

Comment limiter les chutes ?



Collège Jean Brunet, Avignon

Liste des élèves :

**Elisa MOREAU-DAUMANN
Daniel MEZUI
Jonas TROUVE**

Encadrant :

M. LE DORAN Guillaume

1-Le contexte :

D'après le site silvereco.fr :

« Les [chutes de personnes âgées](#), à domicile ou au sein d'[établissements spécialisés](#), sont fréquentes et ont malheureusement de nombreuses répercussions sur l'autonomie des aînés. 3ème cause d'admission en médecine aiguë et [première cause d'accidents mortels chez les seniors](#), la chute est un véritable fléau découlant de différents facteurs personnels, comportementaux ou environnementaux.

- Chaque année, 2 millions de personnes âgées chutent, parmi elle, [12 000 décèdent](#).
- 1 chute sur 2 a lieu à domicile lors d'activités quotidiennes.
- 40% des personnes hospitalisées après une chute ne peuvent plus retourner vivre chez elles.
- Le coût des chutes des personnes âgées est estimé à [2 milliards d'euros pour les collectivités](#). »

Les chutes peuvent avoir plusieurs origines :

-Les pathologies (les troubles de la vue et de l'audition, les troubles musculosquelettiques, la perte d'équilibre ...)

-L'aménagement du cadre de vie.

Comme nous ne pouvons pas intervenir sur les pathologies nous avons décidé d'aider les personnes âgées dans leur cadre de vie, d'où notre problématique : Comment limiter les chutes des personnes âgées à domicile ?

2-Notre idée

Dans l'idéal, afin de limiter les chutes, nous pensons créer une chaussure sur la même idée que les crocs qui permettrait :

-d'avertir les personnes d'un obstacle devant soi

-d'éclairer en cas de lumière insuffisante

-d'adhérer au sol

3-Recherche de solutions

3-A : Réalisation du système électronique

Une des contraintes majeures est l'encombrement des composants électroniques.

Pour le déterminer nous sommes partis du matériel que nous avons au collège afin de nous rendre compte de la taille.

Pour réaliser la détection d'objets, nous avons utilisé un capteur de distance, un vibreur et pour l'éclairage, un capteur de luminosité et une LED.

Tout cela étant piloté depuis une carte microbit et alimenté par une batterie.

Nous nous sommes rendu compte que cela était trop encombrant, qu'il fallait réduire la taille.

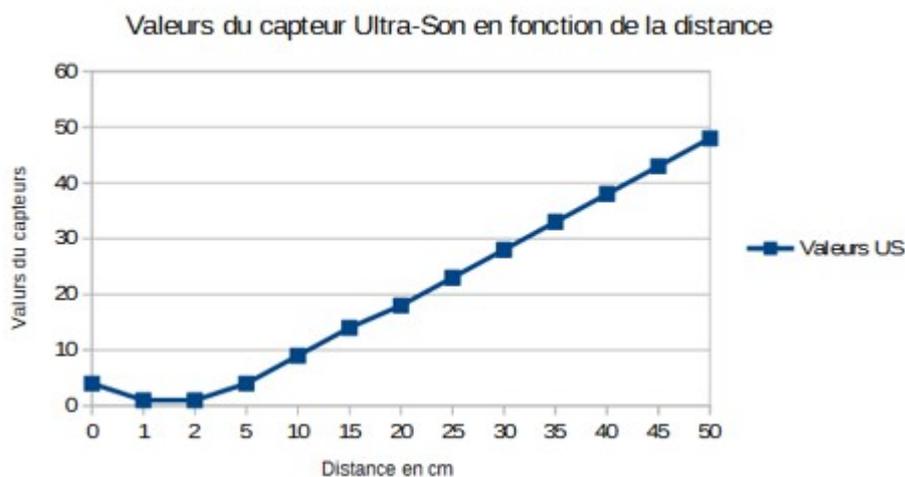
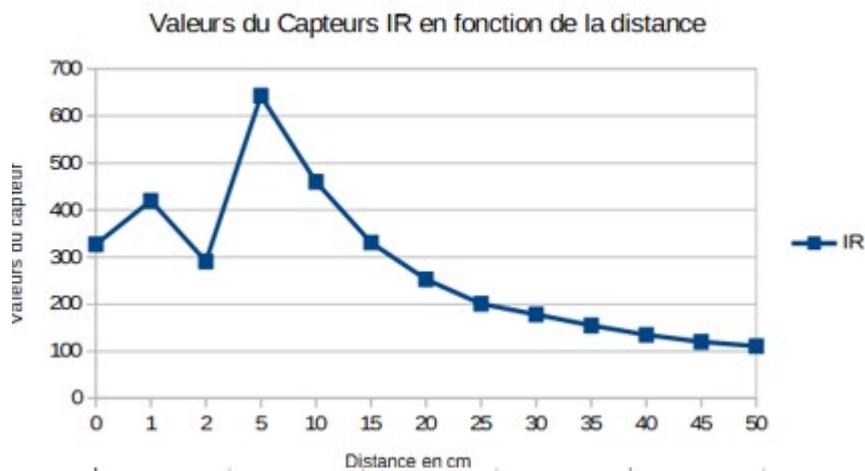
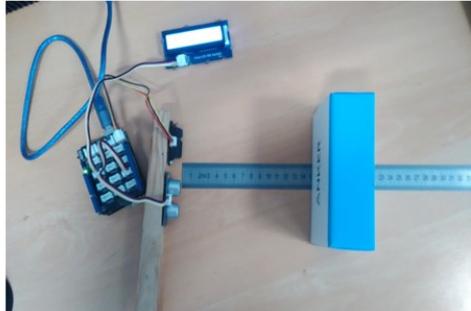
3-A-1 : Réduction de l'encombrement du capteur

Nous avons essayé dans un premier temps de voir si nous pouvions remplacer le capteur ultra-son par un capteur infra rouge qui est plus petit. Nous avons étudié son fonctionnement en déplaçant un obstacle au fur et à mesure (tous les 5 cm). Ainsi nous avons pu tracer l'évolution du capteur en fonction de la distance.

Infra-rouge



Ultra-son



Voici le résultat, contrairement au capteur ultra-son, le capteur infra-rouge a une courbe qui décroît en fonction de la distance, en dessous de 5 cm nous nous rendons compte qu'il n'est pas utilisable, cela nous permet de trouver la valeur de seuil que nous mettrons dans le programme pour déclencher le vibreur.

3-A-2 : Réduction de l'encombrement de la carte

Nous avons ensuite voulu voir s'il était possible de réduire la taille de la carte, et avec l'aide du professeur nous nous sommes tournés vers une carte Digispark, qui ne possède que 6 entrées/sorties ce qui est suffisant pour notre projet. Cette carte se programme avec Ardublock. Nous l'avons programmée et testée. Tout a fonctionné normalement



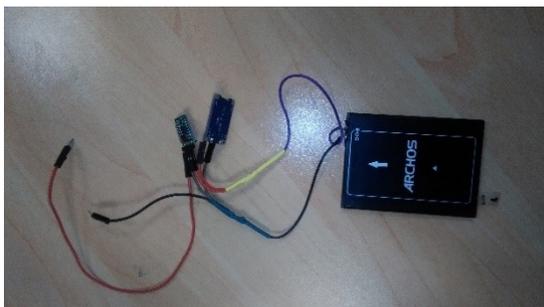
A gauche une carte Arduino uno, au centre une carte Microbit et à droite une carte Digispark

3-A-3 : Réduction de l'encombrement de la batterie

Nous voulions réduire la taille de la batterie. Nous avons démonté une batterie powerbank que l'on trouve dans le commerce pour comprendre son fonctionnement. Elle est composée d'une batterie lithium-ion de 1800mA fournissant 3,7V, d'un booster permettant de remonter la tension à 5V (tension nécessaire au fonctionnement de la carte) et d'un circuit de charge de la batterie.

Nous avons remplacé la batterie ronde par une batterie plate que nous avons récupérée sur de vieux smartphones.

Elle peut à présent s'insérer dans la chaussure.



3-A-4 : Bilan

Nous avons considérablement réduit la dimension des composants, nous pouvons à présent l'introduire dans une chaussure.

3-B : Réalisation du chausson

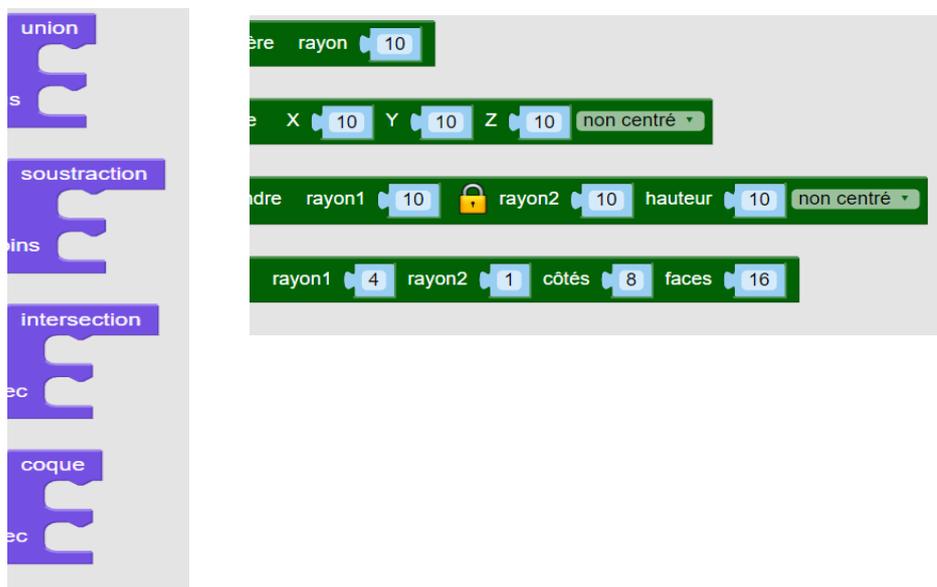
Nous nous sommes ensuite intéressés à la réalisation du chausson, nous aurions pu prendre des modèles sur internet, mais nous voulions être propriétaire du modèle afin d'éviter les problèmes de droits et d'utilisation.

3-B-1 : Modélisation du chausson

Nous avons essayé de modéliser des modèles sur différents logiciels utilisés au collège, (tinkercad et sketch'up), mais nous n'arrivions pas à représenter nos idées, nous sommes donc passé sur blockscad sur lequel nous modélisons en programmant.

3-B-1-1 : Principe de blockscad

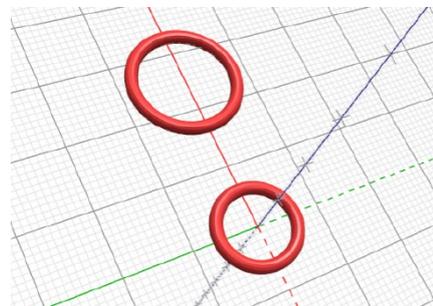
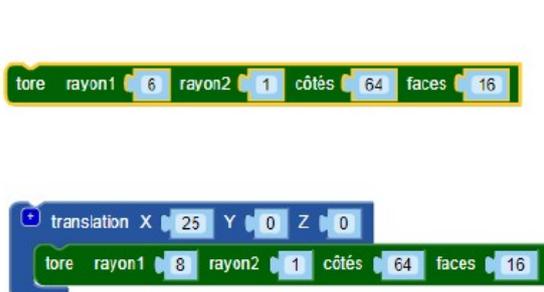
Voici le principe de fonctionnement, il faut associer différents volumes que vous pouvez soustraire, additionner... afin d'obtenir la forme voulue.



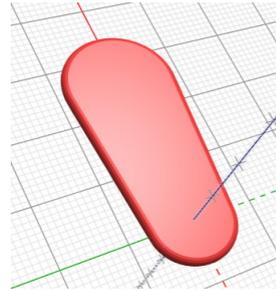
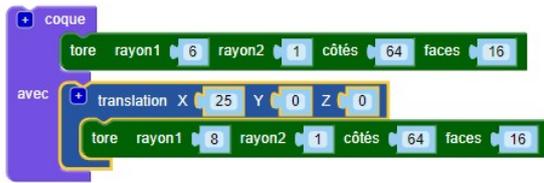
3-B-1-2 : Modélisation du chausson sous blockscad

Voici comment nous avons procédé pour réaliser le chausson.

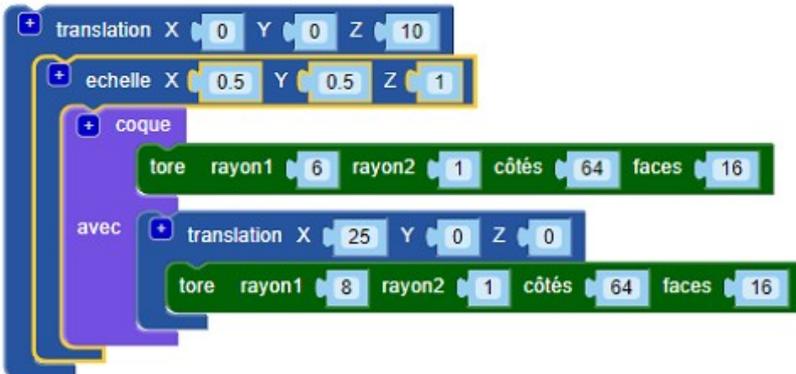
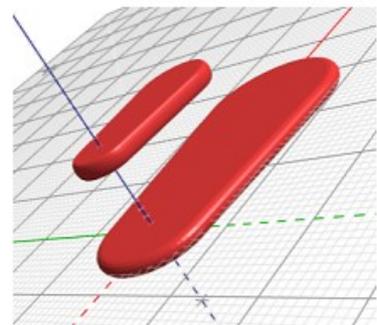
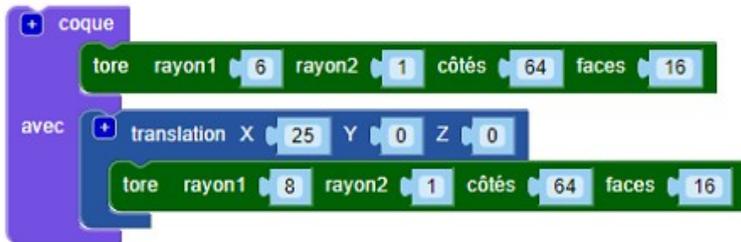
Etape 1 : nous avons pris un 1^{er} tore puis un 2^{ème} de plus grand diamètre que nous avons translaté sur l'axe des X.



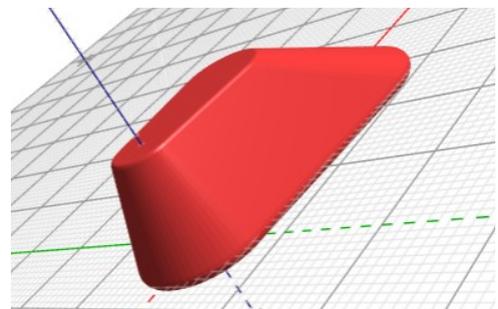
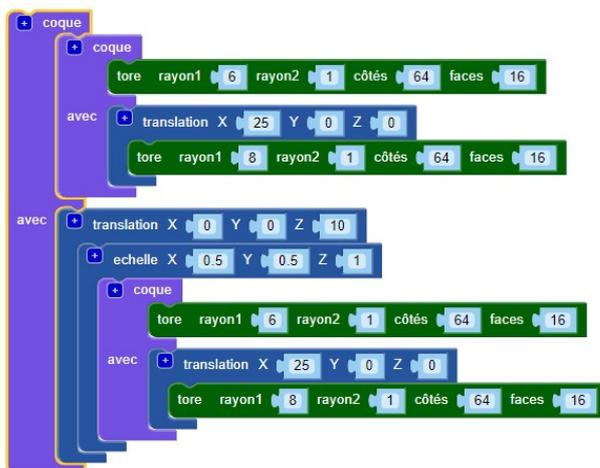
Etape 2 : Nous avons ensuite liés les 2 tores grâce à la fonction coque afin de réaliser la semelle



Etape 3 : Nous avons ensuite dupliqué la semelle que nous avons translattée sur l'axe de Z et réduit de 50% sur l'axe de X et Y.

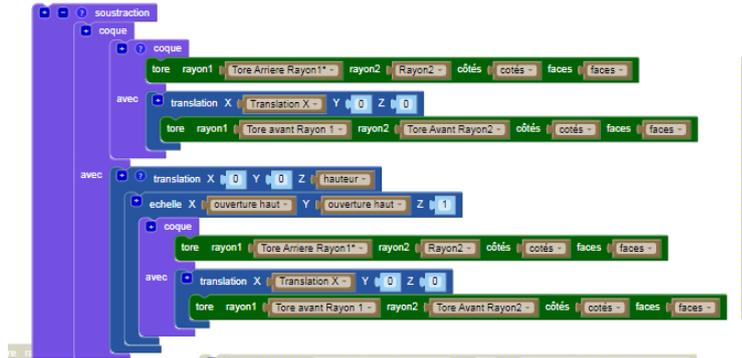
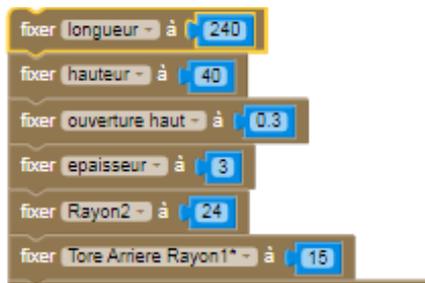


Etape 4 : nous avons lié les 2 grâce à la fonction coque.

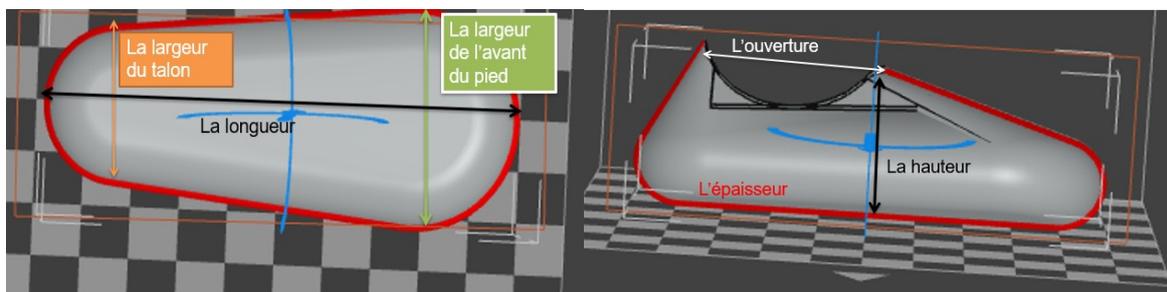


Le résultat ne nous plaisait pas trop, nous avons donc décidé de mettre des variables dans le programme afin de réaliser une chaussure paramétrable en fonction des dimensions du pied du patient.

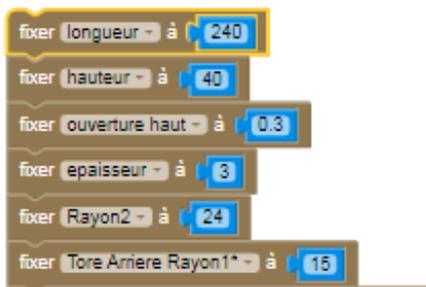
Variables paramétrables



Ainsi nous pouvons paramétrer la longueur du pied, la largeur du talon, la largeur de l'avant du pied, mais aussi l'épaisseur, la hauteur, ainsi que l'ouverture.



A la suite de tests successifs nous avons pu trouver une forme de chausson satisfaisante, que nous pouvons ensuite exporter en STL et utiliser sur d'autres sites.



Ensuite nous avons décliné le modèle précédent entre d'autres modèles plus design sur Tinkercad. Par exemple sur le 1^{er} modèle nous avons soustrait au modèle initial plusieurs cylindres et un cube que nous avons incliné.



3-B-1-3 : Rencontre avec Mme Vieitot-Ribas

Nous avons demandé l'avis de Mme Vieitot-Ribas qui est aujourd'hui AESH dans notre collège, auparavant elle était animatrice dans un centre pour personnes âgées et elle connaît bien leurs problèmes.

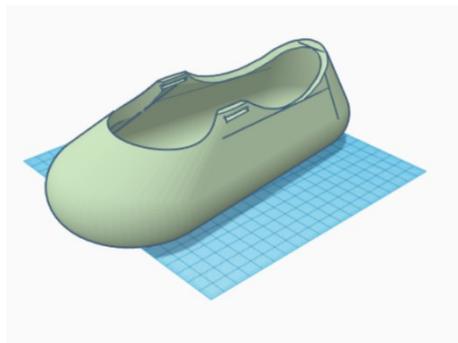
Elle nous a conseillé :

- d'enlever la fonction éclairage car cela pouvait déséquilibrer les personnes âgées qui ont souvent des problèmes de stabilité.

-d'ouvrir la chaussure sur le dessus car les personnes âgées avaient souvent les pieds enflés.

-d'utiliser un scratch pour tenir la chaussure car cela elle plus pratique pour des personnes âgées

Voici le modèle que nous avons redessiné et qui a été validé par Mme Vieitot-Ribas.



3-B-2 Impression du chausson

Pour la réalisation du prototype nous avons décidé d'utiliser une imprimante 3D, mais avec un matériau souple. Nous nous sommes tournés vers le TPU, car c'est matériau souple imprimable par notre imprimante et avec une grande résistance.

N'ayant jamais imprimé en TPU, nous avons imprimé 2 petits modèles de claquettes que nous avons dessinés sous blockscad, 1 en TPU et 1 autre en PLA pour observer la différence entre les 2 matériaux.



PLA

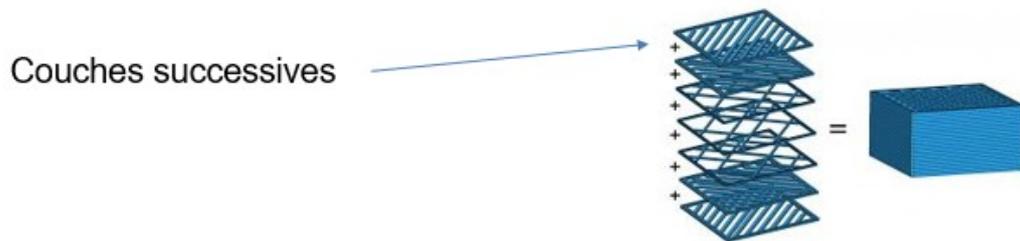
TPU

La qualité d'impression pour le TPU est moins bonne qu'en PLA et les supports sont difficiles à enlever. Cependant le TPU est plus souple et adhère mieux que le PLA. Nous avons ensuite voulu imprimer d'autres modèles mais au fur et à mesure la qualité de l'impression s'est dégradée. Nous avons donc commandé une tête d'impression spéciale TPU.

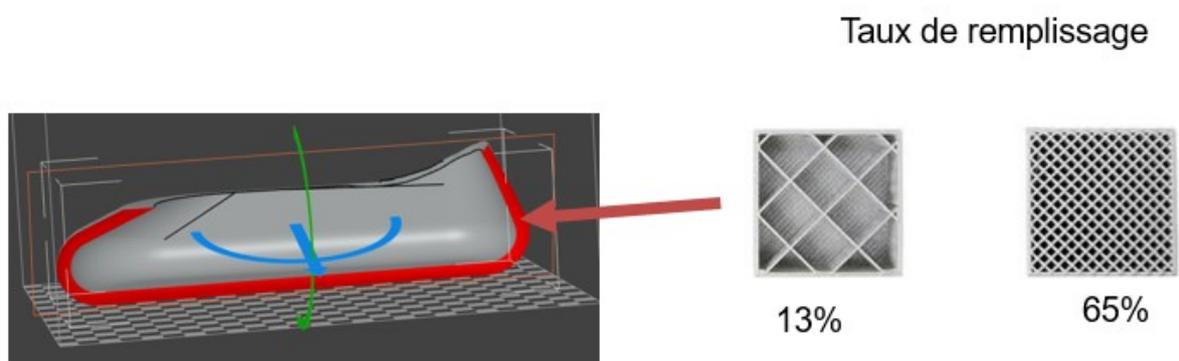
3-B-2-1 présentation des réglages de l'imprimante

N'ayant pas reçu la tête d'impression permettant l'impression de TPU, nous avons décidé d'imprimer en PLA afin de valider la forme.

Pour réaliser la pièce, l'imprimante va successivement déposer des couches d'une hauteur très fine (de 0,1 à 0,35 mm) appelée hauteur de PASS.



Ces couches ne sont pas forcément pleines et peuvent avoir un remplissage différent.



Nous avons d'abord simulé sur le logiciel d'impression 3D différents paramètres comme le taux de remplissage (dans la partie rouge) et la hauteur de PASS afin d'anticiper la durée réalisation et de trouver un compromis entre la qualité et le temps d'impression.

3-B-2-2 Simulation de l'impression

Nous avons testé 3 hauteurs différentes : 0,2 mm, 0,25mm et 0,3mm

2 Taux différents : 13% et 65%.

Voici les résultats

remplissage	Hauteur de pass	durée	quantité
13 %	0,25 mm	7h	253 g
65 %	0,25 mm	8,5h	313 g
13 %	0,2 mm	11h	250 g
65 %	0,2 mm	13,4h	311 g
13 %	0,3 mm	6,1h	269 g
65 %	0,3 mm	7h	325 g

Nous avons remarqué que le temps de fabrication et la quantité de matière sont importants.

Par exemple si on choisit une hauteur de pass de 0,2mm avec un remplissage à 65%, il nous faudrait plus de 13h pour imprimer une chaussure, ce qui est très long.

Nous pensons que nous avons réalisé un chausson trop épais.

Nous décidons alors de générer un nouveau modèle sur blockscad en diminuant l'épaisseur à 3 mm (au lieu de 6mm, initialement) et de simuler à nouveau les résultats sur le logiciel d'impression 3D.

Voici les résultats de la simulation comparant les 2 épaisseurs :

remplissage	Hauteur de pass	Durée		Quantité	
		3mm	6mm	3mm	6mm
13 %	0,25 mm	4,8 h	7h	151 g	253 g
65 %	0,25 mm	4,8 h	8,5h	151 g	313 g
13 %	0,2 mm	7,3 h	11h	153 g	250 g
65 %	0,2 mm	7,3 h	13,4h	153 g	311 g
13 %	0,3 mm	4,1 h	6,1h	153 g	269 g
65 %	0,3 mm	4,1 h	7h	153 g	325 g
No <u>Infill</u>	0,25 mm	4,5 h		157 g	

Nous remarquons que pour 3mm d'épaisseur, le taux de remplissage n'a plus d'influence sur le temps d'impression.

Nous gagnons aussi énormément de temps, quasiment 6h pour une hauteur de pass de 0,2mm et un remplissage à 65%, tout en sachant que cela fragilise l'objet.

Nous décidons de lancer une impression sans remplissage (no infill) afin d'essayer de valider la forme du chausson avec une hauteur de PASS de 0,25mm.



Nous avons testé le chausson, le pied remplit parfaitement le chausson.

2 problèmes se présentent alors :

1er au niveau du talon, 2eme le pied rempli entièrement la chaussure et ne permet pas l'insertion d'une semelle dans laquelle nous insérons l'électronique.

Ce sont 2 problèmes que nous avons corrigés ensuite en rentrant de nouveau paramètre dans le logiciel.

3-B-2-3- Impression en TPU :

Nous avons simulé les temps d'impression 3D entre le TPU et le PLA afin de les comparer. Nous observons de grosses différences de durée, il faut compter quasiment le double de temps pour une impression en TPU.

remplissage	Hauteur de pass	Durée		Quantité	
		TPU	PLA	TPU	PLA
13 %	0,25 mm	9 h	4,8 h	234 g	151 g
65 %	0,25 mm	9,7 h	4,8 h	250 g	151 g
No Infill	0,25 mm	8 h	4,5 h	224 g	157 g
13 %	0,2 mm	14,6 h	7,3 h	236 g	153 g
65 %	0,2 mm	15 h	7,3 h	250 g	153 g
13 %	0,3 mm	7,8 h	4,1h	241 g	153 g
65 %	0,3 mm	8,2 h	4,1 h	255 g	153 g

Après plusieurs tests nous avons décidé d'imprimer avec un remplissage de 65% et une hauteur de pass de 0.3mm soit 8h pour une chaussure.



4-Perspectives :

Il nous reste à présent à tester le prototype et à essayer de trouver des partenaires (entreprises, orthopédiste, maison de retraite) afin d'améliorer notre prototype.