

LIVRABLE G

INTRODUCTION

Toujours à la quatrième étape de la pensée conceptuelle qu'est le prototypage, nous serons amenés à créer un plan d'essai pour développer un deuxième prototype. Ce dernier sera un prototype d'un sous-système critique afin de nous assurer du bon fonctionnement de notre concept, en gardant en tête le budget total de \$100. Nous incluons un modèle analytique, numérique et expérimental.

Nous adoptons un processus itératif, donc notre solution subira plusieurs modifications et améliorations tout le long de notre trajet. Pour cela, nous avons reçu une rétroaction du client qui nous aidera à avancer dans notre conception; mais nous avons également jugé et critiqué notre prototype pour en recevoir une rétroaction personnelle. En effet, celle-ci nous permet d'ajuster nos actions et notre comportement pour aboutir à un résultat désiré. Cette rétroaction personnelle est également filtrée à travers les observations et opinions des autres.

Le prototype est une représentation d'une partie ou de tout un concept permettant d'en apprendre des choses utiles.

Ainsi, pour ce livrable, il nous permettra en plus de la communication et de l'obtention de la rétroaction des utilisateurs, de réduire le risque et incertitudes associés à un aspect particulier du concept (prototype ciblé). Nous devons également être capable de vérifier la faisabilité et analyser les sous systèmes critiques ou l'intégration au système. Nous définirons ensuite, un critère d'arrêt qui nous permettra d'arrêter l'essai lorsque l'atteinte des objectifs fixés de l'essai est satisfaite. Pour un bon prototype, nous serons très clairs au sujet de ce que nous essayons de mesurer tout en prenant en compte les éléments de fidélité, coût, temps du cycle itératif et rapport signal-bruit.

DEVELOPPEMENT

Soient P et R , respectivement la pression et le rythme cardiaque

ANALYSE DE PROBLEME 1:

Un plan d'essai approprié peut faire gagner du temps et économiser de l'argent.

Pour créer notre plan d'essai de prototypage, nous suivrons les étapes du modèle de planification d'un essai fourni au cours:

- Définition du but de l'essai
- Choix d'un concept ou une partie d'un concept
- Choix d'une méthode d'essai

- Execution de l'essai
- Mesure des attributs importants, observation et enregistrement des résultats
- Interpretation des résultats

1) Définition du but de l'essai

A l'étape actuelle de notre projet, cet essai nous permettra de nous assurer que notre sous-système critique de la solution finale (prototype 2), constitué de l'association des composantes réelles, fonctionnera correctement (tout en ayant à l'esprit notre contrainte budgétaire). Nous allons également vérifier le bon dimensionnement de notre système, monté avec certains constituants de la solution finale.

L'objectif phare est la rédaction d'un programme arduino adapté, afin de tester la fonctionnalité et la faisabilité des composants électroniques tels que le clavier, l'écran, d'une part de façon séparée et d'autre part lorsqu'ils sont interconnectés.

Notre deuxième prototype nous permettra entre autres de :

- Rédiger un programme arduino efficace afin de garantir la faisabilité de notre système;
- Vérifier le bon fonctionnement du sous-système électronique en s'assurant que les composants électroniques (clavier, écran) marchent correctement aussi bien séparément qu'étant interconnectés;
- Justifier nos choix au client et s'assurer qu'ils répondent à ses besoins;
- Expliquer nos résultats et obtenir la rétroaction du client.

Le prototype II nous permettra de confirmer qu'on peut effectivement entrer des valeurs numériques de la pression et du rythme à partir du clavier, et que celles-ci s'affichent chacune sur les deux lignes de l'écran. En d'autres termes, l'utilisateur pourra être en mesure d'entrer les données souhaitées.

On pourrait s'attendre à plusieurs résultats possibles:

- Les paramètres: la pression et le rythme cardiaque entrés par l'utilisateur s'affichent correctement;
- Les valeurs rentrées par l'utilisateur ne s'affichent pas correctement ou pas du tout

- *Comment est-ce que ces résultats vont aider à prendre des décisions ou choisir des concepts?*

L'étape suivante dépendra du résultat obtenu:

- Si l'écran parvient à afficher les valeurs entrées par l'utilisateur, le prototype est fonctionnel
- Si par contre l'écran n'affiche pas les valeurs rentrées par l'utilisateur, il faudra revoir les branchements et/ou le code de programmation.

- **Les critères pour le succès ou la faillite de l'essai**

Dans cette partie de notre projet, la validation du prototype se fait progressivement sur chaque étape. En d'autres termes, chaque étape d'assemblage pour la construction du prototype 2 sera conditionnelle à la validation de celui-ci. Notre plan de réalisation est tel que certaines étapes sont préalables à d'autres; de ce fait, la réalisation de ces étapes dépendra du fonctionnement de celles dont elles dépendent.

De manière générale, le critère de succès de notre prototype est l'affichage sur l'écran des paramètres P et R entrés par l'utilisateur à partir du clavier.

Le critère de faillite quant à lui est l'affichage de valeurs P et R différentes de celles entrées par l'utilisateur.

2) Choix d'un concept ou une partie d'un concept

- **Notre type de prototype et la raison de notre choix.**

La fidélité de notre prototype est grande. En effet, ce n'est pas seulement une version simplifiée de la solution finale mais il contient le programme que nous utiliserons réellement pour notre solution finale. Cependant, il pourra subir des modifications tout le long.

Notre prototype 2 est ciblé analytique:

- Nous avons choisi un type de prototype ciblé car il met en oeuvre quelques attributs du produit et il répond à des questions précises sur la conception du produit.
- Nous avons choisi un type de prototype analytique car il est un modèle mathématique du produit et il permet une plus grande liberté expérimentale.

Pour notre prototype 2, nous utiliserons le prototype ciblé car il nous permet de mettre l'accent sur la mise en oeuvre d'un attribut du produit. Précisément dans notre cas il permet de mettre en oeuvre un système électronique c'est-à-dire la programmation de l'arduino et l'assemblage des composantes électroniques sur le breadboard.

- **Notre processus d'essai**

Les essais aident à éviter les problèmes critiques plus tard comme les défauts de conception et les problèmes de facilité d'utilisation. Ils aident aussi à assurer une bonne fonctionnalité et devraient

aider à s'assurer que l'utilisateur puisse comprendre également comment faire fonctionner le produit.

Pour permettre à d'autres personnes d'utiliser notre prototype ou de le construire, nous expliquons son fonctionnement.

Nous programmerons une carte Arduino qui permettra de contrôler un clavier et un afficheur LED. Le clavier permet de rentrer les valeurs de la pression et du rythme, quant à l'afficheur il permet d'afficher les valeurs rentrées à l'aide du clavier.

Les matériaux requis pour le prototype 2 sont des composantes électroniques.

| N. d'article | Description de l'article | Quantite | Prix / unite | Montant |
|--------------|--------------------------|----------|--------------|---------|
| 1 | Ecran | 1 | \$9.36 | \$9.36 |
| 2 | Clavier | 1 | \$8.46 | \$8.46 |
| 3 | Carte arduino | 1 | \$5,60 | 5,60\$ |
| 4 | Fils connecteurs | 16 | \$0,15 | 2\$ |
| 5 | Breadboard | 1 | \$9,04 | 9,04\$ |
| 6 | Cable | 1 | \$4,89 | 4,89\$ |

Nous nous sommes fournis de ces composantes du MakerSpace (arduino, fils connecteurs, breadboard et câble) et du magasin "Activité électronique" (écran, clavier).

3) Choix d'une méthode d'essai

Notre essai consiste à un travail de programmation qui teste le fonctionnement de chaque composante séparément puis leur fonctionnement tous combinés. Nous adoptons donc un travail de construction qui inclut l'assemblage de toutes les composantes (carte arduino reliée à l'ordinateur, l'écran sur le breadboard avec les fils connecteurs qui se relie à la carte arduino) et la création du programme.

Nous avons dû faire des recherches pour trouver un programme compatible et cohérent avec notre prototype. Cependant, des modifications ont été apportées au programme pour l'adapter à notre concept.

Notre méthode d'essai fut une simulation analytique et un essai de prototype physique.

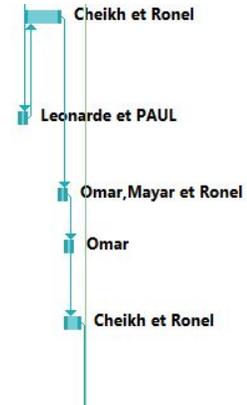
- **Répartition des tâches : Diagramme de Gantt**

La somme des durées pessimistes de la conception de notre prototype 2 est égale à ; 22 jours et celle optimiste est égale à 11.

D'où d'après la formule d'estimation de durée on aura : $(3*22+11)/4=19,25$ jours

| | | | | | | |
|---|--|-------|-----------------|------------------------|----|---------------------|
| ★ | Conception du prototype 2 incluant les composantes électroniques | 3 jrs | Ven 01/03/19 | Mar 05/03/19 | 12 | Cheikh et Ronel |
| ★ | Définir la liste du matériel requis pour le prototype 2 | 1 jr | Jeu 28/02/19 | Jeu 28/02/19 | 10 | Leonarde et PAUL |
| ★ | Achat du matériel de programmation | 1 jr | Mer 06/03/19 | Mer 06/03/19 | 11 | Omar,Mayar et Ronel |
| ★ | Achat du matériel du système pour prototype 2 | 1 jr | Jeu 07/03/19 | Jeu 07/03/19 | 13 | Omar |
| ★ | Rédaction du programme Arduino pour le contrôle de l'ecran | 2 jrs | Jeu 07/03/19 | Ven 08/03/19 | 13 | Cheikh et Ronel |
| ★ | Vérification du programme par les assistants de l'enseignant | 1 jr | Ven 08/03/19 | Ven <u>08/03/19</u> | 15 | |
| ★ | Analyse et autocritique du prototype 2 | 1 jr | Ven 08/03/19 | Ven 08/03/19 | | toute l'aquipe |
| ★ | Rédaction du livrable G | 1 jr | Sam 09/03/19 | Sam <u>09/03/19</u> | 17 | Omar, Paul et Mayar |
| ★ | Rendu du livrable G | 1 jr | Dim 10/03/19 | Dim <u>10/03/19</u> | 18 | |

| | | | | | |
|---|-------|-----------------|-----------------|----|----------------------|
| Conception du prototype 2 incluant les composants électroniques | 3 jrs | Ven 01/03/19 | Mar 05/03/19 | 12 | Cheikh et Ronel |
| Définir la liste du matériel requis pour le prototype 2 | 1 jr | Jeu 28/02/19 | Jeu 28/02/19 | 10 | Leonarde et PAUL |
| Achat du matériel de programmation | 1 jr | Mer 06/03/19 | Mer 06/03/19 | 11 | Omar, Mayar et Ronel |
| Achat du matériel du système pour prototype 2 | 1 jr | Jeu 07/03/19 | Jeu 07/03/19 | 13 | Omar |
| Rédaction du programme Arduino pour le contrôle de l'écran | 2 jrs | Jeu 07/03/19 | Ven 08/03/19 | 13 | Cheikh et Ronel |



| | | | | | | |
|---|--|------|-----------------|------------------------|----|---------------------|
| ✓ | Vérification du programme par les assistants de l'enseignant | 1 jr | Ven 08/03/19 | Ven <u>08/03/19</u> | 15 | |
| ✓ | Analyse et autocritique du prototype 2 | 1 jr | Ven 08/03/19 | Ven 08/03/19 | | toute l'équipe |
| ✓ | Rédaction du livrable G | 1 jr | Sam 09/03/19 | Sam <u>09/03/19</u> | 17 | Omar, Paul et Mayar |
| ✓ | Rendu du livrable G | 1 jr | Dim 10/03/19 | Dim <u>10/03/19</u> | 18 | |

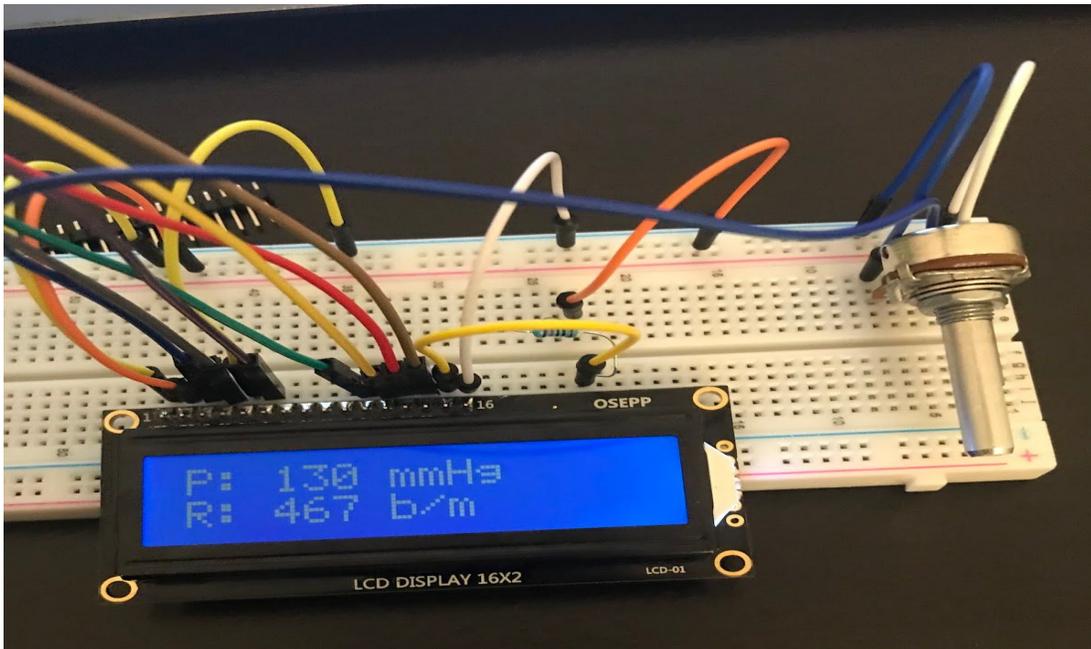


Dans le plan du projet, c'est notre prototype 3 qui dépend des résultats de cet essai. Ils nous permettront d'exécuter les prochaines étapes qui suivent:

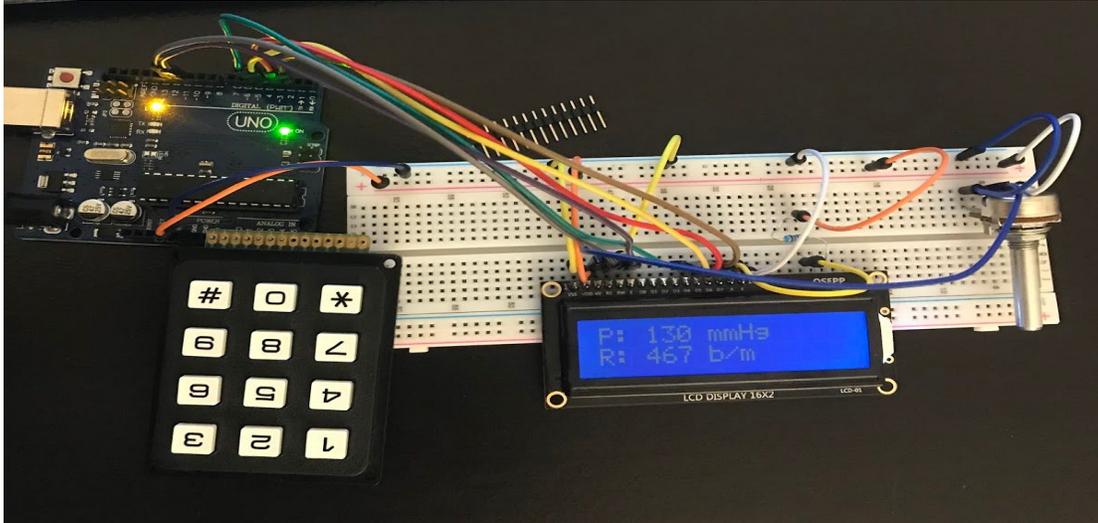
| | | | | |
|----|--|-------------------------------|------------------|----|
| 20 | Détermination des pièces nécessaires à l'amélioration du projet | 1 | Omar et Paul | 19 |
| 21 | Achat des pièces nécessaires pour le prototype 3 (si nécessaire) | 1 | Léonarde et Omar | 20 |
| 22 | Construction du prototype 3 (amélioration du prototype 2) | 2 | Toute l'équipe | 23 |
| 23 | Ajout de la programmation au prototype 3 | 2 | Ronel et Mayar | 21 |
| 24 | Tester le prototype 3 | 1 | Toute l'équipe | 22 |
| 25 | Rendu du livrable H: Prototype 3 et rétroaction du client | Echeance le 18/03/2019 | Toute l'équipe | 24 |

4) Execution de l'essai

Nous avons d'abord branché l'écran lcd tout seul a la carte arduino pour être convaincus qu'il fonctionnait parfaitement. Au bout de plusieurs essais, la solution à laquelle nous avons abouti est la suivante:



Par la suite, nous avons connecté le clavier 4*3 et l'écran lcd 16*2 sur l'arduino , à l'aide de notre breadboard pour vérifier que les deux fonctionnaient bien une fois associés. Voici l'image illustrant cet essai:



5) Mesure des attributs importants, observation et enregistrement des résultats

Ainsi on entre la pression et le rythme a partir du clavier. Ces deux grandeurs s'affichent sur l'écran comme illustré plus haut. La touche “*” est utilisée pour ‘reset’ l'écran et la touche ‘#’ pour effacer la touche précédemment appuyée.

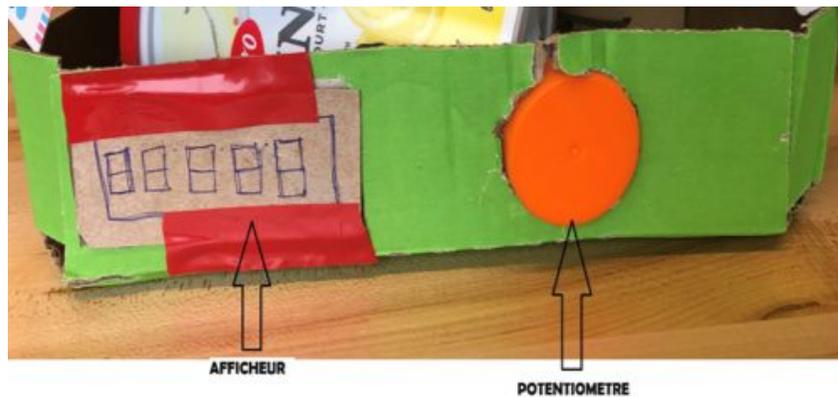
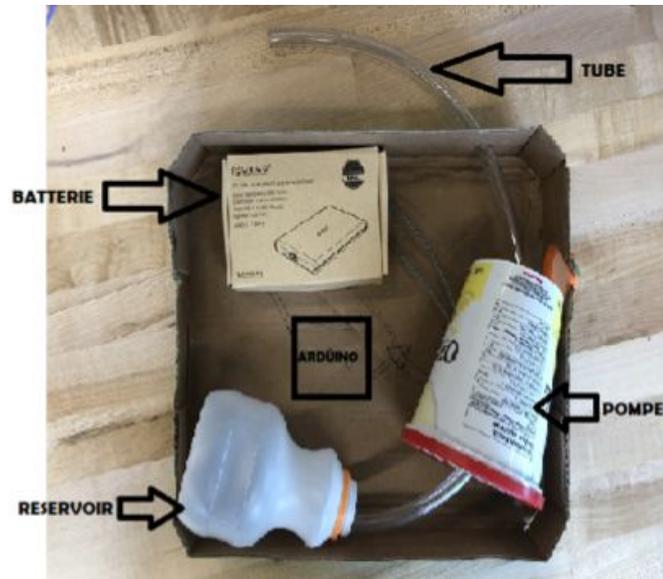
Notons qu pendant le test de l'écran lcd uniquement, au départ l'écran s'allumait sans rien afficher. Cela est dû au fait qu'on avait pas utilise de résistance. On a donc mis une résistance de 10 kilo ohms en série pour limiter le courant afin de remédier à ce problème. Mais après ca, l'écran affichait seulement des carrés et non le message souhaité c'est à dire le rythme et la pression. Ceci était dû à un problème de téléversement après la compilation. En effet, on avait choisi un mauvais port série dans la partie ‘Port série’ de ‘Outils’ dans le Blink. On a donc configurer notre code sur le port “COM3” et la pression et le rythme se sont affichés.

6) Interpretation des resultats

A cette étape du projet, nous pouvons donc dire que notre code fonctionne parfaitement et que l'utilisateur verra la pression et le rythme affiché sur l'écran dès qu'il entre ses valeurs a partir du clavier. Les composants électroniques essentiels sont donc bien assemblés.

ANALYSE DE PROBLEME 2:

Dans la conception de notre prototype 1 dont on a fait la présentation auprès du client qui en classe nous à permis de développer un aspect physique de notre projet de la pompe.

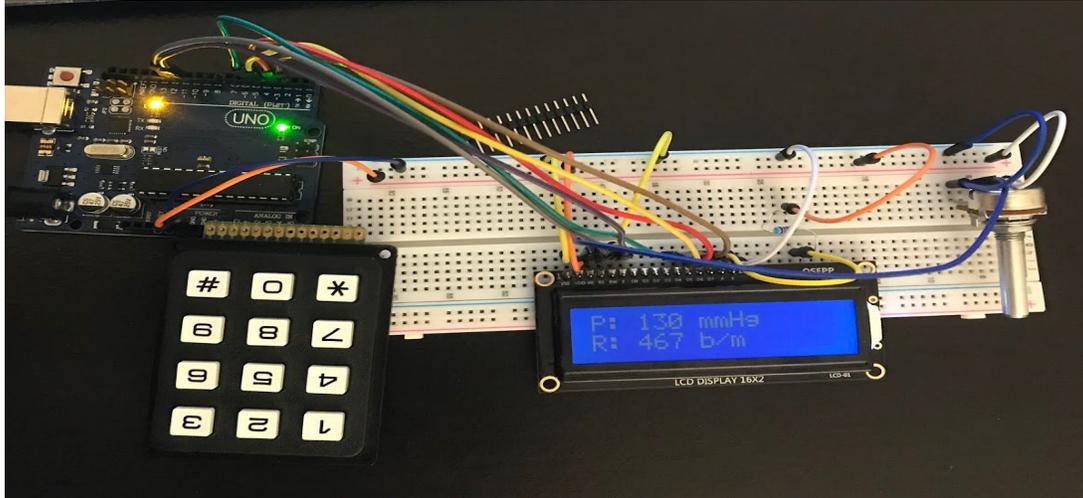


Les hypothèses critiques que nous souhaitons contrôler grâce au prototype 1 étaient:

- La portabilité du système
- Le système est assez compact
- Le mécanisme pour circuler le sang est efficace

Ces trois critères ont été validés à travers le premier prototype.

Au cours de nos rencontres en groupe après la présentation, nous sommes parvenus à plus élaborer sur la partie fonctionnement/programmation de notre système, essentiellement connecter notre clavier à l'arduino puis l'arduino transmettant l'information à notre écran LCD. ci dessous une photo détaillée de notre système de fonctionnement:



Ces deux critères ont été validés lors du deuxième prototype:

- L'affichage de valeur sur notre écran
- La connection de composants importantes au système (carte Arduino, clavier et LCD display)

- **Retroaction du client :**

Notre dernière rencontre avec le client a porté sur la présentation de notre prototype 1, avec ses critères de validation et d'arrêt. Mais aussi, nous avons édifié le client sur les étapes à venir dans la conception de notre pompe, notamment le prototype 2 et ses attributs. Ainsi, le client a pu découvrir les modifications apportées à notre concept conformément à sa rétroaction lors de la présentation du modèle initial.

En effet, le client nous avait fait mention de la complexité utile, mais pas nécessaire de notre idée de base: une pompe montée sur un gilet. Alors nous avons pour le prototype 1, simplifiée l'apparence de notre produit en le présentant dans une boîte rectangulaire à dimensions fixes. Nous avons cependant précisé lors de cette présentation que la boîte rectangulaire n'était qu'une substitution, car nous souhaitions premièrement avoir un produit final fonctionnel, puis esthétique.

Par la suite nous lui avons présenté les grandes lignes directrices de la construction de notre prototype 2, que sont une liste non exhaustive des composants électroniques sélectionnées pour ladite construction, les critères d'arrêt et de validation, ainsi que le fonctionnement souhaité.

Cette initiative a été accueillie positivement par le client qui a souligné son excitation à découvrir notre produit final.

CONCLUSION

Ce livrable a été dédié à la construction du prototype 2, l'analyse et la rétroaction du client. Comme nous adoptons un processus itératif, ce prototype subira des modifications ainsi qu'améliorations grâce aux rétroactions du client mais aussi nos rétroactions personnelles. Malgré de quelques complications et du stress lors de cet essai, nous avons quand même réussi à satisfaire nos objectifs pour ce livrable: les critères d'arrêts ont été, en effet, satisfaits (nous n'avions plus de temps, nous avons manqué d'énergie et nous étions satisfaits avec les résultats).

Dans notre prochain livrable on se dédiera au développement du prototype 3 qui sera de plus en plus proche à notre projet final, on aura affaire comme les derniers prototypes, à une rétroaction du client pour nous donner les derniers indices essentiels au succès de notre projet. En effet, ce dernier prototype sera le dernier et devra être une version complètement fonctionnelle de notre solution. Le but de ce prototype sera de tester le fonctionnement du circuit fermé avec les tubes connectés. Pour ce prototype on utilisera les mêmes composantes que le prototype 2.