



INTRODUCTION À LA GESTION ET AU DÉVELOPPEMENT DE PRODUITS EN GÉNIE ET EN INFORMATIQUE

GNG 2501

Livrable D – Prototype 1, présentation sur le progrès du projet, rétroactions
des pairs et dynamiques d'équipe

Équipe FB3.4

<u>Numéros étudiants</u>	<u>Noms complets</u>
300084197	Juliette Leprohon
300242712	Jean-Paul Merrick-Binnendyk
300200871	Assia Rguib
300259720	Dounia Tsamo

Professeur : Patrick Dumond

TA : Karim Rizki

PM : Reda Yassin

Faculté de génie

Hiver 2023

Table de matières

Table de matières.....	ii
Liste des figures.....	iii
Listes des tableaux.....	iii
Introduction	1
D.1 Prototype 1.....	2
1.1 Prototype 1A – Circuit Arduino et code.....	2
1.1.1 Description du prototype 1A	2
1.1.2 Documentation du prototype 1A	3
1.1.3 Essai du prototype 1A	7
1.2 Prototype 1B – Étanchéité du système	9
1.1.1 Description du prototype 1A	9
1.1.2 Documentation du prototype 1A	10
1.1.3 Essai du prototype 1A	12
1.3 Prochaine rencontre avec la cliente	14
D.2 Présentation sur le progrès du projet	14
D.3 Plan de projet.....	14
Conclusion.....	15

Liste des figures

Figure 1 : Prototype 1A - Schéma du circuit électrique	3
Figure 2 : Prototype 1A - Essai 1 – Fonctionnement du moteur à un taux d’humidité faible	7
Figure 3 : Prototype 1A - Essai 2 – Arrêt du moteur à un taux d’humidité élevé	8
Figure 4 : Idées pour la conception de la pièce de connexion	9
Figure 5 : Prototype 1B – Pièce conçue	10
Figure 6 : Prototype 1B – Pièce imprimée	11
Figure 7 : Prototype 1B – Essai 1 – Étanchéité à court terme	12
Figure 8 : Prototype 1B – Essai 1 – Étanchéité à moyen terme	13

Listes des tableaux

Tableau 1 : Essais effectués sur le prototype 1A.....	7
Tableau 2 : Essais effectués sur le prototype 1B	12

Introduction

Au cours de ce livrable, il est question après avoir bien détaillé notre concept ainsi que les différents systèmes et sous-systèmes, de débiter avec les réalisations de prototype, des essais à effectuer dans l'intention de ne pas manquer de temps. Ainsi, nous avons dû premièrement utiliser les rétroactions fournis par notre cliente pour améliorer notre concept et faire certaines modifications au niveau des différents sous-systèmes mais le concept et fonctionnement restant le même. Ce livrable est ainsi centré sur la réalisation de notre premier prototype qui est à une basse fidélité, ciblé, numérique et avec un faible coût. Le prototype ciblé et numérique consiste dans des essais de simulation du fonctionnement du capteur de pH et notre valve. Également, l'un des paramètres très importants étant l'étanchéité fut évalué à travers la réalisation d'un boîtier en plastique et observant son imperméabilité sur une durée de temps bien défini. Ces prototypes sont documentés par des codes et d'esquisses pour faciliter la communication et les essais lors des simulations. Également, ce sera une opportunité d'obtenir une rétroaction de la part de la cliente, des utilisateurs et ressources d'enseignements afin de mieux comprendre le projet et des révéfier nos hypothèses et dans d'autres cas améliorer nos spécifications. Pour terminer, nous allons faire une mise à jour de notre plan de projet dans l'intention de toujours être à jour concernant les tâches du projet et l'assignation des différentes ressources aux responsables.

D.1 Prototype 1

1.1 Prototype 1A – Circuit Arduino et code

1.1.1 Description du prototype 1A

Cette partie du premier prototype sera utilisée afin de valider l'hypothèse du fonctionnement de la plateforme de prototypage Arduino. Il s'agit d'un prototype physique compréhensif à fidélité faible. Ce prototype sera utilisé à des fins d'apprentissage puisque l'objectif est de se familiariser avec les différentes composantes nécessaires au circuit et de l'implémentation de ses composantes avec la plaquette Arduino. Afin de simplifier le processus de confirmation d'hypothèse avec cette partie du prototype, une simulation du circuit sur Tinkercad a été effectuée afin de comprendre les différentes connections entre les composantes. L'enjeu avec le logiciel Tinkercad est le manque de composante spécifique. Ainsi, le capteur de pH a été remplacé par un capteur d'humidité du sol et l'électrovanne (solenoid valve) par un moteur à courant continu puisque la connexion de ses composantes aux circuits se fait de manière semblable à celle qui seront utilisées pour le prototype final.

1.1.2 Documentation du prototype 1A

La figure 1 ci-dessous présente le schéma du circuit conçu sur Tinkercad. Il s'agit d'un circuit électronique qu'une équipe précédente a utilisé lors de leur projet. Certaines adaptations ont été faites afin d'adapter ce circuit à notre concept qui est légèrement différent du leur. Comme mentionné plus haut un moteur DC est utilisé pour représenter l'électrovanne et un capteur d'humidité représente le capteur de pH ou de chlore qui sera utilisé pour le circuit physique de notre concept.

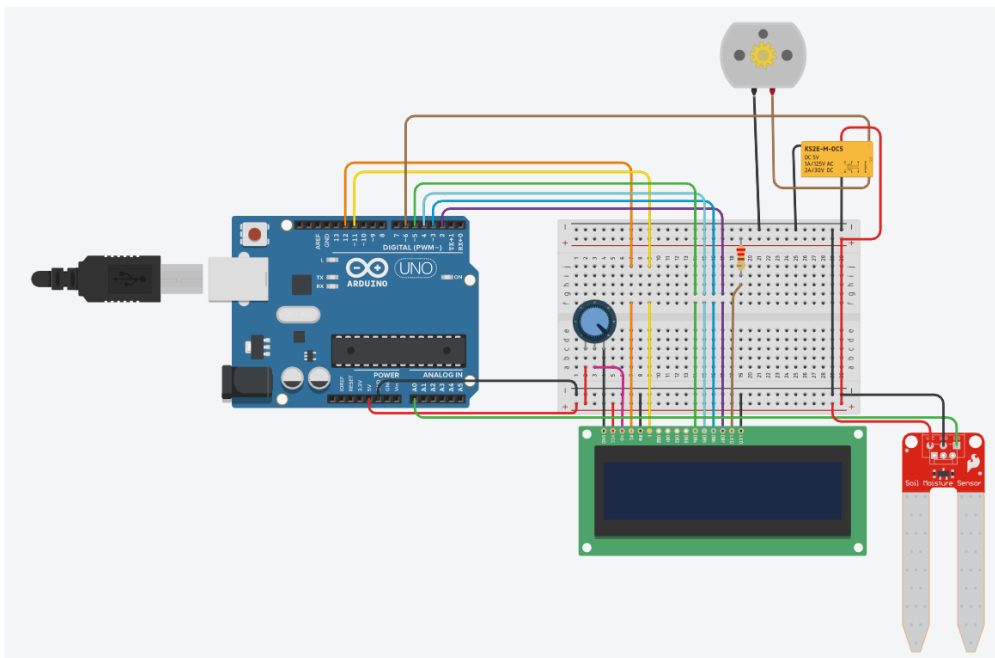


Figure 1 : Prototype 1A - Schéma du circuit électrique¹

Une première version du programme pour le microcontrôleur Arduino a été écrite de façon à ce que, une fois le circuit de la figure 1 conçu physiquement, le code peut être téléchargé sur l'Arduino et la vérification du fonctionnement ainsi que la correction des erreurs peut débuter. L'emphasis de cette première version du code est sur la définition des signaux d'entrée et de sortie de la cartouche. Donc, le contenu des boucles n'est qu'un aperçu et sera modifié lors d'un prochain

¹ Source : adapté de l'équipe « Les reufs ».

https://www.tinkercad.com/things/8j5iPYV1dMm?sharecode=Rxno2plER_zkUvUER1QWJXB0fuhBo0r_wq7d1NO4h6k

prototype. Encore une fois, ce code provient du prototype final d'une équipe précédente et a été légèrement adapté.² La première version du code est présentée ci-dessous.

```
#include <LiquidCrystal.h>    //Library for the LCD screen
#include "GravityTDS.h"       //Library for the sensor
#define TdsSensorPin A1
LiquidCrystal lcd(1,2,4,5,6,7);

GravityTDS gravityTds;

float temperature = 25,tdsValue = 0;
const int RELAY_PIN = A5; //controlling the valve through pin A5

void setup()
{
    //Serial.begin(115200);
    pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
    lcd.begin(16,2);
    gravityTds.setPin(TdsSensorPin);
    gravityTds.setAref(5.0); //reference voltage on ADC, default 5.0V on
    Arduino UNO
    gravityTds.setAdcRange(1024); //1024 for 10bit ADC; 4096 for 12bit
    ADC
    gravityTds.begin(); //initialization
}

void loop()
{
    gravityTds.setTemperature(temperature); // set the temperature and
    execute temperature compensation
    gravityTds.update(); //sample and calculate
    tdsValue = gravityTds.getTdsValue(); // then get the value
    Serial.print(tdsValue,0);
    Serial.println("ppm");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TDS Value:");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(tdsValue,0);
    lcd.print(" PPM");
    if(tdsValue<1500){
        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
    }
}
```

² Source : adapté de l'équipe « Les reufs ». <https://github.com/DFRobot/GravityTDS>

```
}  
if(tdsValue>1900){  
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);  
}  
delay(2000);  
lcd.clear();  
}
```

Afin de vérifier le fonctionnement des composantes clés du circuit, un code simplifié a été afin de permettre de simuler le circuit présenté plus haut. La simulation permettra donc de tester le fonctionnement du moteur DC, de l'écran LCD ainsi que du capteur d'humidité. Bien entendu, lors du prochain prototype du circuit, le moteur DC sera remplacé par l'électrovanne et le capteur d'humidité par un capteur de pH. Le code utilisé pour cette simulation est présenté ci-dessous.

```
#include <LiquidCrystal.h>  
#define motor 6  
#define sensor A0  
  
LiquidCrystal lcd_1(12, 11, 5, 4, 3, 2);  
  
void setup()  
{  
    // DC MOTOR  
    Serial.begin(9600);  
    pinMode(sensor, INPUT);  
    pinMode(motor, OUTPUT);  
  
    // LCD SCREEN  
    lcd_1.begin(16, 2); // Set up the number of columns and rows on the  
    LCD.  
  
    // Print a message to the LCD.  
    lcd_1.print("Moisture:");  
}  
  
void loop()  
{  
    double value = analogRead(sensor); // Read sensor input  
    value = value * 500.0 / 1023.0; // Convert sensor input to humidity  
    value
```



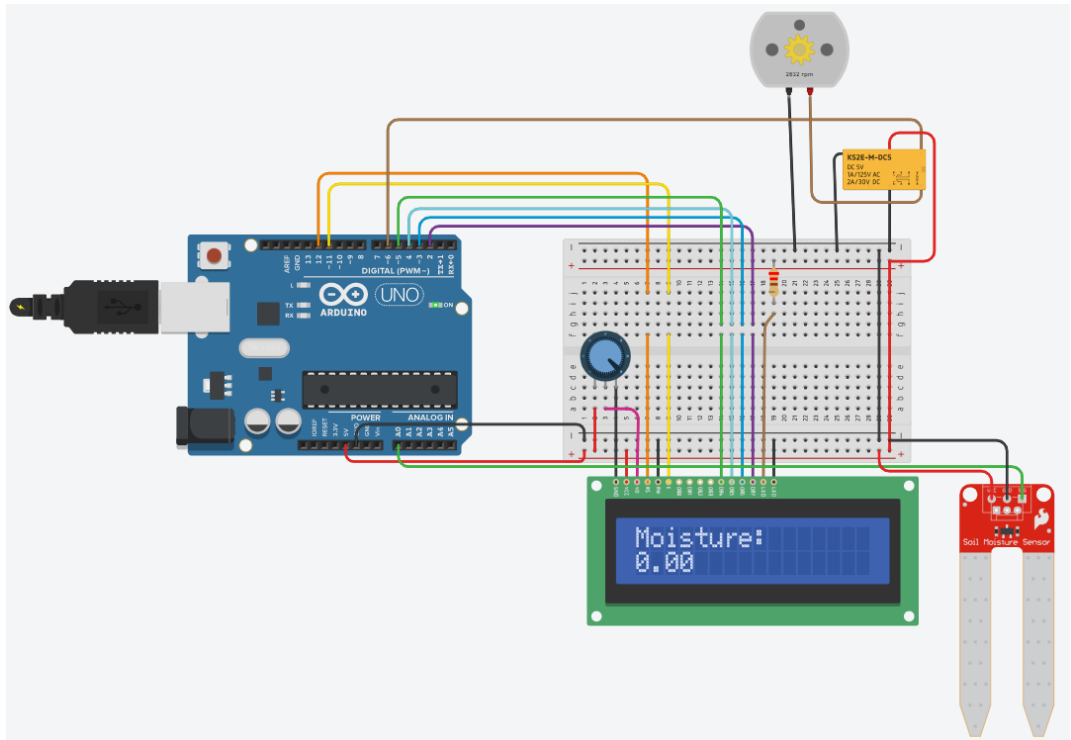
```
if (value < 250){
    digitalWrite(motor, HIGH); // Motor is ON
}
else {
    digitalWrite(motor, LOW); // Motor is OFF
}

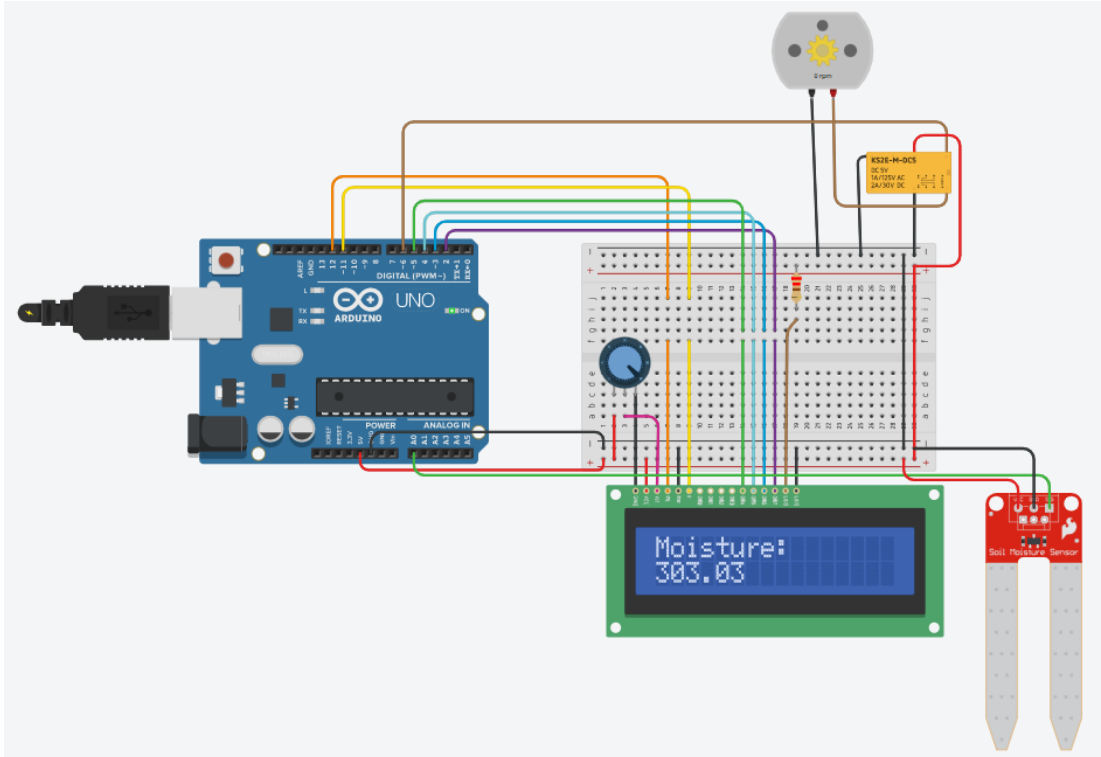
// LCD SCREEN
lcd_1.setCursor(0, 1); // set the cursor to column 0, line 1
lcd_1.print(value);
delay(1000);
}
```

1.1.3 Essai du prototype 1A

Il a été possible de tester le circuit électronique conçu plus haut en simulant ce circuit sur Tinkercad. Deux principaux tests ont été effectués afin de comprendre le fonctionnement et la relation entre le moteur DC et le capteur d'humidité. Le premier test a permis de vérifier que le moteur était en marche alors que la valeur enregistrée par le capteur se situait dans l'intervalle d'activation du moteur. Pour ce qui est du deuxième test, il a permis de vérifier que le moteur ne fonctionnait pas alors que la valeur lue par le capteur se trouvait à l'extérieur de l'intervalle d'activation du moteur. La table 1 ci-dessous présente les tests effectués, leur description et les résultats obtenus.

Tableau 1 : Essais effectués sur le prototype 1A

No	Titre	Description	Résultats
1	Fonctionnement du moteur à un taux d'humidité faible	La valeur du capteur d'humidité est fixée à 0.00. Puisque cette valeur se situe sous le seuil établi de 250, le moteur devrait être en marche.	Le moteur est en marche lorsque le taux d'humidité se situe sous le seuil fixé.
 <p>Figure 2 : Prototype 1A - Essai 1 – Fonctionnement du moteur à un taux d'humidité faible</p>			

2	Arrêt du moteur à un taux d'humidité élevé	La valeur du capteur d'humidité est fixée à environ 300. Puisque cette valeur se situe au-dessus du seuil établi de 250, le moteur devrait être arrêté.	Le moteur est arrêté lors que le taux d'humidité se situe au-dessus du seuil fixé.
	 <p data-bbox="386 1182 1326 1213"><i>Figure 3 : Prototype 1A - Essai 2 – Arrêt du moteur à un taux d'humidité élevé</i></p>		

1.2 Prototype 1B – Étanchéité du système

1.1.1 Description du prototype 1A

Cette deuxième partie du premier prototype a pour but de déterminer la faisabilité d'une composante clé de notre système. Il s'agit de la pièce qui permet la distribution du chlore dans le système de tuyauterie actuelle de la piscine. Cette pièce est une composante importante de notre concept puisqu'elle permet de relier notre système à la piscine de la cliente. De plus, il s'agit d'un risque majeur de fuite. La figure 4 ci-dessous présente deux idées de conception de cette pièce importante.

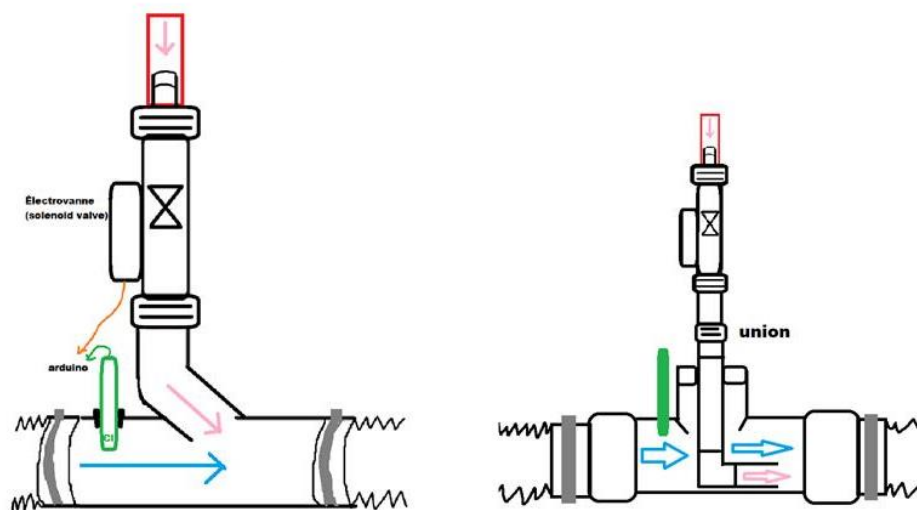


Figure 4 : Idées pour la conception de la pièce de connexion

Le schéma à gauche présente une première possibilité dans laquelle la pièce en « T » est conçue par impression 3D. La géométrie serait faisable mais le processus de fabrication comporte quelques risques tel que l'étanchéité du plastique ainsi que la dégradation possible du plastique avec le chlore. Une autre question se pose à savoir si la géométrie de cette pièce permettra ou non au chlore liquide qui arrive du tuyau du haut à faible vitesse de s'intégrer dans le flux rapide d'eau dans le tuyau principal. Le schéma à droite propose donc une alternative à ce problème si c'est le cas. Ainsi, il est possible de constater que cette pièce pose un enjeu majeur en raison des différentes hypothèses auxquelles répondre nécessaire pour l'avancement de notre concept.

Cette partie du prototype permettra de répondre à la question de l'étanchéité de la pièce imprimée en 3D. Il s'agit donc d'un prototype physique ciblé à fidélité faible qui a comme objectif principal d'apprentissage et comme objectif détaillé de déterminer le niveau d'étanchéité d'une pièce imprimée en 3D.

1.1.2 Documentation du prototype 1A

La figure 5 ci-dessous présente la pièce en 3D qui a été conçue avec le logiciel SolidWorks. Les murets et la base sont d'une épaisseur de 5 mm. La figure 6 présente cette pièce imprimée avec une buse de 0.8 mm, un motif de remplissage (infill) triangulaire et une densité de 20%.

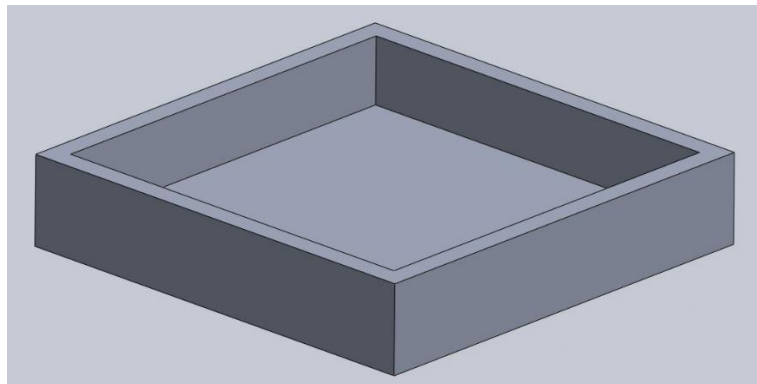


Figure 5 : Prototype 1B – Pièce conçue

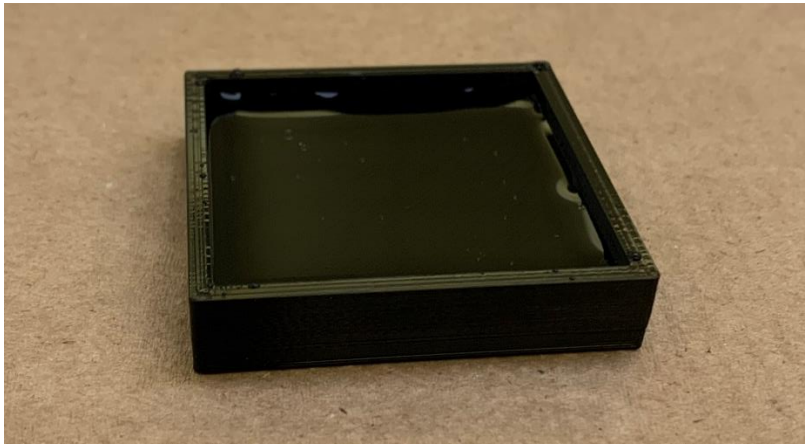



Figure 6 : Prototype 1B – Pièce imprimée

1.1.3 Essai du prototype 1A

Quelques essais ont été effectués afin de tester le prototype. Premièrement, un test d'étanchéité à court terme a été effectuée. De l'eau a été versée dans la pièce imprimée et l'étanchéité de la pièce a été observée durant cinq minutes. Pour le deuxième test, il s'agit du même principe, mais un délai d'une heure a permis d'observer l'étanchéité de la pièce sur un plus long laps de temps. Il est important de mentionner les limitations de ce prototype. Notamment, il est difficile de tester l'étanchéité du matériel en impression 3D avec des flux de fluides et les tests effectués ne permettent pas de vérifier l'étanchéité du matériel à long terme, c'est-à-dire plusieurs jours, voire plusieurs mois. Les tests effectués concernent seulement un fluide statique. De plus, les fluides qui seraient en contact avec cette pièce seraient de l'eau chlorée et du chlore liquide. Ainsi, l'utilisation d'un fluide corrosif tel que du chlore liquide pourrait affecter les résultats. La table 2 ci-dessous présente les tests effectués.

Tableau 2 : Essais effectués sur le prototype 1B

No	Titre	Description	Résultats
1	Étanchéité à court terme	Ce test vise à déterminer si la pièce imprimée en 3D est étanche lors qu'elle contient de l'eau. Aucune eau devrait traversée le plastique dans une intervalle de 5 minutes pour que ce test soit considéré comme une réussite.	Aucune eau n'a traversé le plastique en cinq (5) minutes.
 <p><i>Figure 7 : Prototype 1B – Essai 1 – Étanchéité à court terme</i></p>			

2	Étanchéité à moyen terme	Ce test est très semblable au précédent. La durée du temps d'observation est d'une heure.	Aucune eau n'a traversé le plastique en une (1) heure.
	 <p><i>Figure 8 : Prototype 1B – Essai 1 – Étanchéité à moyen terme</i></p>		

1.3 Prochaine rencontre avec la cliente

Lors de notre prochaine rencontre avec notre cliente, nous avons prévu tout premièrement prévu de présenter notre avancé sur le projet pour communiquer de façon visuelle notre concept. Nous présenterons nos différents prototypes, tests, essais et simulations à la cliente et comme prévu discuter avec elle du système amélioré de notification visuelle de niveau de chlore dont nous aurons effectuer dans le prototype 2.

D.2 Présentation sur le progrès du projet

Lien du PowerPoint de la présentation :

[Présentation projet.pptx](#)

D.3 Plan de projet

Lien du plan du projet mis-à-jour :

<https://www.wrike.com/frontend/ganttchart/index.html?snapshotId=MDO1J9MHHIsDcjpUx6zkpSWBSmUDPfmo%7CIE2DSNZVHA2DELSTGIYA>

Conclusion

Arrivé au terme de notre livrable, l'on peut conclure en disant que la réalisation de nos prototypes, ainsi que les différents essais et simulations furent assez satisfaisantes pour un premier prototype à coût réduit et à faible fidélité. Il nous suffira juste par la suite d'adapter ses essais à ceux d'une électrovanne et d'un capteur de pH, une fois les achats des différents composants pour le prototype final effectué. Dans la même lancée d'un apprentissage continue, nous élaborerons un plan afin d'entamer avec la phase du prototypage 2. Ce deuxième prototype sera discerné à la réalisation physique de notre circuit avec microcontrôleur Arduino et ses composantes, la réalisation des tuyaux en forme de T de matériaux PVC ainsi que des essais approfondis sur le débit d'écoulement d'eau et du chlore à travers celui-ci. De plus, nous réaliserons notre boîtier étanche avec les dimensions adéquates et ferons une analyse plus poussée sur notre système de notification visuelle de quantité de chlore restant. Une mise à jour du plan détaillé sera aussi fournie pour mieux se préparer et avoir de l'avance sur le projet.