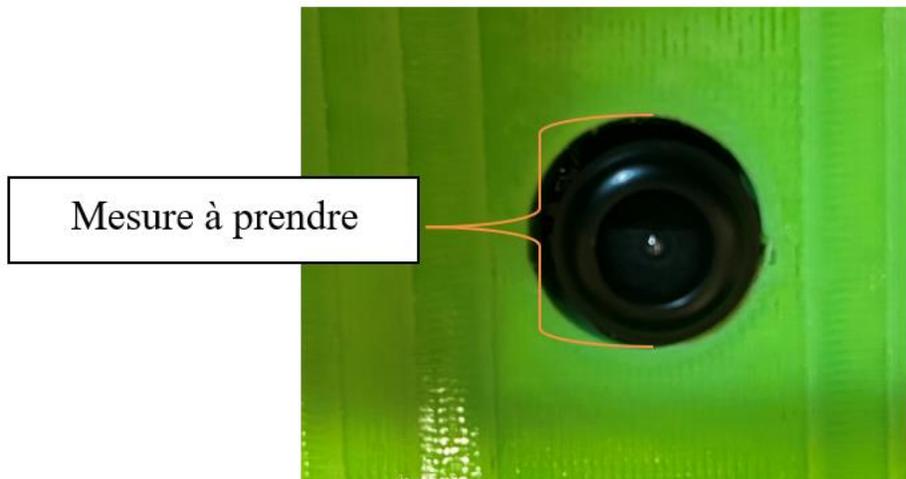


Figure 35 : Mesure à prendre pour la caméra

- 4) Acheter les deux vis et les deux écrous et prendre les mesures indiquées nécessaire à la création du CAO du glisseur avec les écrous et des roues sur les vis

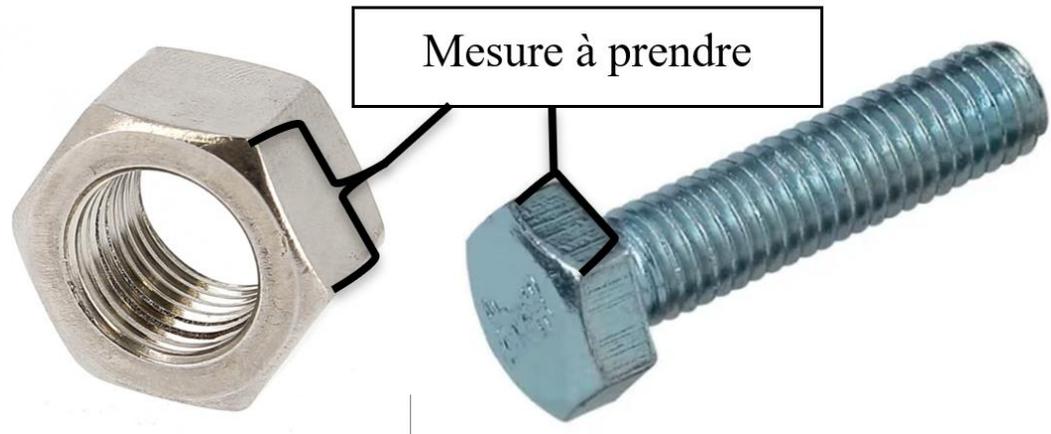


Figure 36 : Mesure à prendre pour la vis et l'écrou

- 5) Concevoir toutes les parties et le penny de référence de la grandeur d'un 25 cents sur OnShape en respectant les mesures
- 6) Effectuer l'assemblage sur Onshape et vérifier l'emboîtement des pièces

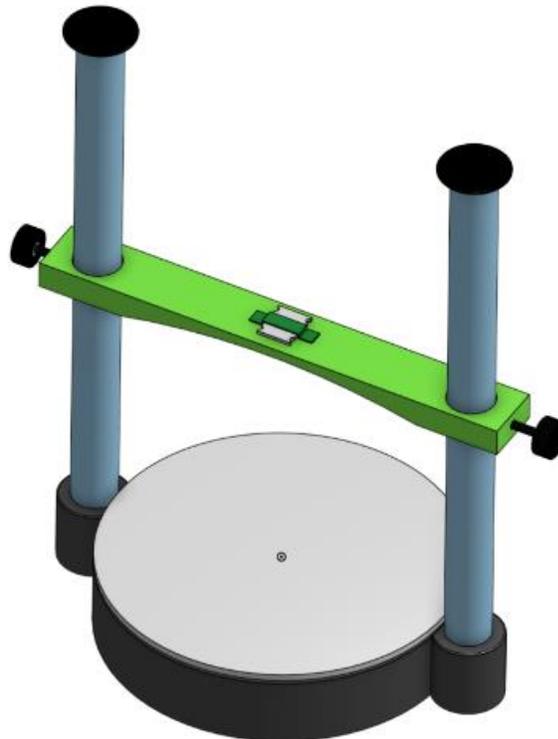


Figure 37 : CAO de l'assemblage de l'entité physique

<https://cad.onshape.com/documents/3a3d1a7e93e401bdaa1b1695/w/951118a25854a12614caa8d1/e/571c5853cd2c5d82c09a89f2>

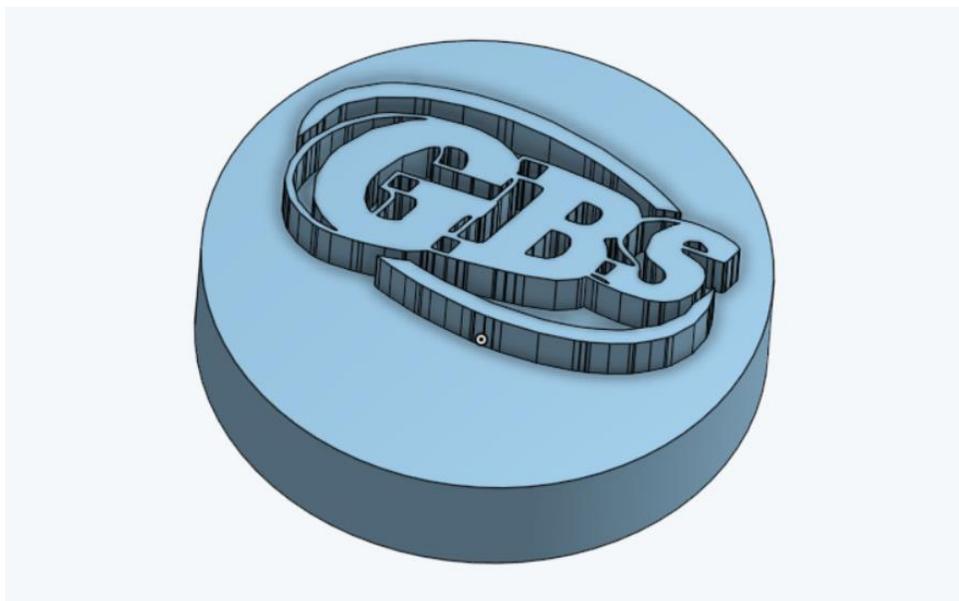


Figure 38 : CAO du penny de référence de la grandeur d'un 25 cent

- 7) Exécuter l'impression de toutes les pièces et le penny de référence (sauf du glisseur et de la base cylindrique) sur une imprimante 3D UltiMaker 2+
- 8) Exécuter l'impression du glisseur sur l'imprimante Raise 3D N2 Plus en s'assurant d'ajouter des supports pour l'impression des deux trous pour vis.

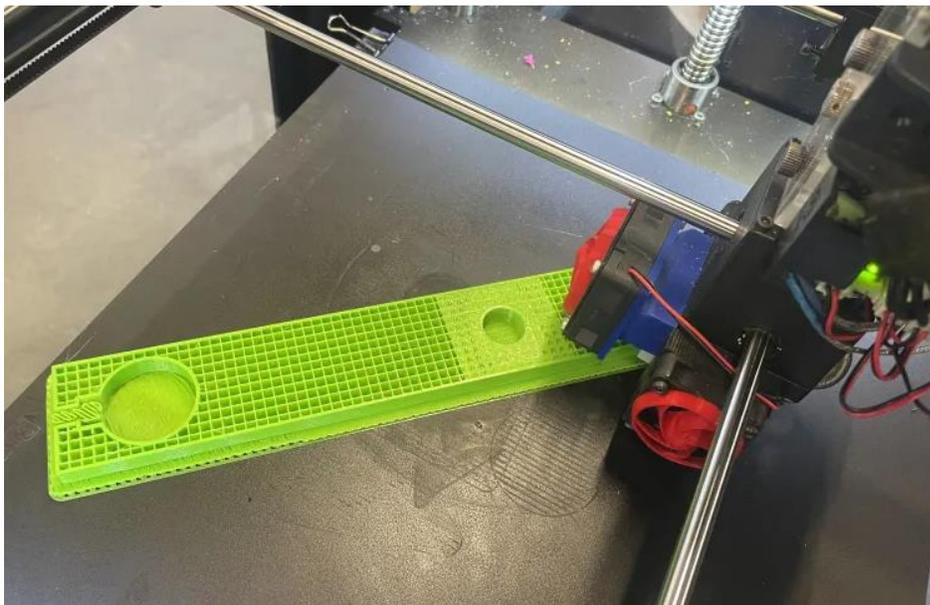


Figure 39 : Impression 3D dans le Raise 3D N2 Plus

- 9) Exécuter l'impression de la base cylindrique sur l'imprimante Flsun V400

10) Estimer la hauteur et assembler les pièces ensemble afin de confirmer la hauteur de coupe des tuyaux (dans notre cas : 45 cm)

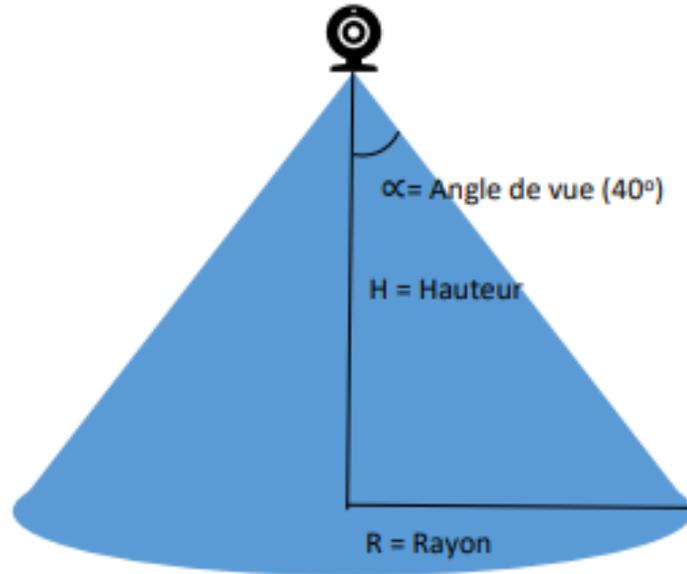


Figure 40 : Schéma pour déterminer la mesure de la hauteur mathématiquement



Figure 41 : Test expérimental nécessaire déterminant la hauteur nécessaire

- 11) Couper les tuyaux d'aluminium à l'aide d'une scie (suivre toutes les consignes de sécurité associées à cela).
- 12) Peindre les deux tuyaux en noirs grâce à de la peinture acrylique afin d'améliorer l'esthétique du produit

13) Assembler les différentes pièces de l'entité physique comme dans le Onshape

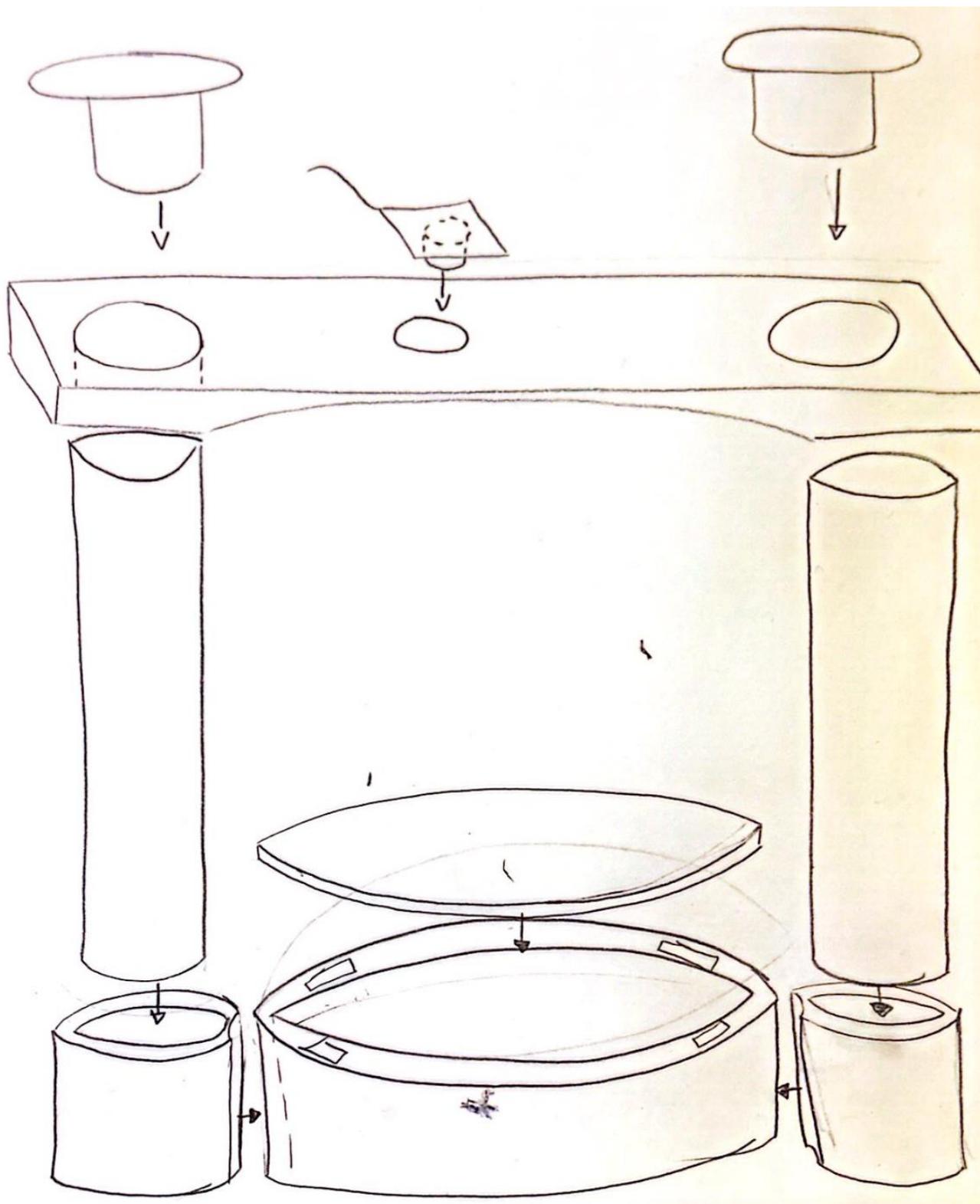


Figure 42 : Guide d'assemblage des parties physiques



Figure 43 : Assemblage pour la vis et l'écrou

- 14) Fixer la caméra à l'aide de ruban adhésif électrique dans le trou à cet effet et dans la bonne position pour que le champ de vision concorde quand elle est connectée à l'ordinateur (voir la figure 44 à l'étape 17 pour le ruban collant)
- 15) Dessiner le logo de l'entreprise dans le logiciel Inkspace et l'enregistrer sous forme de PDF.



Figure 44 : Schéma du logo dans InkSpace

- 16) Utiliser la coupe au laser pour engraver le logo sur un morceau de plastique blanc

17) Peinturer le logo en vert pour faire ressortir le nom de la compagnie

18) L'accrocher au milieu du glisseur avec du papier collant double face



Figure 45 : Logo collé au glisseur et caméra fixer avec ruban collant électrique

6.2 Interface et code associé

6.2.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)

Tableau 11 : : Liste des bibliothèques pour le code

Entité logiciel	Description
cv2	Pour le traitement des images et la reconnaissance de forme ³
Numpy	Pour effectuer les calculs mathématique et scientifique ⁴
Pandas	Pour la manipulation et l'analyse de données et de tableaux ⁵
Anvil.Serveur/ Anvil.media	Pour la liaison entre un code Google Colab et la plateformes Anvil ⁶

Tableau 12 : Liste de Logiciel nécessaire pour la création du logiciel

Entité logiciel		
Colab	Pour écrire le code plus technique et les fonctions de précision	https://colab.google/
Anvil	Pour convertir le code python en webapp et créer l'interface	https://anvil.works/
Excel	Pour créer des fiches lisibles des données le catalogue SKF	Microsoft 360
DataMiner	Extension Google Chrome pour convertir les données du site de SKF en données copiable dans Excel	Internet

³ (PythonTech, 2023)/

⁴ (DataScience, 2023-a)

⁵ (DataScience, 2023-b)

⁶ (Anvil, 2023)

6.2.2 Liste d'équipements

Tableau 13 : Liste d'équipement nécessaire à la fabrication du logiciel

Entité logiciel	
Ordinateur	Pour tester le fonctionnement de notre logiciel

6.2.3 Instructions

- 1) Dans Colab, on écrit les différentes parties de fonctions clés pour le traitement d'image
 - a. Commencer par déclarer les différentes bibliothèques que vous aurez besoins

```
1 import cv2
2 import numpy as np
3 import pandas as pd
4 from google.colab.patches import cv2_imshow
```

Figure 46 : Bibliothèques appelées

- b. Écrire la fonction qui trouve le rapport entre les mm et les pixels avec la Photo1

```
6 def reconnaissancePixelmm(imageR):
7     gris = cv2.cvtColor(imageR, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
8     ret, seuil = cv2.threshold(gris, 100, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
9     contours, _ = cv2.findContours(seuil, 2, 1)
10
11     cv2_imshow(seuil)
12     contour_liste = []
13
14     for cnt in contours:
15         approx = cv2.approxPolyDP(cnt, 0.01 * cv2.arcLength(cnt, True), True)
16         n = len(approx)
17         if (n > 9) & (cv2.contourArea(cnt) > 3000):
18             cv2.drawContours(imageR, [cnt], 0, (255, 0, 0), 5)
19             contour_liste.append(cnt)
20
21     cv2_imshow(imageR)
22     cnt_trier = sorted(contour_liste, key=cv2.contourArea)
23
24     (x1, y1), radR = cv2.minEnclosingCircle(cnt_trier[-1])
25     R = radR * 2
26     print("Diamètre Extérieur en pixels:", R)
27
28     coordonnées_centre = (int(x1), int(y1))
29     rayonR = int(radR)
30     vert = (0, 255, 0)
31     epaisseur = 3
32     imageR = cv2.circle(imageR, coordonnées_centre, rayonR, vert, epaisseur)
33
34     cv2_imshow(imageR)
35     #on trouve combien de pixels par mm (on connait la grandeur)
36     Rmm = 25 / R
37     print("Rapport mm par pixels:", Rmm)
38     return Rmm
```

Figure 47 : Code pour le rapport mm/pixel

- c. Écrire la fonction qui prend la Photo2 et calcules de DI et le DI en converti en mm

```
41 def reconnaissancedessus(imageD, Rmm):
42     gris = cv2.cvtColor(imageD, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
43     ret, seuil = cv2.threshold(gris, 100, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
44     contours, _ = cv2.findContours(seuil, 2, 1)
45
46     cv2_imshow(seuil)
47     contour_liste = []
48     for cnt in contours:
49         approx = cv2.approxPolyDP(cnt, 0.01 * cv2.arcLength(cnt, True), True)
50         n = len(approx)
51         if (n > 9) & (cv2.contourArea(cnt) > 3000):
52             cv2.drawContours(imageD, [cnt], 0, (255, 0, 0), 5)
53             contour_liste.append(cnt)
54
55     cv2_imshow(imageD)
56     cnt_trier = sorted(contour_liste, key=cv2.contourArea)
57     (x1, y1), radDE = cv2.minEnclosingCircle(cnt_trier[-1])
58     DE = radDE * 2
59     print("Diamètre Extérieur en pixels:", DE)
60     DEmm = DE*(Rmm)
61     print("Diamètre Extérieur en mm:", DEmm)
62
63     (x1, y1), radDI = cv2.minEnclosingCircle(cnt_trier[0])
64     DI = radDI * 2
65     print("Diamètre Intérieur en pixels:", DI)
66     DImm = DI*(Rmm)
67     print("Diamètre Intérieur en pixels:", DImm)
68
69     coordonnées_centre = (int(x1), int(y1))
70     rayonDE = int(radDE)
71     rayonDI = int(radDI)
72     vert = (0, 255, 0)
73     rouge = (0, 0, 255)
74     epaisseur = 3
75     imageD = cv2.circle(imageD, coordonnées_centre, rayonDE, vert, epaisseur)
76     imageD = cv2.circle(imageD, coordonnées_centre, rayonDI, rouge, epaisseur)
77
78     cv2_imshow(imageD)
79     return [DImm, DEmm]
```

Figure 48 : Code pour la reconnaissance des DI et DE et conversion en mm

d. Écrire la fonction servant à calculer la largeur du roulement à partir d'une Photo3

```
81 def reconnaissanceLargeur(imageL):
82     gray = cv2.cvtColor(imageL, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
83     blur = cv2.GaussianBlur(gray, (9, 9), cv2.BORDER_DEFAULT)
84     ret, tresh = cv2.threshold(blur, 100, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
85
86     cv2_imshow(tresh)
87
88     contours2, hierarchies = cv2.findContours(tresh, cv2.RETR_LIST, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
89
90     for cnt2 in contours2:
91         rect = cv2.minAreaRect(cnt2)
92         (x, y), (w, h), angle = rect
93
94         cv2.circle(tresh, (int(x), int(y)), 5, (0, 0, 255), -1)
95
96         box = cv2.boxPoints(rect)
97         box = np.int0(box)
98         cv2.polylines(imageL, [box], True, (255, 0, 0), 2)
99
100    if w < h:
101        print("La largeur est: ", w)
102        cv2_imshow(imageL)
103        return w
104    elif h < w:
105        print("La largeur est: ", h)
106        cv2_imshow(imageL)
107        return h
```

Figure 49 : Code pour la mesure de la L

e. Écrire la fonction qui relie toutes les dimensions

```
119 def mesures(imageR, imageD, imageC):
120     refPixelmm = reconnaissancePixelmm(imageR)
121     diammm = reconnaissancedessus(imageD, refPixelmm)
122     DImm = diammm[0]
123     DEmm = diammm[1]
124     larmm = reconnaissanceLargeur(imageC)
125     Lmm = larmm*(refPixelmm)
126     print("Largeur en mm", Lmm)
127     return [DImm, DEmm, Lmm]
```

Figure 50 : Code de la fonction réunissant toutes les mesures

2) Dans Colab, écrire le code qui fais appel et relie Colab à Anvil

```

129 !pip install anvil-uplink
130
131 import numpy as np
132 import anvil.server
133 import anvil.media
134 from keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator, load_img
135
136 anvil.server.connect("server_AGPS6S2KKI57JZZYCLBBG5DD-OSMVDT56CGH6JDKG")
137
138 @anvil.server.callable
139 def envoyer_dims(fileR, fileD, fileC):
140
141     #fichier de anvil
142     with anvil.media.TempFile(fileR) as filename:
143         pil_imageR = load_img(filename)
144     with anvil.media.TempFile(fileC) as filename:
145         pil_imageC = load_img(filename)
146     with anvil.media.TempFile(fileD) as filename:
147         pil_imageD = load_img(filename)
148
149     #convertir image au format cv
150     open_cv_imageR = np.array(pil_imageR)
151     open_cv_imageC = np.array(pil_imageC)
152     open_cv_imageD = np.array(pil_imageD)
153
154     #convertir RGB à BGR
155     imageR = open_cv_imageR[:, :, ::-1].copy()
156     imageD = open_cv_imageD[:, :, ::-1].copy()
157     imageC = open_cv_imageC[:, :, ::-1].copy()
158
159     dims = mesures(imageR, imageD, imageC)
160     return dims

```

Figure 51 : Code reliant Anvil et Colab pour la prise de mesure et la modification de photo

- 3) Dans Colab, écrire le code pour l'identification du numéro de série qui prend comme entrer les dimensions et le numéro associé aux types d'élément roulant

```

163 import pandas as pd
164 import anvil.server
165 import anvil.media
166 anvil.server.connect("server_AGP56S2KKI57JZZYCLBBG5DD-OSMVDTS6CGH6JDKG")
167
168 @anvil.server.callable
169 def envoyer_numero(dims, file_index):
170
171     d_value = float(dims[0])
172     D_value = float(dims[1])
173     B_value = float(dims[2])
174
175     #créer un DataFrame avec l'excel selectionner
176
177     # Function to read the excel file
178     def read_excel_file(file_path):
179         try:
180             return pd.read_excel(file_path)
181         except FileNotFoundError:
182             print("File not found. Please check the file path.")
183             return None
184         except Exception as e:
185             print("An error occurred:", e)
186             return None
187
188     # List to store Excel file paths
189     excel_file_paths = [
190         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/1Roulements rigides à billes (1).xlsx',
191         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/2Roulements-inserts (roulements Y) (1).xlsx',
192         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/4Roulements à rotule sur billes (1).xlsx',
193         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/5Butées à billes (1).xlsx',
194         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/9Roulements à rotule sur rouleaux (1).xlsx',
195         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/10Roulements à rouleaux toroïdaux CARB (1).xlsx',
196         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/11Butées à rouleaux cylindriques (1).xlsx',
197         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/12Butées à aiguilles (1).xlsx',
198         '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/13Butées à rotule sur rouleaux.xlsx',
199     ]
200     #créer un DataFrame avec l'excel selectionner
201
202     df = read_excel_file(excel_file_paths[file_index])
203
204     # Proceed only if df is not None
205     if df is not None:
206         print("Les mesures sont :")
207         print(d_value)
208         print(D_value)
209         print(B_value)
210         # Processing the dataframe
211         tolerance = 2
212
213         df['DI'] = df['DI'].astype(float)
214         df['DE'] = df['DE'].astype(float)
215         df['L'] = df['L'].astype(float)
216
217         filtered_df = df[(df['DI'].sub(d_value).abs() < tolerance) & (df['DE'].sub(D_value).abs() < tolerance) & (df['L'].sub(B_value).abs() < tolerance)]
218
219         if not filtered_df.empty:
220             tolerance = 3
221             df['DI'] = df['DI'].astype(float)
222             df['DE'] = df['DE'].astype(float)
223             df['L'] = df['L'].astype(float)
224             filtered_df = df[(abs(df['DI'] - d_value) < tolerance) &
225                             (abs(df['DE'] - D_value) < tolerance) &
226                             (abs(df['L'] - B_value) < tolerance)]
227
228             if not filtered_df.empty:
229                 data_for_anvil = filtered_df[['Désignation', 'DI', 'DE', 'L']].to_dict('records')
230                 return data_for_anvil
231         else:
232             print("No matching designation found for the entered values.")
233             return 0
234

```

Figure 52 : Code pour l'identification du Numéro de série

4) À la fin du Colab ajouter la ligne suivante pour qu'il continue de rouler indéfiniment

```
236 anvil.server.wait_forever()
```

Figure 53 : Ligne de code nécessaire pour faire tourner le code indéfiniment

- 5) Dans Anvil créer les différentes pages (soit l'indentification par photo, l'indentification par mesure, page d'aide et page d'élément roulant)
- 6) Créer les mêmes pages en Anglais
- 7) Ajouter les fonctions désirées :
 - a. Fonctions des boutons Anglais/Français

```
def EN_click(self, **event_args):
    """This method is called when the button is clicked"""
    open_form('LightBearing_Anglais')
```

Figure 54 : Exemple de code Anvil pour changer de langue

- b. Fonctions des boutons pour aller vers la bonne page

```
def Special_click(self, **event_args):
    """This method is called when the button is clicked"""
    open_form('BearingSpec_Anglais')
```

Figure 55 : Code pour changer de page dans Anvil

- c. Fonction de la barre déroulante des éléments roulants

```
def Selection_element_Anglish_change(self, **event_args):
    if self.Selection_element_Anglish.selected_value == None:
        self.ER = None

    else:
        self.ER = self.Selection_element_Anglish.selected_value
```

Figure 56 : Code pour la définition de la variable de l'élément roulant

- d. Transfert des mesures écrites en variables

```
def outlined_DI_change(self, **event_args):
    """This method is called when the text in this text box is edited"""
    self.DI = self.outlined_DI.text

def outlined_DI_pressed_enter(self, **event_args):
    """This method is called when the user presses Enter in this text box"""
    pass
```

Figure 57 : Code nécessaire pour l'affectation des DI, DE et L quand écrit à la main

e. Fonctions des boutons pour analyse qui appelle la fonction Colab pour la page photo

```
56 def analyse_click(self, **event_args):
57     """This method is called when the button is clicked"""
58     fileR = self.file_loader_1.file
59     fileC = self.file_loader_Cote.file
60     fileD = self.file_loader_Dessus.file
61     self.Erreur.visible = False
62     self.Aucun.visible = True
63
64     if self.ER == 0 or self.Element_Roulant.selected_value == None:
65         self.Erreur.visible = True
66         self.Erreur.text = "Aucune selection de type d'element roulement"
67
68     if fileC == None or fileD == None or fileR == None :
69         self.Erreur.visible = True
70         self.Erreur.text = "information manquante"
71
72     if fileR and fileD and fileC:
73         if anvil.server.is_app_online():
74             if self.ER=="Roulements rigides à billes" :
75                 df = 0
76             if self.ER == "Roulements-inserts (roulements Y)":
77                 df = 1
78             if self.ER==" Roulements à rotule sur billes":
79                 df = 2
80             if self.ER == "Butées à billes":
81                 df = 3
82             if self.ER==" Roulements à rotule sur rouleaux":
83                 df = 4
84             if self.ER == "Roulements à rouleaux toroïdaux CARB":
85                 df = 5
86             if self.ER == "Butées à rouleaux cylindriques":
87                 df = 6
88             if self.ER==" Butées à aiguilles":
89                 df = 7
90             if self.ER==" Butées à rotule sur rouleaux":
91                 df = 8
92
93         dimension = anvil.server.call('envoyer_dims', fileR, fileD, fileC)
94         # if the dimensions are returned
95         if dimension:
96             self.DE.visible = True
97             self.DE.text = str(round(dimension[1],1)) + " mm"
98             self.DI.visible = True
99             self.DI.text = str(round(dimension[0],1)) + " mm"
100             self.L.visible = True
101             self.L.text = str(round(dimension[2],1)) + " mm"
102
103         modele = anvil.server.call('envoyer_numero', dimension, df)
104
105         if modele == 0 :
106             self.Aucun.visible = True
107             self.Aucun.text = "Aucun roulement identifié"
108
109         self.repeating_panel_1.items = modele
```

Figure 58 : Code pour l'analyse des photos dans Anvil qui lie aux fonctions dans Colab

f. Fonction des boutons Analyse dans les pages entrée manuelle

```
56 ▼ def Analyser_click(self, **event_args):
57     """This method is called when the button is clicked"""
58     self.Erreur.visible = False
59     self.label_10.visible = False
60 ▼ if self.text_box_1.text == None or self.text_box_2.text == None or self.text_box_3.text == None:
61     self.Erreur.visible = True
62     self.Erreur.text = "Missing Information"
63 ▼ if self.ER == 0 or self.ER == None:
64     self.Erreur.visible = True
65     self.Erreur.text = "No bearing type selected"
66 ▼ else :
67 ▼     if anvil.server.is_app_online():
68 ▼         if self.ER=="Deep groove ball bearings" :
69             df = 0
70 ▼         if self.ER == "Insert bearings (Y-bearings)":
71             df = 1
72 ▼         if self.ER=="Self-aligning ball bearings":
73             df = 2
74 ▼         if self.ER == "Thrust ball bearings":
75             df = 3
76 ▼         if self.ER=="Spherical roller bearings":
77             df = 4
78 ▼         if self.ER == "CARB toroidal roller bearings":
79             df = 5
80 ▼         if self.ER == "Spherical roller thrust bearings":
81             df = 6
82 ▼         if self.ER=="Needle roller thrust bearings":
83             df = 7
84 ▼         if self.ER=="sphérique roller thrust bearings":
85             df = 8
86         dimension = [self.DE,self.DI,self.L]
87         modele = anvil.server.call('envoyer_numero', dimension, df)
88 ▼         if len(modele) == 0:
89             self.Aucun.visible = True
90             self.Aucun.text = "No Bearing Find"
91         self.repeating_panel_1.items = modele
```

Figure 59 : Code pour l'analyse quand les mesures sont entrées manuellement

6.3 Essais & validation

Cette partie du document réunit l'ensemble des tests effectués sur les différentes parties du produit soit l'entité physique, le code (numéro de série et dimensions), l'interface et le prototype finale (la somme de tout).

6.3.1 Essais sur l'entité physique

Tableau 14 : Récapitulatif des essais sur l'entité physique

Prototypes				Tests	
#	Type	Objectif	Fidélité	Objectif	Résultat
1	Analytique	CAD et assemblage des pièces pour les mesures des pièces et l'impression 3D	Moyenne	Fonctionnalité de la partie physique (pour vérifier la grandeur des pièces et la fonctionnalité générale du concept)	Nous avons remarqué que l'assemblage des différentes parties se fait correctement. Nous pouvons donc commencer l'impression 3D des pièces.
2	Ciblé physique	Performance de la lumière (Plateau de lumière)	Faible	La lumière passe à travers le matériau rendant le fond plus clair et soutient le poids d'un roulement	Le plastique corrugué semble solide en supportant une bouteille d'eau pleine ainsi que la pression importante de la main laissant penser qu'il a une bonne résistance. Il permet aussi le passage de la lumière ce qui fait de lui un bon matériau pour le fond des photos.
3	Ciblé physique	Performance du glisseur	Moyenne	Vérification du fonctionnement du système de glissement (si le glisseur bouge et tient en place)	Le glisseur glisse aisément, a une fixation stable lorsque les vis sont rentrées et se tient droit, permettant ainsi une prise de photo optimale.
4	Ciblé physique	Mesure des hauteurs et qualité de la photo (caméra)	Faible	Précision des prises des photos et hauteur nécessaire pour la caméra prenant en compte la base, la hauteur des roulements et le champ de vision de la caméra	Avec le champ de vision, on a pu déterminer que la hauteur nécessaire de tuyau est de 45 cm. De plus, on a pu déterminer le PPP de la caméra qui est 96, cela sera nécessaire pour le logiciel.
5	Ciblé physique	Déterminer le choix pour l'ajout de lumière et la quantité	Faible	Déterminer qu'elle type de lumière il faudrait ajouter à l'entité physique pour que ce dernier prend des photos de roulement au bord plus distinctif en observant la différence entre la présence ou non de la lumière supplémentaire aux endroits clé.	On peut placer une lampe frontale à deux endroits augmentant un peu la luminosité. En fonction des résultats, on peut la mettre en dessus au centre pour augmenter là où il en manque ou sur la barre de la caméra (risque de reflet lumière), mais les deux donnent des résultats prometteurs dépendant du roulement à prendre en photo.

Pour le prototype 2, il fallait trouver un matériau à la fois solide et qui laisse passer la lumière, voici donc les photos du test de solidité du matériau :



Figure 60 : Test de solidité du matériau

Et le test de passage de la lumière avec leurs résultats au luxmètre :



Figure 61 : Test du passage de lumière avec le plastique corrugué



Figure 62 : Test de passage de la lumière avec du papier

Nous avons donc choisi d'utiliser le plastique corrugué vu qu'il a démontré la plus grande intensité lumineuse par unité de surface⁷.

Pour le prototype 4, on a effectué deux tests. Le premier, la caméra, a été un point d'interrogation à savoir ce que l'on utilisait. Pour notre prototype on a finalement décidé d'utiliser une mini-caméra branchable à l'ordinateur. La qualité de l'image a été comparée sur trois types de caméra, mais d'autres points ont joué dans la décision. Les résultats de la qualité de l'image ont été de 96ppp pour les deux caméras. Le cellulaire a été exclu avant de regarder la qualité. Nous avons décidé d'utiliser le module de caméra au lieu d'un cellulaire afin d'avoir une qualité de photo constante car cela peut varier grandement dépendamment du cellulaire utilisé. Ainsi, on s'assure que notre traitement d'image fonctionne toujours et n'est pas influencé par les conditions externes de qualité d'image des différents cellulaires employées.



Figure 63 : Photo de caméra 1, caméra 2 et cellulaire

⁷ (Wikipédia, 2023-a)

Pour le deuxième test voici le résultat lié à la hauteur nécessaire (dépend de l'angle de vision de la caméra. Pour ce test, nous avons obtenu une hauteur minimale de 45 cm comprenant la base.



Figure 64 : Test de hauteur lié à la caméra et photo à cette hauteur

Pour le prototype 5, il a fallu chercher comment ajouter de la lumière pour permettre un meilleur traitement d'image.



Figure 65 : Différence sans la lampe (à gauche) et avec la lampe frontale (à droite)

6.3.2 Test sur le code

6.3.2.1 Code sur le numéro de série

Tableau 15 : Test lié à l'identification du numéro de série

Prototypes				Tests	
#	Type	Objectif	Fidélité	Objectif	Résultat
1	Ciblé Analytique	Performance du premier programme écrit pour associer le numéro de série direct dans le site SKF	Moyen	Déterminer en rentrant manuellement dans le code des variable connu les mesures de roulement pour voir si elle arrive à ressortir le numéro de série.	Après avoir rentré les mesures manuellement, on n'a remarqué que cela ne nous donnait rien. Il faudrait donc travailler sur la deuxième option avec des tables Excel.
2	Ciblé Analytique	Déterminer si le nouveau code pour le programme pour l'identification de numéro de série avec des tables Excel fonctionne	Moyen	Déterminer si le programme choisi pour l'identification de numéro de série via des tables Excel en lui envoyant des mesures prédéterminer qui renvoie le numéro de série dans l'écran de Colab.	S'il réussissait à afficher le ou les numéros de série possible en fonction des informations qu'on lui donne, cela signifie que le logiciel est fonctionnel. Comme il affiche dans le Colab tous les numéros de série possible on considère que cette partie de code fonctionne.

Le premier test a démontré que d'aller chercher les donner directement dans le site de SKF n'était pas efficace et ne fonctionnait pas.

6.3.2.2 Code sur les mesures trouvé via une photo

Tableau 16 : Test lié au code pour trouver des mesures à partir d'une photo

Prototypes				Tests	
N°	Type	Objectif	Fidélité	Objectif	Résultat
1	Ciblé Analytique	Performance d'identification du diamètre interne et externe	Moyenne	Déterminer si le code marche pour identifier les grandeurs du roulement	Le premier code est incapable de bien identifier les diamètres interne et externe. Il faut donc ce tourné vers un autre code ou une modification des valeurs de références.
1.2	Ciblé Analytique	Performance d'identification du diamètre interne et externe	Moyenne	Déterminer si le code marche pour identifier les grandeurs du roulement	On a changé les mesures sur ce qui devient noir et ce qui devient blanc rendant le code plus performant
2	Ciblé Analytique	Performance d'identification de la largeur	Moyenne	Déterminer si le code marche pour identifier la largeur	Le premier code est incapable de bien identifier les diamètres interne et externe. Il faut donc ce tourné vers un autre code.

3.1	Ciblé Analytique	Performance du changement de la mesure en mm à partir de la qualité de l'image	Moyenne	Déterminer si le logiciel est capable de prendre les mesures que l'on a des photos en pixels et de les transférer en mm	Pour une identification des circonférences correct, nous n'obtenons pas les bonnes mesures.
3.2	Ciblé Analytique	Performance du changement de la mesure en mm à partir d'un élément de références	Moyenne	Déterminer si le logiciel est capable de prendre les mesures que l'on a des photos en pixels et de les transférer en mm	On a identifié les bonnes mesures avec une bonne circonférence donc on peut dire que le code fonctionne.
3	Analytique ciblé	Déterminer si le code associé aux prises de mesures par photo fonctionne.	Moyen	On insère que roulement donc on connaît les grandeurs pour déterminer si les techniques utilisées fonctionnent et si l'utilisation d'un élément de référence comme changement de mesures est fiable.	Comme il affiche des mesures se rapprochant énormément de la vérité (l'erreur dans la limite du raisonnable), on considère que le code fonctionne. Cependant, il y a encore certaines difficultés sur les roulements plus large pour identifier et une limite plus petite sur le diamètre du roulement pour s'assurer d'avoir seulement un fond blanc.

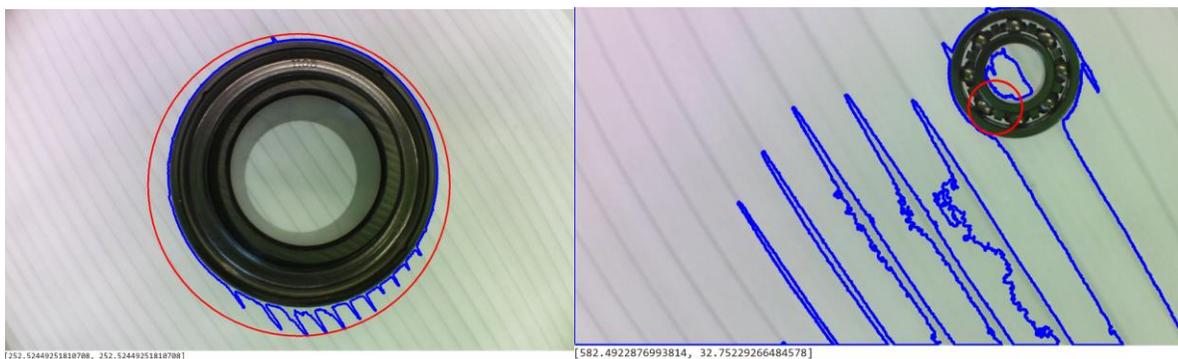


Figure 66 : Essais non-fonctionnelle du code pour l'identification de numéro de série

Ce sont les résultats du premier test avec le code fourni en classe, il a fallu changer certaines données pour obtenir les bons diamètres. Pour le premier, on a 252 pixels pour le DI et le DE et pour le deuxième on a obtenu 582 pixels et 32 pixels. Pour les tests, on voit aussi que les lignes vertes (DE) et la ligne rouge (DI) ne concorde pas à l'endroit où l'on veut qu'il soit.

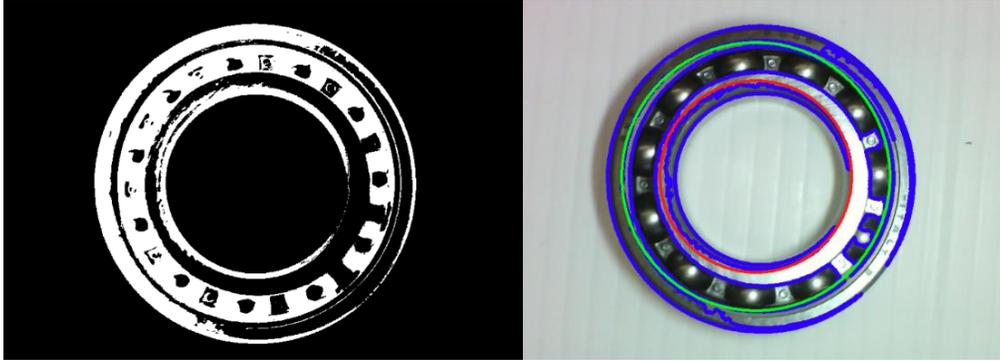


Figure 67 : Résultat de certains roulements avec le deuxième code

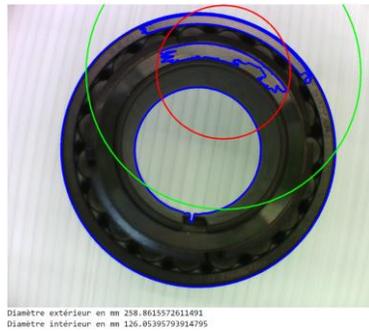


Figure 68 : Résultat lié au changement de mesures par qualité de l'image

D'autres résultats sont sortis mais on ne parlera pas des résultats numériques puisque l'on voit encore une fois que les lignes servant d'identification au DI et DE ne sont pas au bon endroit. Pour la figure 68, on a des dimensions de 258 mm et 126 mm pour une réalité de 48.1 mm et 95 mm prouvant que le changement pixels/mm ne fonctionnait vraiment pas à ce moment-là avec le programme lié à la qualité de l'image.



Figure 69 : Essais non-fonctionnelle avec le code du prototype 1 pour le changement de mesure

Dans ce test, bien qu'il semble que les cercles sont aux bonnes places, les dimensions obtenues (78 mm et 37 mm) ne concordent pas avec les valeurs réelles de 5 et 11mm. Ce test a été pour le prototype 2 de changement de mesure

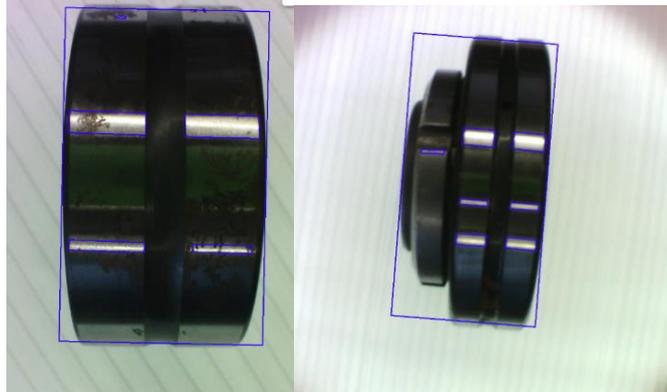


Figure 70 : Essais lié au code de mesure de largeur

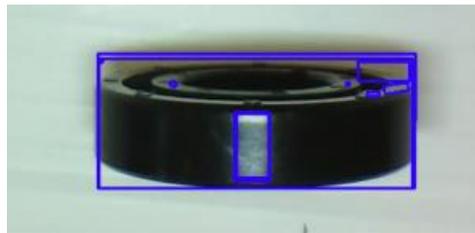


Figure 71 : Mauvaise prise de mesure pour la L

Le test constituait surtout à observer s'il prenait les mesures à l'endroit recherché plus que la valeur, car il fallait ajouter la deuxième partie de code pour changer les mesures pixels en mm. On observe que l'angle de la prise de vue est important comme le montre la figure 71.



Figure 72 : Essai concluant pour la mesure des diamètres et changement d'unités

Pour la figure 72, les valeurs réelles de ce roulement sont de 15.2 mm pour le DI et de 32 mm pour le DE. Avec des résultats de 16.0mm et de 32mm, on peut dire que l'on se rapproche de la vérité.

6.3.3 Test dur l'interface

Tableau 17 : Test lié à l'interface

Prototypes			Tests		
Type	Objectif	Fidélité	Objectif	Résultat	Durée
Ciblé Analytique	Performance de la pages WEB sans les fonctions compliqué selon les heuristiques d'usabilité de Jakob Nielson	Moyenne	Déterminer si l'aspect générale du site internet est confortable à utiliser et facile à comprendre pour de potentiel utilisateur. De potentiels utilisateurs font une évaluation générale et précises sur certains points sélectionnés des heuristiques qui concorde avec le projet.	Avec les résultats collectés, ce qui a été aimé ou non et les commentaires des utilisateurs potentiels. On va chercher à maximiser et améliorer le site internet obtenu. On remarque qu'il faut ajouter image de compréhension et page d'aide et qu'il faut retravailler un peu la mise en page pour la compréhension.	Données collectées du 7 au 10 novembre (prends 15-30 minutes par personne)

Dans le prochain tableau, on a recueilli l'évaluation des personnes :

Tableau 18 : Appréciation du visuelle et compréhension du site internet

UP*	Heuristique d'usabilité (/10)				Appréciation Générale (/10)	Commentaire
	Visibilité	Contrôle Liberté	Reconnaissance vs se souvenir	Cohérence (Esthétique)		
1	9	10	10	7	9	Possible une section d'à-propos pour dire à l'utilisateur son but; qui la construis etc. Meilleur alignement 😊 .
2	8	10	9	6	8	Rendre le site beaucoup plus beau. Si possible, combiner les deux options ensemble : l'entrée manuelle et l'entrée par photo.
3	7	10	9	5	7	Faire attention aux erreurs de grammaire dans la version anglaise; garder les boutons de navigation en haut; introduction expliquant le but du site web; les données de résultats (numéro de série) devraient être clairement séparés afin de clarifier qu'ils ne sont pas des boîtes d'entrées (différencier bouton, entrer manuelle, résultats...)

4 (client)	9	10	10	8	9	Ajouter un peu plus de contraste de couleur dans les sections d'insertion de photos.
5	10	8	7	10	9	Ajouter des petites photos descriptives et le plus simple possible et plusieurs résultats de numéro de série.
6	8	8	9	7	8	C'est simple, mais parfois mal placé. J'ai parfois de la difficulté à comprendre ou va quoi et qu'est-ce qui est où. Toutefois, globalement, cela semble un bon point de départ.
7	7	9	7	8	8	Même avec explication je risque d'oublier certains points, il faudrait plus de description et une section qui explique comment ça marche et les contraintes majeures directement sur le site (plus efficace qu'un manuel d'utilisateur comme il m'a été expliqué)
8	9	10	8	10	9	Est-ce qu'il y a moyen de combiner l'entrer à la main et les photos si l'on voit que les mesures qui sorte sont hors propos? Changer de page réinitialise tout!

6.3.4 Test sur le prototype finale

Tableau 19 : Test lié au prototype final

Prototypes			Tests	
Type	Objectif	Fidélité	Objectif	Résultat
Complet (physique et analytique)	Voir si l'ensemble des composantes fonctionne entre elle	Haute	Tester si l'ensemble de tout fonctionne en prenant des photos et en le soumettant au système.	Comme on a l'affichage des mesures et les numéros de série associé à partir d'image prise par l'entité physique. Il est possible de dire que le test est concluant, mais seulement après quelques modifications de variables dans le code Colab.

Pour les roulements de type Butées à rouleaux cylindriques ou Butées à aiguilles, sélectionne le bouton Spécial :

Spécial

Pour les roulements-inserts (roulement Y) :

Diamètre Interne (mm)

15.0

Diamètre Externe (mm)

20.0

Épaisseur (mm)

5.0



les mesures sont :

15.0

20.0

5.0

Matching Désignation:

W 61702

W 61702-2RS1

Figure 73 : Résultat du premier essai pour l'insertion mesure à la main

On ne peut pas montrer le résultat dans l'interface, car le lien de retour ne se faisait pas.

```

82
83     if not filtered_df.empty:
84         designations = filtered_df['Désignation'].tolist()
85         print("Matching Désignations:")
86         for designation in designations:
87             print(designation)
88     else:
89         print("No matching designation found for the entered values.")
90         Identification = 0
91         return Identification
92

```

Figure 74 : Code dans la partie séparée pour trouver le numéro de série

Ce code ne permettait pas l'impression des numéros de série dans l'interface Anvil, car le type de variable contenant les numéros de série ne permettait pas le transfert vers Anvil. Il faut donc penser à votre type de variable quand on écrit les fonctions du code pour s'assurer que tout est fiable entre elles.

```

219     if not filtered_df.empty:
220         tolerance = 3
221         df['DI'] = df['DI'].astype(float)
222         df['DE'] = df['DE'].astype(float)
223         df['L'] = df['L'].astype(float)
224         filtered_df = df[(abs(df['DI'] - d_value) < tolerance) &
225                          (abs(df['DE'] - D_value) < tolerance) &
226                          (abs(df['L'] - B_value) < tolerance)]
227
228         if not filtered_df.empty:
229             data_for_anvil = filtered_df[['Désignation', 'DI', 'DE', 'L']].to_dict('records')
230             return data_for_anvil
231     else:
232         print("No matching designation found for the entered values.")
233         return 0

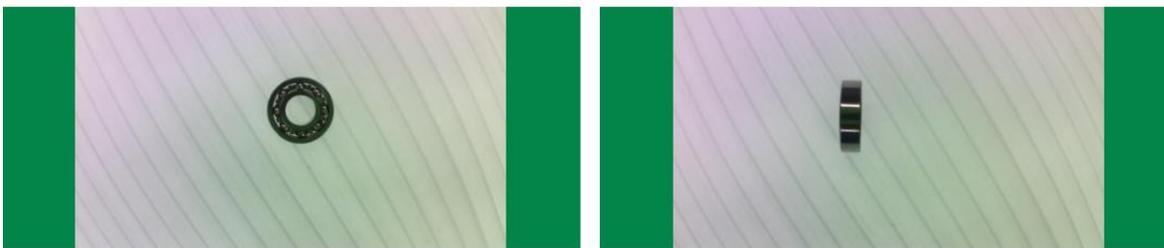
```

Figure 75 : Code fonctionnelle pour les numéros de série

Dans la figure 74, on voit un code qui sur Colab fonctionne, mais un code qui est à éviter si l'on veut pourvoir renvoyer les données à Anvil. Ceci est un test qui a permis de déterminer qu'il fallait faire attention aux types de variable que l'on utilise pour tout lier. La figure 75 offre une alternative qui fonctionne.



1 file selected



Exemple vue de dessus :

Exemple de vue de coté :

1 file selected



1 file selected



Analyse

Les dimensions des photos :

Diamètre Interne

15.1 mm

Diamètre Externe

31.2 mm

Épaisseur

10.0 mm

Numéro de Série	Diamètre Interne	Diamètre Externe	Largeur
D/W R8-2RS1	12.7	28.575	7.938
D/W R8-2Z	12.7	28.575	7.938
16002	15	32	8
16002-2Z	15	32	8
16002-Z	15	32	8

Figure 76 : Résultat de prise de photo insérer dans l'interface

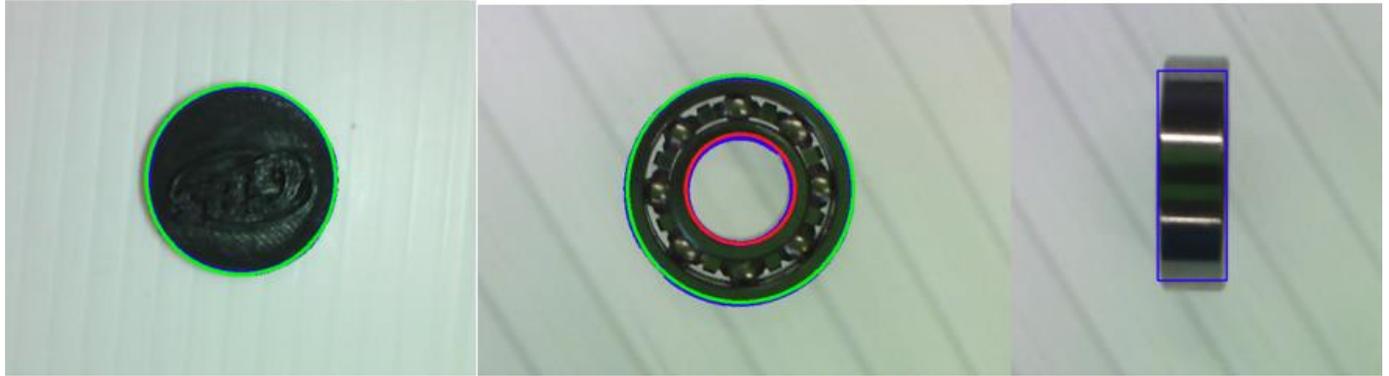


Figure 77 : Exemple de bonnes photos pour le traitement d'images

6.3.5 Problèmes et exigences spéciales

Pour ce produit, il faut s'assurer de différents points avant de commencer. Tout d'abord, pour l'entité physique, il faut s'assurer que le plastique corrugué blanc servant de fonds n'est pas taché. Aussi, il faut s'assurer de l'intégrité de la caméra (poussière, égratignures ou autre) pouvant affecter la qualité de l'image.

Du côté de la photo, il faut parfois recadrer la photo (ce qui n'influence pas la qualité) pour enlever les parties qui ne sont ni du roulement ni du fond blanc, cela rend la lecture des dimensions fautive. Aussi, il faut s'assurer que la lumière ne reflète pas trop sur le roulement, car cela affecte aussi les mesures de dimensions si une partie du roulement est trop claire.

Dans l'interface, il faut s'assurer de sélectionner un type d'élément roulant avant l'analyse, car cela émet une erreur dans le code et la liaison entre Anvil et Colab. Dans le même ordre d'idée, il faut s'assurer d'insérer les photos au bon endroit, car il y aura un problème avec la lecture et le traitement des images. Les fonctions du code n'analyseront pas les bonnes photos.

À long terme, il va falloir s'assurer que les tables Excel contenant les numéros de séries soient à jour et comprennent les bons éléments.

7 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS POUR LES TRAVAUX FUTURS

En résumé, ce projet n'a pas été facile, mais a été un bon apprentissage pour chaque membre de l'équipe et ce, à différents niveaux. En effet, la conception d'un produit nécessite beaucoup de temps et d'implication. Cette expérience nous a permis de le réaliser et d'en prendre en compte dans l'avenir. Il est important de bien planifier lors de la création d'un projet en génie de la conception et de ne pas remettre à demain si on a la possibilité de le faire aujourd'hui. De plus, bien que l'on n'ait que des connaissances de base encore dans le domaine de l'ingénierie, ce cours nous a permis d'apprendre certaines connaissances comme la coupe laser ou l'impression 3D. Il faut aussi faire attention aux normes de sécurité, en particulier quand on utilise une imprimante 3D ou la construction de tout autre matériel. En cas de défauts, on perd beaucoup de temps pour rien. De plus, ce projet nous a démontré l'importance d'aller chercher les ressources nécessaires qu'elles soient numériques (vidéos YouTube, forums et articles sur internet, etc.) ou humaine (assistants, étudiants de niveau supérieur, etc.) quand on n'a pas les connaissances dans un domaine (tirer des difficultés que l'on a eu avec la programmation du système).

De plus, en parlant de temps, il est encore possible d'optimiser le produit que nous avons conçu afin qu'il réponde mieux aux besoins en identifiant les roulements défectueux et brisés. En effet voici quelque exemple d'amélioration possible :

- On modifie le traitement d'image pour qu'au lieu de prendre toute la circonférence du roulement, il arrive à mesurer les diamètres avec un arc de cercles.
- L'interface permet l'affichage direct de la caméra ainsi que la prise de photo pour que ce soit plus rapide dans l'analyse.
- La caméra de l'entité physique est plus performante afin de prendre des photos de qualité.
- Faire en sorte que la conversion de mesure ne dépende plus d'un élément de référence
- Ajouter un pourcentage de fiabilité pour savoir lequel se rapproche le plus des données entrées.
- Travailler les messages de comportements ou d'erreur, car ils n'apparaissent pas toujours dans le code

En effet, sur l'avant dernier point, le code avait été écrit, mais on a été à court de temps pour l'ajouter au code final. Si nous avions juste un peu plus de temps, nous aurions travaillé davantage sur la fiabilité et la précision des résultats trouvés permettant l'utilisateur de s'orienter plus rapidement sur le numéro de série et de l'afficher dans l'interface.

De plus, l'objectif ultime est de pouvoir identifier des roulements brisés ou défectueux dans le but de les remplacer, il faudrait donc retravailler sur le code pour les mesures, le rendre moins sensible aux bris qui permettent d'avoir des données plus fiables, le code étant très sensible aux éléments manquants par exemple dans la circonférence.

8 RÉFÉRENCES

Anvil. (2023). *Tutorials*. Récupéré sur Anvil: <https://anvil.works/learn/tutorials>

DataScience. (2023-a, avril 20). *NumPy : la bibliothèque Python la plus utilisée en Data Science*. Récupéré sur DataScientest: <https://datascientest.com/numpy>

DataScience. (2023-b, janvier 10). *Pandas : la bibliothèque Python dédiée à la Data Science*. Récupéré sur DataScientest: <https://datascientest.com/pandas-python-data-science>

Motoshot. (2022, décembre 16). *Definition and Common Types of Camera Modules*. Récupéré sur Motoshot: https://www.camemake.com/blog_detail.php?id=23

PythonTech. (2023, juin 2023). *La bibliothèque openCV Python*. Récupéré sur TrèsFacile.net: <https://www.tresfacile.net/la-bibliotheque-opencv-python/>

Wikipédia. (2023-a, août 13). *Lux(unité)*. Récupéré sur Wikipédia: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Lux_\(unit%C3%A9\)#:~:text=Il%20caract%C3%A9rise%20l'intensit%C3%A9%20lumineuse,un%20lumen%20par%20m%C3%A8tre%20carr%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lux_(unit%C3%A9)#:~:text=Il%20caract%C3%A9rise%20l'intensit%C3%A9%20lumineuse,un%20lumen%20par%20m%C3%A8tre%20carr%C3%A9)

Wikipédia. (2023-b, novembre 23). *SKF*. Consulté le 2023, sur Wikipédia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/SKF>

Autres liens utilisés au cours de la conception pouvant être utiles

1. <https://makerepo.com/category/gng1103%2Fgng1503?page=1>
2. <https://www.geeksforgeeks.org/introduction-to-pandas-in-python/>
3. <https://fr.wikipedia.org/wiki/SKF>
4. https://www.camemake.com/blog_detail.php?id=23
5. <https://www.skf.com/fr/products/rolling-bearings/ball-bearings/insert-bearings/designation-system>
6. <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>
7. <https://cad.onshape.com/signin>

APPENDICE I: FICHIERS DE CONCEPTION

Ici présente la liste des documents créés au cours de la conception. Les livrables et les parties du produit qui sont numérique sont compris dans la liste de références.

Tableau 20 : Liste de référence des documents créer dans le cadre du projet

Nom du document	Emplacement du document et/ou URL	Date d'émission
Contrat d'équipe	Contrat d'équipe_GNG1503-FB31.docx	24 septembre
Livable B	Livable B- Énoncé des Besoins du client et Problématique-GNG1505-FB31.docx	1 octobre
Livable C	Livable C - Critère de conception et ettallonage- GNG 1505-FB31.docx	8 octobre
Livable D	Livable D - Conceptions Préliminaires-GNG1503-FB31.docx	15 octobre
Livable E	Livable E - calendrier et coût du projet - GNG 1503 - FB31.docx	28 octobre
Livable F	Livable F- Prototype 1 (physique) -GNG 1503-FB31.docx	5 novembre
Livable G	Livable G- Prototype 2 (logiciel) - GNG 1503 - FB31.docx	12 novembre
Livable H	Livable H- Prototype 3 (prototype final) - GNG 1503 - FB31.docx	26 novembre
Livable I -Journée de conception	Livable I- design day- GNG1503-FB31.docx	29 novembre
Livable J- PowerPoint de la présentation final	FB31.pptx	3 décembre
Plateforme Anvil	https://anvil.works/build#clone:OSMVDTS6CGH6JDKG=MZGH6ZK3LHJLCT27PJGZUTTE	1 décembre
Code Colab utilisé	https://colab.research.google.com/drive/1RKVoZ-VlcyGmhGhQK-TRnfy21vfjIWRH?usp=sharing	1 décembre
Code de référence pour le pourcentage de fiabilité	https://colab.research.google.com/drive/1UTO0HFqRnaabBQ4XCv3G09wY1FVc5vjA?usp=sharing	1 décembre

Lien sur MakerRepro : <https://makerepo.com/Nadia/1785.gng1503fb31lightbearing>
(Lié à la proposition de projet : Identification de roulements brisés)