



GNG 1503 - Rapport Final du Projet de Conception

Rapport de conception final : Simulateur de pompe artérielle

[Fantastic Four. FC2, ÉQUIPE 2]

Calib Azfar Wong - 300062981

Gaël Dupuy - 300063750

Ian Ouedraogo - 300088895

Aleksander Gaiarsa - 300063065

15 avril 2019
Université d'Ottawa

Résumé

En somme, nous avons rencontré notre client. Celui-ci voulait une pompe artérielle pour simuler l'effet de coupures et les jets de sangs issuent de celles-ci. Nous avons suivi un processus de pensée conceptuelle afin de mieux servir notre client. On a emphatiser avec celui-ci, définis un problème claire avec des outils tel que l'étalonnage. Nous avons ensuite conçu plusieurs prototypes. Le premier était un prototype de type très basique. Il n'était fait que de matériel qu'on pouvait trouver à la maison. Celui-ci avait pour objectif de simplement tester les concepts pour les composants hydrauliques. Le prototypes suivant était beaucoup plus complexe. C'était une pyramide à face triangulaire faite en carton avec 3 étages pour respectivement les composants électriques, la batterie et les composants hydrauliques. Ce modèle était beaucoup plus réaliste et on avait ici les différents système de notre produit. Finalement, le troisième prototype était une amélioration du deuxième essentiellement. Nous avons fabriqué une pyramide à face triangulaire en bois et acrylique (grâce au découpage laser). Celui-ci n'avait qu'un seul étage où tout nos éléments étaient présent. Ce modèle avait quelques différences au modèle précédent mais essentiellement est une amélioration de celui-ci et est de plus fonctionnelle, capable de projeter de l'eau à plusieurs mètres.

Table de Matière

Introduction	4
Développement	4
Identification des besoin	4
Processus de spécification du produit	6
Énoncé du problème	6
Critères de conception	6
Étalonnage	8
Conception préliminaires	9
Élaboration des trois idées pour chaque sous-systèmes	10
Élaboration de modèle compréhensive	14
Analyse et résultats des prototypes	15
Rétroaction de la conception préliminaire	15
Prototype I	16
Rétroaction du Prototype I	17
Prototype II	18
Rétroaction du Prototype II	20
Prototype III	21
Solution Finale	22
Conclusion et Recommandation	23
Manuel de l'utilisateur	23
Fonctionnement	23
Entretien	24
Précaution à prendre	24
Instructions Technique	24
Conclusion et Recommendations	25
Annexes	25
Annexe 1: Code Finale	25
Annexe 2: Nomenclature des matériaux	29

Liste des Tableaux

TABLEAU 1: ORGANISATION ET PRIORISATION DES BESOINS.....	4
TABLEAU 2: CONVERSION DES BESOINS EN CRITÈRES DE CONCEPTION.....	5
TABLEAU 3 : SPÉCIFICATIONS DE CONCEPTION TECHNIQUE (SCT)	7
TABLEAU 4 : ÉTALONNAGE ENTRE TROIS POMPES.....	8

Liste des Figures

Figure 1: Division des sous-système	10
Figure 2: Assemblage de la pompe 1, Forme Rectangulaire.....	11
Figure 3: Assemblage de la pompe 2, Forme Trapézoïdale	11
Figure 4: Assemblage de la pompe 3, Forme Triangulaire	12
Figure 5: Système Électronique 1, Circuits	12
Figure 6: Système Électronique 2, Forme Rectangulaire	13
Figure 7: Système Électronique 3, Forme Triangulaire	13
Figure 8: Système Hydraulique 1	14
Figure 9: Système Hydraulique 2	14
Figure 10: Système Hydraulique 3	15
Figure 11: Système Campbell	16
Figure 12: Matériaux représentant le système hydraulique	17
Figure 13: Projection de l'axe avec un seringue	17
Figure 14: Exemple de distance de la projection de l'axe	18
Figure 15: Circuit des connexions entre l'écrou, l'andolan et le chariot	19
Figure 16: Essai de faisabilité du sous-système de l'entraînement et le placement des autres sous système dans la boîte	20
Figure 17: Essai de l'ouverture et fermeture des portes sur la boîte	20
Figure 18: Essai de la stabilité d'un moule sur la boîte	21
Figure 19: Boîtier physique final	22
Figure 20: Boîtier physique final	22
Figure 21: Boîtier physique final	22
Figure 22: Interactions utilisateur 1	22
Figure 23: Interactions utilisateur 2	22
Figure 24: Version finale de la pompe 1	23

Introduction

Dans le cadre de la classe du génie de la conception 2019 nous avons fabriqué un prototype pour un client. Celui-ci avait pour objectif de permettre à celui-ci de répliquer les jets de sangs de coupures artérielles. Ce rapport couvre notre cheminement dans la réalisation de ceci. On peut observer la pensée conceptuelle. Ce rapport va de l'identification des besoins du client, à l'étalonnage, jusqu'au prototype 1, 2 et le prototype final qui est un modèle complètement fonctionnel.

Développement

Identification des besoin

Lorsque nous avons rencontré Sgt. Garneau, le 21 janvier 2019, les besoins de la pompe ont été établies à partir des énoncés du client. Nous avons aussi posé des questions et interagit avec lui afin de bien comprendre ce qu'il voulait et d'empathie avec lui.

Pour l'utilisation quotidienne du pompe le client a mentionné que:

- Il souhaite que la pompe artérielle est capable de projeter du sang entre 3 et 4 mètre. Alors, la pompe qui sera utilisé, aura besoin d'une assez grande puissance, puisque les conceptions des dernières années n'avait pas la pompe idéale pour projeter le sang sur une telle distance. Donc, ceci est une grande priorité.
- La pompe sera utiliser pour enseigner d'autres analystes, cependant la plupart de ces jeunes ne manipulent généralement pas les pompes avec soin. Ainsi, il souhaite que la pompe soit durable et facile à manipuler

Le client aimerait aussi:

- La pression et le rythme cardiaque dans la pompe soit ajustable en utilisant un clavier ou un cadran, puisqu'il veut pouvoir tester différents scénarios. Par exemple, un victime qui a essayé de fuir leur agresseur aura un rythme cardiaque qui diffère d'un victime qui aurait été au repos.
- Une collection de tubes variés. Idéalement, les tubes seraient interchangeables. Ceci permettrait de simuler différentes tailles d'artères. C'est un détail que le client apprécie beaucoup néanmoins ce besoin passe après celui lié à la fonctionnalité de la pompe car la priorité est que la machine marche bien.

Pour améliorer le produit le client a suggéré:

- Un circuit sanguine qui est fermé. Le trajet du sang dans la pompe serait alors similaire au circuit sanguin fermé du coeur.
- La manière dont le système est alimenté n'a pas une grande importance, mais il sera préférable d'avoir une batterie pour augmenter la portabilité.
- Une pompe portable. Le client n'a pas donné d'information par rapport à la taille ni sur le poids optimal de l'objet. Toutefois il a émis le souhait d'avoir un produit portable. On peut donc en déduire que la pompe à un volume minimal car un grand volume rend la portabilité difficile.
- Un réservoir de 250 ml. Le client a spécifié que la taille idéale pour le réservoir est 250mL, car s'il était plus gros, il y a possibilité qu'il y ait dégât et également une perte de sang car il n'a pas besoin d'une aussi grande quantité de sang. Également si le réservoir était plus petit, il n'y aura pas assez de sang pour former un système complètement fermée et créer des projections de sang réelles.

TABLEAU 1: ORGANISATION ET PRIORISATION DES BESOINS

Besoin interprété	Importance
La pompe peut projeter du sang entre 3 et 4 mètre	5
La pompe a une grande durabilité	5
La pompe à des tubes interchangeable (de diamètre et coupures différentes)	4
La pompe peut recueillir la pression comme donnée de l'utilisateur	4
La pompe peut recueillir le rythme cardiaque comme donnée de l'utilisateur	4
La pompe a un réservoir de 250 ml	3
La pompe possède une batterie	3
La pompe est portable (ceci infère un produit léger et un volume minimal)	3
La pompe à une petite taille	3
La pompe est semblable au circuit sanguin fermé du coeur	2

Processus de spécification du produit

Énoncé du problème

Le problème qui nous a été confié par un Agent d'Identification Médico-Légal, est de concevoir un système de pompe artérielle capable de simuler les pertes de sang des artères coupées en choisissant la pression artérielle, le rythme cardiaque, le diamètre de l'artère et le type des coupures.

Critères de conception

Pour chacun des besoins, nous avons évalué quels critères de conception y correspondait:

TABLEAU 2: CONVERSION DES BESOINS EN CRITÈRES DE CONCEPTION

Besoin	Critère de Conception
La pompe peut projeter du sang entre 3 et 4 mètre	La pression de la pompe est élevé
La pompe à des tubes interchangeable (de diamètre et coupures différentes)	Changement de tubes ou de sortie de la pompe Longueur et diamètre des tubes (cm) Étanchéité de la pompe
La pompe à un réservoir de 250 mL	Volume du réservoir (250mL)
La pompe peut recueillir la pression comme donnée de l'utilisateur	Microprocesseur programmé pour recueillir la pression de l'utilisateur.
La pompe peut recueillir le rythme cardiaque comme donnée de l'utilisateur	Microprocesseur programmé pour recueillir le rythme cardiaque de l'utilisateur
La pompe possède une batterie capable de faire marcher une pompe ainsi qu'un arduino	Batterie assez puissante (volt) et (ampérage)
La pompe est portable (ceci infère un produit léger et un volume minimal)	Volume totale (po ³) Poids (lb)
La pompe à une petite taille	Volume totale (po ³)
La pompe est semblable au circuit sanguin fermé du coeur	Flux entrant et sortant de la pompe sans cesse

Ainsi, voici la liste des critères et des contraintes pour notre projet:

Exigences fonctionnelles:

- Étanchéité de la pompe
- Puissance de la pompe
- Simulé plusieurs sortent de coupures
- La pompe peut être déplacé
- Dimension du produit fini
- Poids du produit fini
- Le volume du réservoir

Contraintes:

- Poids (lb)
- Coût (\$)
- Temps de conception

Exigences non fonctionnelles:

- Durée de vie de la batterie
- Esthétique
- Fiabilité
- Résistance aux dégâts des eaux

Étalonnage

TABLEAU 3: SPÉCIFICATIONS DE CONCEPTION TECHNIQUE (SCT)

N°	Critères de conception	Relation (=, < ou >)	Valeur	Unités	Méthode de vérification
Exigences fonctionnelles					
1	Étanchéité de la pompe	=	Oui	s.o	Essai
2	Puissance de la pompe	=	130	psi	Achat
3	Simulé plusieurs sortent de coupures	=	Oui	s.o	Essai
4	La pompe peut être déplacé	=	Oui	s.o	Essai
5	Dimension du produit fini	=	40-90	cm	Analyse
6	Poids du produit fini	<	30	lb	Essai
7	Le volume du réservoir	=	250	mL	Achat
Exigences non fonctionnelles					
1	Durée de vie de la batterie	>	1	mois	Essai
2	Esthétique	=	oui	s.o	Essai
3	Fiabilité	=	oui	s.o	Essai
4	Résistance aux dégâts d'eau	=	oui	s.o	Essai
Contraintes					
1	Poids (lb)	<	30	lbs	Analyse
2	Coût (\$)	<	100	\$	Estimation, vérification finale
3	Temps de conception	<	4	semaines	Estimation

**Durée de vie de la batterie: Prend en compte que le système sera allumé seulement pour quelques secondes. Ceci veut dire qu'il n'est pas important que la batterie ait une longue durée de vie.*

TABLEAU 4 : ÉTALONNAGE ENTRE TROIS POMPE

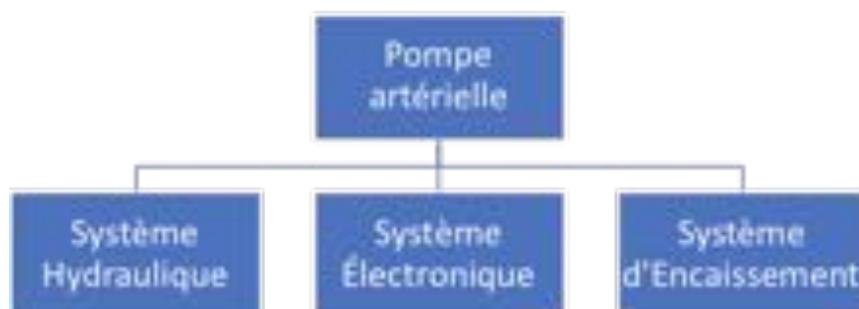
Il faut une pompe de pression élevé (pour que le sang soit projeté loin)

Spécifications	Importance	High Pressure Diaphragm Self Pump	Pompe centrifuge	Emerson Jet Bath Ultra Tub Motor
Prix	4	27\$	15\$	60\$
Taille	5	(16,5 x 9,6 x 6,0) cm	(16,5 x 9,6 x 6,0) cm	Large
Pression	4	130 psi	Inconnue	0.75 hp
Distance de la trajectoire	3	9m	3m	+10m
Construction	3	Produit d'usine	Doit être fait par nous	Produit d'usine
Totale		45	32	39

Afin de faire des comparaisons entre plusieurs produits et leurs spécifications en utilisant la méthode d'étalonnage, nous avons venu à une conclusion qui garantit la meilleure solution possible. En analysant des spécifications comme le prix, la taille, et l'efficacité (tout en gardant en tête les besoins du client, Sgt. Garneau) nous avons déterminé que les meilleures options de pour notre produits

Conception préliminaires

Figure 1: Division des sous-système

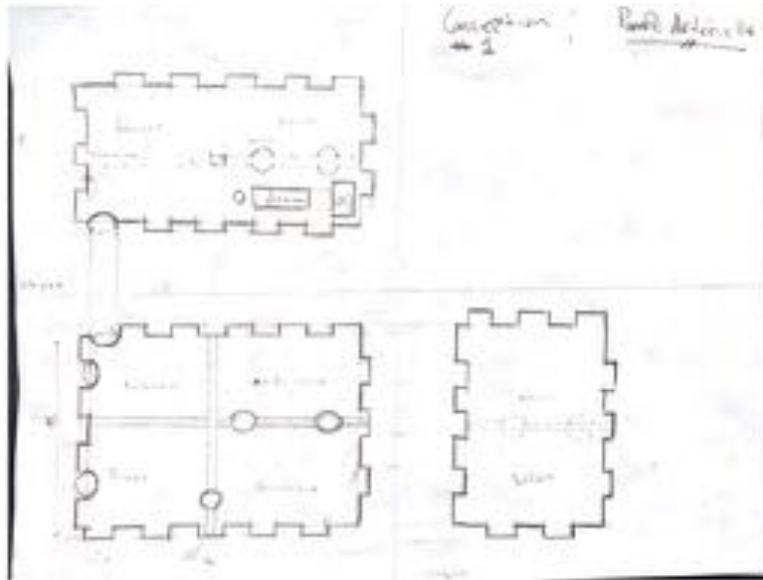


En tant qu'individus nous avons créés des ensembles de concepts préliminaires des sous-système basé sur l'étalonnage et notre liste de critères de conception. Nous avons choisi de séparer le système entier en trois sous-systèmes: le système d'encaissement (la boîte qui contient les autres sous-systèmes), le système de la pompe et le système d'arduino. Par la suite, nous

avons analysé et évalué ces concepts pour choisir les concepts que nous allons continuer à développer.

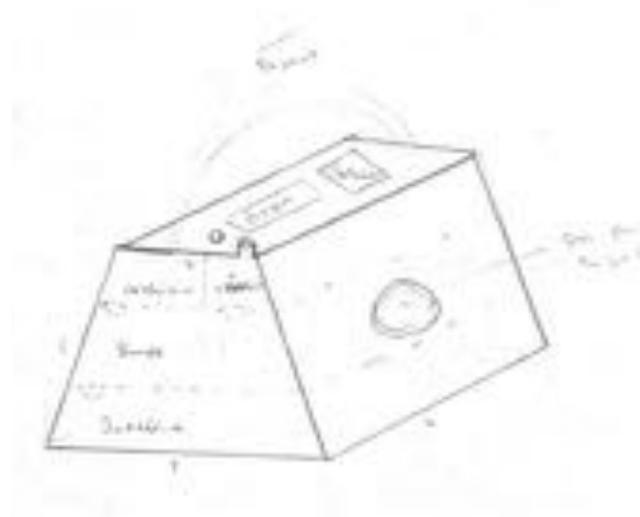
Élaboration des trois idées pour chaque sous-système

Figure 2: Assemblage de la pompe 1, Forme Rectangulaire



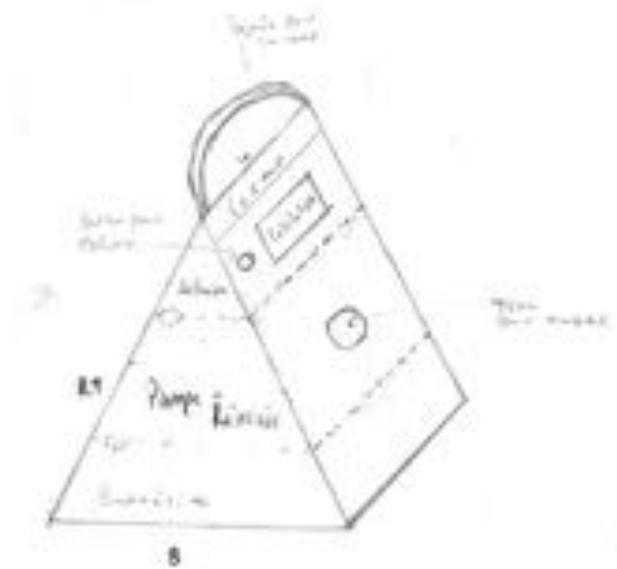
Fait par Calib Wong

Figure 3: Assemblage de la pompe 2, Forme Trapézoïdale



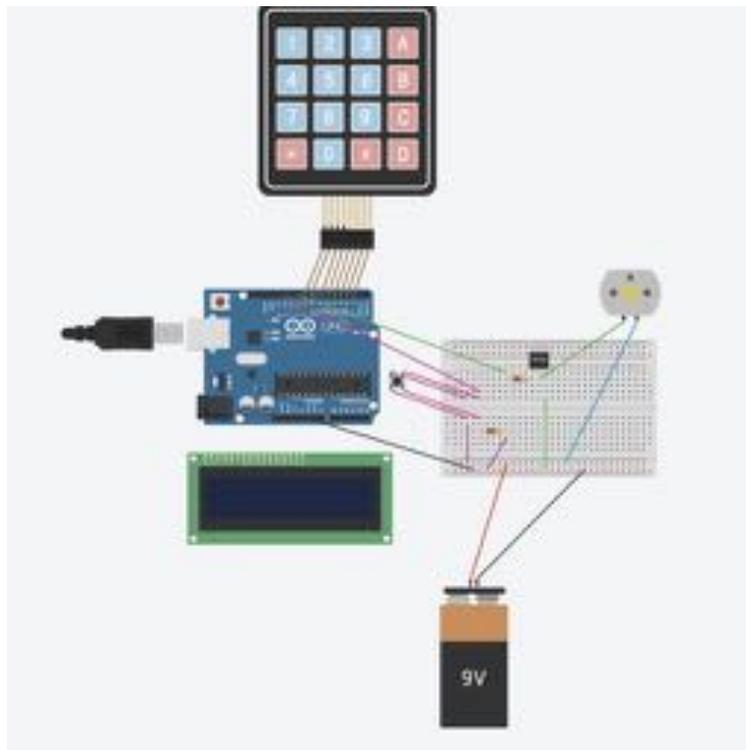
Fait par Calib Wong

Figure 4: Assemblage de la pompe 3, Forme Triangulaire



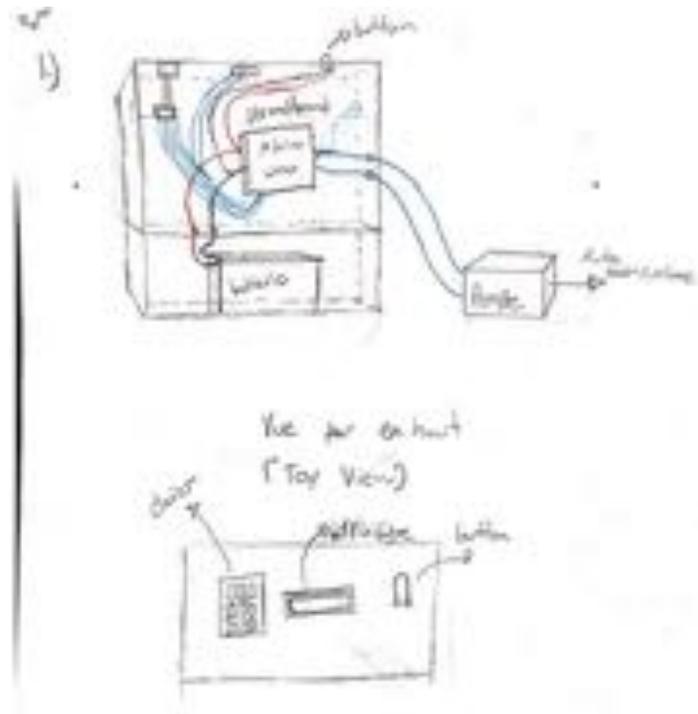
Fait par Calib Wong

Figure 5: Système Électronique 1, Circuits



Fait par Aleksander Gaiarsa

Figure 6: Système Électronique 2, Forme Rectangulaire



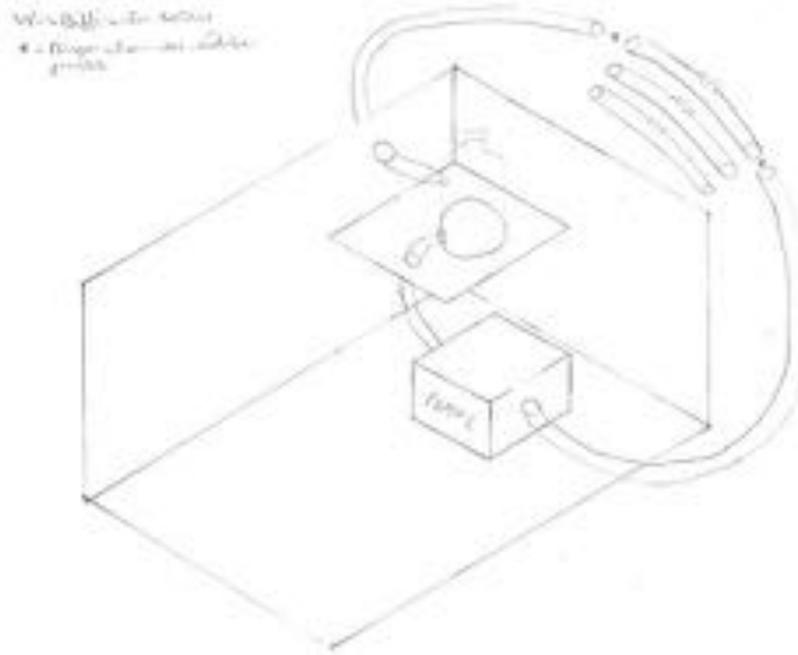
Fait par Aleksander Gaiarsa

Figure 7: Système Électronique 3, Forme Triangulaire



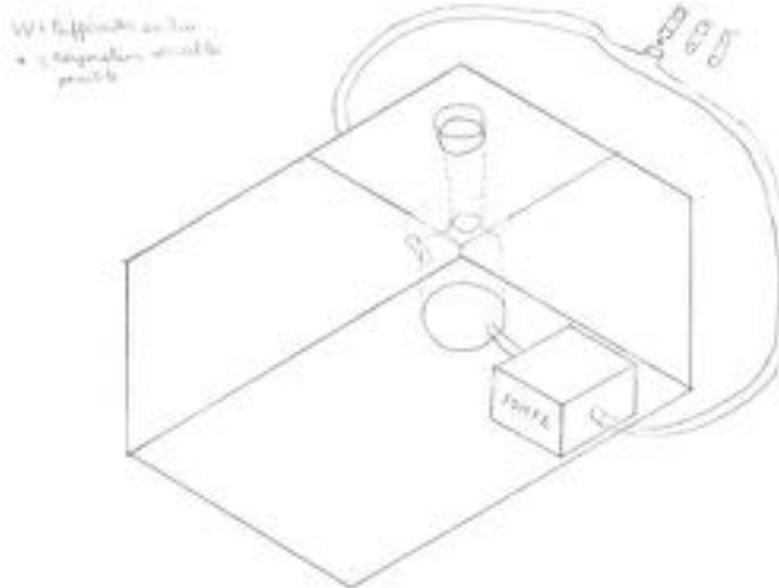
Fait par Aleksander Gaiarsa

Figure 8: Système Hydraulique 1



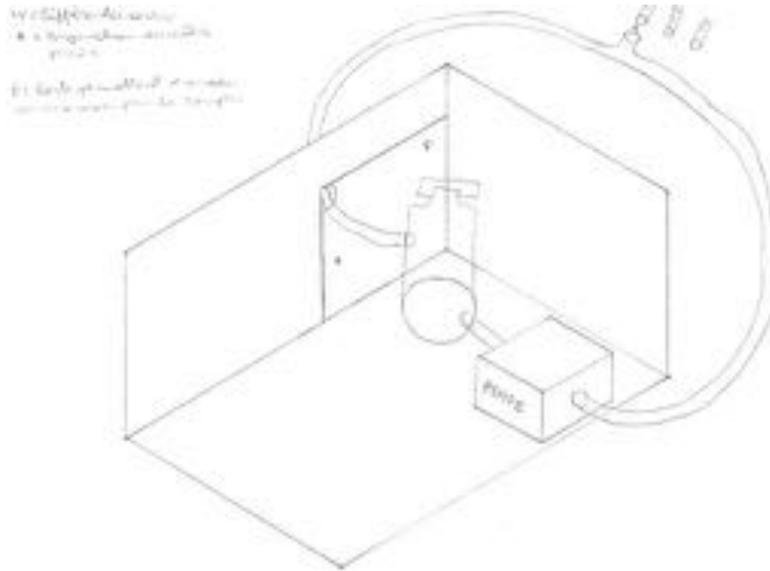
Fait par Ian Ouédraogo

Figure 9: Système Hydraulique 2



Fait par Ian Ouédraogo

Figure 10: Système Hydraulique 3



Fait par Ian Ouédraogo

Élaboration de modèle compréhensive

Après avoir regardé les concepts précédents nous avons choisis les concepts qui vont être développés. Premièrement, pour le système d'encaissement, nous avons choisis le deuxième modèle. Ce choix a été fait car ce modèle permet une bonne séparation des différents composants de la pompe. Ceci est important dans ce cas-ci car il y a de l'eau qui passe à travers de ce système. Il est donc une priorité de séparer les composants électroniques de l'eau, particulièrement l'arduino qui est très sensible. Nous allons faire un changement. À la place d'avoir la batterie tout en bas nous allons l'avoir au deuxième étage et mettre tout en bas les composants hydrauliques (pompe, tuyaux et réservoirs). Avoir les composants hydraulique à l'étage le plus bas empêche de mettre de l'eau sur les composants électronique car il est impossible que de l'eau monte contre la gravité. Le modèle précédent avait la batterie à l'étage inférieur aux composants hydraulique et il était donc possible qu'il y ait des fuites et que l'eau endommage l'arduino ou la batterie.

D'autre part, pour le système de la pompe, nous avons choisis le deuxième modèle. Nous avons fait ce choix car la modification des différentes sorties de la pompe (changements de tubes de différents diamètres et coupures) est plus facile puisque cela nécessitera un seul point de disjonction/jonction à la place de deux. Le remplissage du réservoir sera également plus facile à réaliser car le réservoir sera directement relié à la surface du dispositif via un tube étanche.

Finalement, pour le modèle de l'arduino nous avons choisis le deuxième dessin. Nous avons préféré le modèle 2, car celui-ci est fait pour un modèle pyramidale et nous avons choisis

un modèle pyramidale. Celui-ci a donc plus de compatibilité. D'autre part, ceci est un système arduino relativement simple donc il n'y a pas beaucoup de manières différentes d'organiser les câbles.

Figure 11: Système Compréhensif



Fait par Calib Wong

Analyse et résultats des prototypes

Rétroaction de la conception préliminaire

Lorsque nous avons présenté le modèle que nous avons choisi lors de la conception préliminaire au client, Ugo nous a dit que ce n'est pas nécessaire d'avoir un système fermé alors les tubes ne doivent pas retourner au réservoir mais, il a aussi mentionné que ce n'était pas nécessaire qu'il contienne autant de sang si nous reproduisons un circuit fermé.

De plus, le client nous a mentionné qu'il préfère de ne pas avoir de longs tubes car cela deviendra difficile à manipuler et les différentes sortes de coupures doivent être facilement interchangeable. Il a aussi mis beaucoup d'emphase sur la distance de projection du sang et que la pompe est seulement allumée pendant 20 secondes à la fois.

Prototype I

L'objectif de ce prototype était de tester la faisabilité du sous-système des hydrauliques et aussi une preuve de concept en utilisant du matériels trouver à la maison pour qu'on puisse avancer avec des prototypes plus complètes. En outre, un autre objectif était de tester la possibilité d'une longue distance pour les projections de sang.

Figure 12: Matériaux représentant le système hydraulique

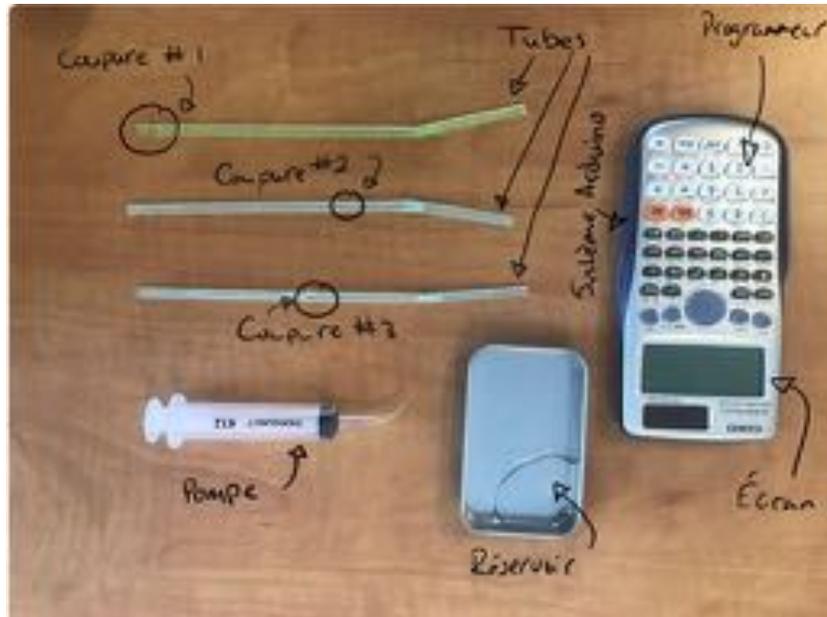


Figure 13: Projection de l'eau avec un seringue



Figure 14: Exemple de distance de la projection de l'eau



Selon nos essais, il a été découvert qu'une haute pression est nécessaire pour projeter l'eau à une grande distance. Ceci est la raison pour laquelle on avait utilisé notre doigt pour boucher le bout de la paille, ainsi augmentant la pression. Sans boucher la fin de la paille la distance du jet d'eau est diminuée par beaucoup. On avait pu transférer cette connaissance à nos prochains prototypes en sachant qu'une pompe à haute pression est très nécessaire pour permettre une trajectoire supérieure. De plus, le deuxième essai nous a permis de comprendre qu'une grande distance par le jet d'eau est très faisable (plus de 4 mètres). Basé sur nos essais, on a pu venir à une conclusion que les tubes interchangeables ont besoin de pressions variées pour atteindre la même distance. Alors, on avait une hypothèse qu'il y a une corrélation positive entre le diamètre et la pression nécessaire, ce qui veut dire que les tubes avec des diamètres plus grands allaient avoir besoin d'une pression supérieure pour atteindre la projection cible.

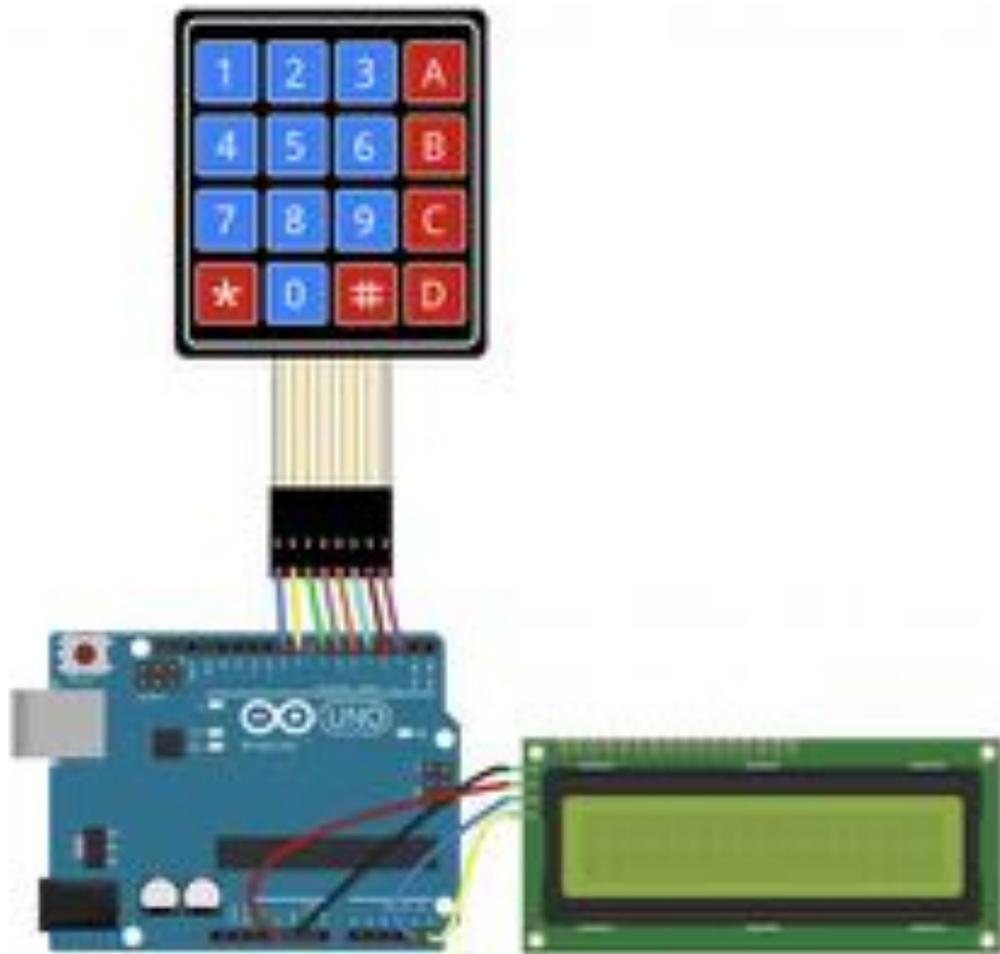
Rétroaction du Prototype I

Après avoir montré notre prototype 1 à notre client et notre assistant enseignant, elle nous a confirmé que ce prototype est utile afin de mieux cerner notre problème et que qu'il serait bon d'essayer de chercher à quantifier le montant de pression que nous avons eu de la seringue.

Prototype II

Les objectifs de ce prototype 2 sont de vérifier la faisabilité de notre conception, analyser les sous-systèmes critiques ou l'intégration au système ou réduire les risques et incertitudes. Nous essayerons donc de réaliser une maquette physique à échelle réel de notre pompe afin de vérifier si ce boîtier peut abriter tous les composants de notre pompe et également de finaliser le code contrôlant l'arduino pour le bon fonctionnement de notre pompe.

Figure 15: Circuit des connexions entre l'écran, l'arduino et le clavier



Nous avons dû réaliser cette partie de notre circuit électrique afin de s'assurer que l'écran recevait bien les valeurs à afficher et que le clavier répondait bien lorsque l'on pressait un bouton.

Figure 16: Essai de faisabilité du sous-système de l'encaissement et le placement des autres sous système dans la boîte



Figure 17: Essai de l'ouverture et fermeture des portes sur la boîte



Figure 18: Essai de la fiabilité d'un manche sur la boîte



Entre autre, durant ce prototype, nous avons également pratiquer des essais afin de déterminer le voltage minimum nécessaire pour faire opérer la pompe pour pouvoir bien choisir la batterie.

Grâce à ce prototype, nous avons découvert qu'on aura amplement d'espace dans la boîte et qu'une pyramide est une forme très unique pour notre conception. Pour la boîte, il sera même possible de réduire la taille. Pour l'essai trois, encore une fois cela a bien marché. Une manche de ce type placé au centre de la boîte est très fonctionnel. Selon les résultats pour l'essai deux, on a découvert que l'intérieur de la boîte est beaucoup trop noire et puisque le matériel qu'on utilisera pour le prototype finale est similaire au carton, la noirceur ne changera pas. Pour combler l'effet du noir, le prochain prototype aura deux portes d'ouverture pour ajouter de la lumière extérieur lorsque l'opérateur veut changer la batterie ou etc. Pour, notre système de pompe artérielle la pression est basé sur le voltage donné à la pompe par la batterie. Alors, il fallait déterminer le voltage minimum nécessaire pour faire opérer la pompe. Ainsi, plus de tests seront nécessaire pour voir qu'elle voltage correspond à quelle pression. Cependant, pour le moment, dans notre code (partie 2), on a utiliser des valeurs trouver en ligne.

Rétroaction du Prototype II

Aucune rétroaction

Prototype III

L'objectif de ce prototype est d'arriver à un produit quasi-fini qui est totalement fonctionnel. Pour ce faire, notre premier objectif sera de découper nos morceaux de bois et d'acrylique pour notre boîte, de les assembler pour avoir la boîte de notre prototype final ainsi que pouvoir rentrer à l'intérieur de la boîte tout les composants hydrauliques et électroniques et également de s'assurer que tous les composants électriques sont fonctionnels et également d'une bonne interaction avec l'utilisateur.

Figure 19: Boîtier physique fini **Figure 20: Boîtier physique fini2** **Figure 21: Boîtier physique fini3**

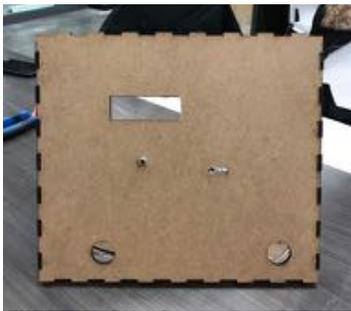


Figure 22: Interaction utilisateur 1



Figure 23: Interaction utilisateur 2



En conclusion, nous pouvons dire que notre premier objectif qui est la conception de la boîte en fonction des dimensions des différents composants à réussi. Cependant lors de l'assemblage de des composants électriques pour la pompe, nous nous sommes rendu compte que la batterie que nous avons acheté n'est pas adapter à notre circuit car elle se décharge trop vite. Cependant notre circuit électrique fonctionne bien et la pompe se met bien en route après les entrées de l'utilisateur mais pas à la bonne puissance car la batterie n'en délivre pas assez.

Ces résultats nous ont donc amené à lancer la commande d'une autre batterie étant mieux adaptée à notre système.

Solution Finale

À la suite des trois prototypes que nous avons développés, nous avons créé une solution finale complètement opérationnelle en complétant ces trois prototypes :

Figure 24: Version finale de la pompe 1



Dans cette conception finale, certains éléments ont été supprimés ou pas réalisés tel que l'étage que nous prévoyons d'installer ou la soudure du circuit électrique par manque de temps et aux changements de dimensions de la batterie. Afin de favoriser l'étanchéité de notre pompe, nous avons également effectué des joints de silicone sur toutes les intersections entre les tubes de la pompe et le réservoir. Nous avons fixé l'écran et la pompe à l'aide de vis. Nous avons également choisi d'utiliser deux sources d'énergies différentes (une pour la pompe et une autre pour l'arduino) afin d'éviter une surtension au niveau de l'arduino par la batterie de 12V. Pour faciliter une meilleure expérience utilisateur, nous avons affiché les étapes à suivre sur la pompe afin que l'utilisateur n'ait pas à se rappeler de tout ce qu'il doit faire.

Manuel de l'utilisateur

Fonctionnement

1. Abaisser la paroi amovible transparente de la pompe, soulever le couvercle du réservoir et sans le remplir au maximum, y mettre le liquide désiré pour les test.

2. Sélectionner le type sortie voulue parmi les tubes à différentes coupures et le fixer sur la sortie du tube principal de la pompe.

4. S'assurer que toutes les composantes ouvrables de la pompe sont fermés et la mettre en route en activant l'interrupteur sur la façade principale de la pompe.

5. Entrer les données :

Pression

5.1. Pour entrer la pression, on presse d'abord sur le bouton « A », cette étape est importante, si le bouton « A » n'a pas été pressé d'abord, rien ne va se produire. Si la touche « A » à bien été pesé, l'invitation à appuyer cette touche disparaîtra.

5.2. Entrer la valeur désirée pour la pression entre 60 et 180 mmHg.

5.3.. Presser le bouton « D » une fois que la valeur désirée a été entrée, cette étape est importante, si le bouton « D » n'a pas été pressé d'abord, rien ne va se produire.

Rythme

5.4. Pour entrer le rythme, on presse d'abord sur le bouton « B », cette étape est importante, si le bouton « B » n'a pas été pressé d'abord, rien ne va se produire. Si la touche « B » à bien été pesé, l'invitation à appuyer cette touche disparaîtra.

5.5. Entrer la valeur désirée pour le rythme entre 60 et 180 bpm.

5.6. Presser le bouton « D » une fois que la valeur désirée a été entrée, cette étape est importante, si le bouton « D » n'a pas été pressé d'abord, rien ne va se produire.

6. Si de nouvelles valeurs doivent êtres rentrées, pesé la touche « C ». Cette action réinitialisera les entrées de la pompe à zéros et attend les nouvelles valeurs de l'utilisateur. Reprendre alors l'étape 5 pour relancer la pompe.

8. Lorsque le test est terminé, on coupe l'alimentation de la pompe de pompe en activant une nouvelle fois le switch.

Entretien

Pour nettoyer la pompe suite à un test, on doit la faire fonctionner avec de l'eau et de l'eau de javel dans le réservoir jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de sang dans le réservoir et dans les tubes.

Pour remplacer la batterie de la pompe il suffit de déconnecter les deux câbles reliés aux bornes en tirant dessus et de les reconnecter sur la nouvelle batterie.

Pour remplacer la batterie de l'arduino, il suffit d'enlever les 4 piles AA et de les remplacer par de nouvelles.

Précaution à prendre

Lorsqu'on remplit le réservoir, il est important d'être délicat pour ne pas déplacer les fils reliés à l'arduino ou au breadboard. De plus, il faut faire attention pour ne pas mouiller les composantes électriques.

Instructions Technique

Si la pompe ne se met pas en marche lorsque l'on active l'interrupteur, il est fort probable que la batterie de l'arduino est déchargée et qu'il faut la remplacer.

Si rien ne se produit lorsqu'on entre les données, mais que l'écran est allumé, il faut vérifier que les touches « A », « B » et « D » ont bien été pressées comme mentionné à l'étape 5 du fonctionnement. Il faut aussi vérifier que la pression entrée est bien entre 60 et 180 mmHg puis que le rythme entré est bien entre 60 et 180 bpm.

Si la pompe se met bien en marche, reçoit les entrées de l'utilisateur, les affiche, mais que la pompe ne démarre pas ou n'a pas la pression souhaitée, il est fort probable que la batterie de la pompe est déchargée et qu'il faut la remplacer.

Si l'écran s'allume et s'éteint lorsque la pompe s'allume, la batterie a probablement besoin d'être rechargée.

Si toutes les choses mentionnées ci-dessus ont été vérifiées et que ça ne fonctionne toujours pas, vous pouvez communiquer avec l'un des créateurs de ce produit, mentionné à la première page de ce rapport.

Conclusion et Recommendations

Le processus de conception à cinq étapes nous a beaucoup aidé, en nous guidant dans notre conception de la pompe artérielle. Même si notre pompe n'a pas pu projeter les liquides visqueux comme le sang, puisque le code n'était pas calibré à la viscosité du sang, nous pensons que notre produit a bien représenté notre effort. De plus, il est facilement transportable, léger, étanche et simple à utiliser. Il peut reproduire diverses situations car les tubes sont interchangeables et la pompe peut produire une pression de 60 à 180 mmHg et un rythme de 60 à 180 bpm. Cependant, puisque c'est seulement un prototype, des améliorations pourront toujours être accomplis. Notamment, de rendre le réservoir plus facile à nettoyer, ajouter une deuxième étage et accomplir le soudage. Notre produit répond quand même à la plupart des besoins du client.

Annexes

Annexe 1: Code Finale

```
//===== Partie 1 =====//
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keyboard.h>
//#include <LiquidCrystal.h> // Inclusion de la librairie pour afficheur LCD
#include <Keypad.h> // inclusion de la librairie pour clavier matriciel
//--- Constantes utilisées avec le clavier 4x4
const byte LIN = 4; // 4 lignes
const byte COL = 4; //4 colonnes
//--- Définition des touches
char touches[LIN][COL] = {{'1', '2', '3', 'A'}, {'4', '5', '6', 'B'}, {'7', '8', '9', 'C'}, {'*', '0', '#', 'D'}}; // Configuration des touches du claviers
byte BrochesLignes[LIN] = {9, 8, 7, 6}; //connexions utilisées pour les broches de lignes du clavier
byte BrochesColonnes[COL] = {5, 4, 3, 2}; //connexions utilisées pour les broches de colonnes du clavier
char entree; // reçoit la touche pesé par l'utilisateur
//int ix; // index pour changer de l'endroit du curseur
int i; // index pour compter le nombre de fois qu'on appuie sur une touche
char lignes[2][5];
int nbr_lignes;
int ixch;
double pression;
double rythme;
double *valPtr[] = {&pression, &rythme};
int pinPompe = 11; // Le pin qu'il utilise
double l; // le rythme qui est calculer
int x; // analogue qu'il utilise pour la pompe.
// --- Déclaration des objets utiles pour les fonctionnalités utilisées ---
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Initialisation de l'écran
// création d'un objet keypad = initialisation clavier
Keypad clavier = Keypad( makeKeymap(touches), BrochesLignes, BrochesColonnes, LIN, COL );

//===== Partie 2 =====//

void setup() {
  digitalWrite(pinPompe, 0);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  nbr_lignes = 0;
  ixch = 0;
  lignes[0][0] = lignes[1][0] = '\0';
  Serial.begin(9600);
}
```

```

delay(10); // pause rapide pour laisser temps initialisation
//***** Message de bienvenue*****
lcd.print(" Welcome"); // affiche la chaîne texte - message de test
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" Bonjour"); // affiche la chaîne texte - message de test
delay(2000); // pause de 2 secondes
/*****
    lcd.clear(); // // efface écran et met le curseur en haut à gauche
    delay(10); // pour laisser temps effacer écran
    lcd.print("P:      mmHg");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("R:      b/m");
    delay(3000);
    lcd.setCursor(0,0);
    *****/
lcd.clear();
lcd.print(" Set P with 'A'");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" Set R with 'B'");
pinMode(pinPompe, OUTPUT);

}

```

//===== Partie 3 =====//

```

void loop() {
    entree = clavier.getKey(); // lecture de la touche appuyée
    EvaluateTouche(entree);
    l = getrythme(rythme); // calcul pour trouver le rythme pour la fonction delay
    if ( pression < 60)
        analogWrite(pinPompe, 128); //besoin le voltage
    else if (pression < 80)
        analogWrite(pinPompe, 136); //besoin le voltage
    else if ( pression < 100)
        analogWrite(pinPompe, 144); //besoin le voltage
    else if ( pression < 120)
        analogWrite(pinPompe, 150); //besoin le voltage
    else if ( pression < 140)
        analogWrite(pinPompe, 156); //besoin le voltage
    else if ( pression < 160)
        analogWrite(pinPompe, 161); //besoin le voltage
    else if (pression < 180)
        analogWrite(pinPompe, 166); //besoin le voltage
    delay(l / 2); // rythme du coeur
    analogWrite(pinPompe, 0);
    delay(l / 2);
}

```

```
//===== Partie 4 =====//
```

```
void EvalueTouche(char touche)
{
    if (entree != NO_KEY) { // si une touche a été frappée -- gestion de la touche appuyée
        if (entree == 'C')
        {
            lignes[0][0] = '\0';
            pression = 0;
            lignes[1][0] = '\0';
            rythme = 0;
            lcd.clear();
            lcd.print("P:      mmHg");
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("R:      b/m");
            lcd.setCursor(2, 0);
        }
        if (entree == 'D')
        {
            *valPtr[nbr_lignes] = atof(lignes[nbr_lignes]);
        }
        if (entree == 'A')
        {
            lcd.setCursor(0, 0);
            lcd.print("P:      mmHg");
            lcd.setCursor(2, 0);
            ixch = 0;
            nbr_lignes = 0;
            lignes[0][0] = '\0';
        }
        if (entree == 'B')
        {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("R:      b/m");
            lcd.setCursor(2, 1);
            ixch = 0;
            nbr_lignes = 1;
            lignes[1][0] = '\0';
        }
        if (entree != '*' && touche != 'A' && entree != 'B' && entree != 'D' && entree != 'C' && entree != '#')
        {
            if (ixch < 3)
            {
                lignes[nbr_lignes][ixch] = entree;
                ixch = ixch + 1;
                lignes[nbr_lignes][ixch] = '\0';
                lcd.print(entree);
            }
        }
    }
}
```

```
}  
  
// delay(300); // pause entre 2 appuis  
// Serial.println(touche);  
// Serial.println(lignes[0]);  
// Serial.println(pression);  
// Serial.println(lignes[1]);  
// Serial.println(rythme);  
}  
}  
int getrythme(double rythme)  
{ // besoin de lire les donnee du clavier  
  int p; // le rythme qui est calculer  
  p = (60 / rythme) * 1000;  
  return (p);  
}
```

Annexe 2: Nomenclature des matériaux

Numéro	Description du composant	Quantité	Prix unitaire	Montant
1	Arduino Uno	1	\$ 22.00	\$ 22.00
2	Batterie 12 volts, 5ah	1	\$ 31.20	\$ 31.20
3	Seafo Pump 12 volts, 1.7A	1	\$ 24.99	\$ 24.99
4	Tubes	1	\$ 5.60	\$ 5.60
5	Protoboard	1	\$ -	\$ -
6	Fils électrique	20	\$ -	\$ -
7	Interrupteur	1	\$ -	\$ -
8	Écrou	12	\$ -	\$ -
9	Écran LCD	1	\$ 15.99	\$ 15.99
10	Clavier Arduino	1	\$ 5.60	\$ 5.60
11	Mosfet	1	\$ 0.01	\$ 0.01
12	Résistance	2	\$ 0.75	\$ 0.75
13	Plaque de bois	2	\$ 4.00	\$ 8.00
14	Plaque Acrylique	1	\$ 13.00	\$ 13.00
15	Connecteur de Tube	1	\$ 8.00	\$ 8.00
16	Teflon Tape	1	\$ 0.59	\$ 0.59
17	Des Attaches	4	\$ 1.05	\$ 4.20
18	12V 1800mAh Replacement Batterie	1	\$ 32.99	\$ 32.99
19	Corde	1	\$ -	\$ -
20	Ventouse	1	\$ -	\$ -
21	Boulons	16	\$ -	\$ -
22	Colle	1	\$ -	\$ -
23	Contenant de Mentos	1	\$ -	\$ -
Total				\$ 164.92

