


# Comment améliorer la sécurité des usagers de la route en les rendant visibles quand c'est nécessaire, à l'aide de vêtements connectés ?

Présenté par les élèves d'accompagnement personnalisé de 1ère du lycée des Andaines

Encadrés par Mme Turcan et M Vettier, professeurs de SVT et PC.

Introduction :.....2
1. Le gilet qui rend visible le travailleur quand une voiture rentre dans la zone de chantier.....3
1.1. Le projet.....3
1.2. Démarche suivie pour définir les besoins.....3
1.3. Arduino et programmation.....4
1.4. Réalisation du prototype.....5
2. Le gilet qui indique la direction que le cycliste va prendre.....7
2.1. Le projet.....7
2.2. Pour définir les besoins.....7
2.3. Arduino et programmation.....10
2.4. Réalisation du prototype.....11
Conclusion, perspectives.....13

## Introduction :

Élèves de 1ere, nous participons, dans le cadre de notre A.P programmation, au concours « C-Génial Lycée ». Dans le cadre de l'amélioration de la sécurité, nous travaillons sur un projet de vêtement connecté.

Le projet que l'on a choisi est un peu la suite du TPE de trois d'entre nous, où l'on a découvert la programmation d'arduino sur un gant sonar pour mal voyants.



Arduino est un microcontrôleur qui a pour but de contenir un programme et de l'exécuter. On a voulu l'utiliser pour créer des vêtements connectés en lien avec la sécurité routière. Dans notre cas, il contiendra un programme contribuant à rendre les usagers plus visibles en bord de route, en l'appliquant à deux situations différentes : un gilet qui indique la direction que le cycliste va prendre (comme un clignotant de voiture) et un gilet qui rend visible le travailleur de bord de route quand une voiture pénètre dans une zone de travaux.

Notre problématique est donc la suivante : Comment améliorer la sécurité des usagers de la route en rendant visible l'usager quand c'est nécessaire, à l'aide de vêtements connectés ?

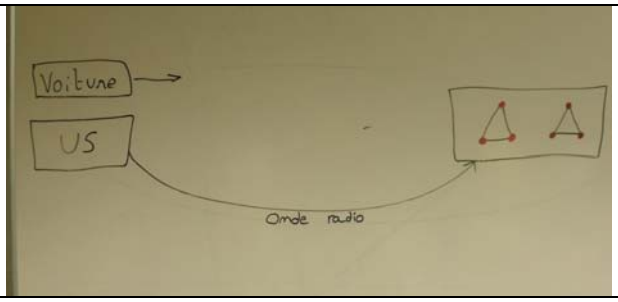
On a commencé par définir les besoins pour chacun des projets en allant demander à des travailleurs de bord de route et à des cyclistes leur avis. Puis nous avons cherché des moyens techniques pour y répondre, en utilisant Arduino et différents capteurs utilisables, ce qui nous a conduits à l'élaboration des programmes.

Lors de la conception du vêtement, nous avons repris l'idée d'origine d'un gilet jaune réfléchissant en le modifiant de manière à ce qu'il soit sécurisant et plus visible aux yeux des automobilistes. Des led clignotants ont été ajoutés sur le gilet.

## 1. Le gilet qui rend visible le travailleur quand une voiture rentre dans la zone de chantier

### 1.1. Le projet

Dans le cadre de l'amélioration de la sécurité, nous travaillons sur un projet de vêtement connecté. Pour diminuer les accidents au bord des chantiers et pour augmenter la protection des agents des espaces verts de la ville, nous avons imaginé un gilet connecté pour prévenir les automobilistes de leur présence.

| | |
|---|---|
| A l'aide du logiciel arduino on voulait programmer de telle sorte que quand la voiture entre dans la zone du chantier, elle soit détectée par un émetteur récepteur d'ultrasons (US). accroché sur le panneau, relié à un émetteur qui va envoyer des ondes radios pour que les diodes associées à un récepteur sur le gilet s'allument et clignotent. |  |

Nous sommes donc passés par les étapes de conception et de création afin de concrétiser ce vêtement. Notre groupe est composé de 8 élèves, étudiant en 1ere L ou en 1ere S : les littéraires travaillent comme journalistes : ils prennent des photos, vidéos, ils font du montage, des interviews et l'écriture du compte rendu final tandis que les scientifiques, eux, travaillent sur l'élaboration du vêtement, la couture et la programmation Arduino.

### 1.2. Démarche suivie pour définir les besoins

Afin de connaître au mieux les besoins des potentiels utilisateurs, nous avons été amenés à réaliser une interview de deux agents de la ville de La Ferté-Macé. Puisque ceux-ci travaillent sur le bord des routes, nous les avons interrogé afin de prendre connaissance de leurs conditions de travail, de leurs besoins mais aussi afin qu'ils nous donnent leur avis et qu'ils nous suggèrent des recommandations pour le vêtement.

Comment signalez-vous votre présence sur les zones de chantier ?
« Nous signalons notre présence par des panneaux de chantier et nous mettons aussi des plots avec bandes réfléchissantes et nous avons aussi des camions avec tri-flashs (clignotements pour la visibilité de loin) qui sont obligatoires sur la voirie et des bandes réfléchissantes sur les camions. Nous avons aussi des EPI (Équipement de protection individuelle) pour renforcer notre sécurité et visibilité.

- Sur votre EPI êtes-vous amenés à rajouter des éléments pour améliorer votre visibilité ? «Non, nous n'avons pas d'autorisation pour modifier quelque chose, on a uniquement des bandes réfléchissantes. »

- Quelles sont les procédures mises en place pour votre sécurité ? « C'est une procédure qui prend en compte des formations pour le balisage des routes (panneaux à mettre pour la visibilité), nous limitons les vitesses de 20km/h à chaque fois mais il y a aussi une distance à respecter entre chaque panneau. »

- Vous sentez-vous en sécurité sur le bord des routes ?
« Non, pas toujours même si le balisage est bien fait, les voitures roulent toujours vite il y a toujours un risque. Travailler en bord de route reste toujours dangereux. Il peut très bien y avoir un bon balisage mais une voiture qui passe trop près ou roule trop vite et ça devient dangereux pour nous. »

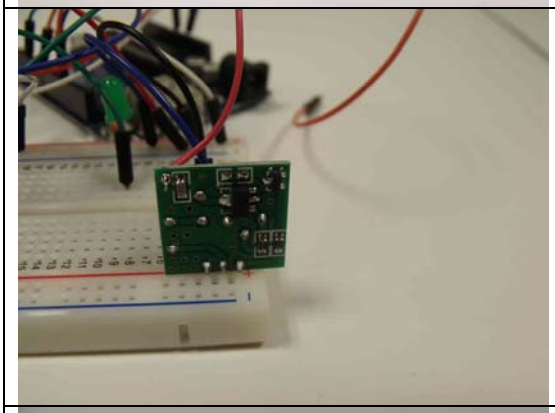
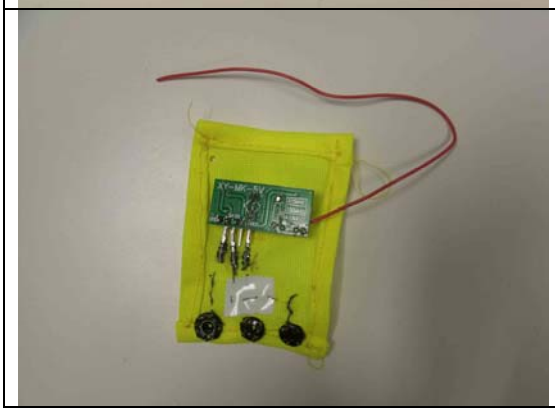
- Que pensez-vous de notre projet et le trouvez-vous intéressant ? « Oui, c'est toujours très bien quand il s'agit de la sécurité mais il faudrait que ce soit concret pour permettre de voir comment fonctionne le gilet. C'est un projet innovateur car la sécurité en bord de route c'est toujours important. »

- Où placeriez-vous l'émetteur ? « Le placer sur le premier panneau à l'entrée du chantier. Un panneau de chaque côté (50m du début du chantier) donc deux émetteurs à placer au moins. »

Le bilan établi est donc le suivant : étant donné les conditions actuelles de travail sur le bord des routes jugées dangereuses du fait de la circulation, les agents ne se sentent pas en sécurité, ce qui est très dérangeant pour mener à bien les actions qu'ils doivent réaliser. Ils trouvent donc que notre système de vêtement connecté serait très utile puisqu'il leur permettrait une meilleure visibilité donc une meilleure sécurité, ils aimeraient donc le tester.
Nous avons donc pris en compte leurs réponses pour pouvoir améliorer notre projet (position de l'antenne, de l'émetteur et couleur des led,...)

### 1.3. Arduino et programmation

Notre but est de réussir à programmer un émetteur-récepteur grâce au logiciel Arduino. Nous travaillons d'abord sur les ordinateurs afin de mettre au point le programme puis nous le téléversons sur le prototype, pour vérifier son efficacité et éventuellement corriger certains points. Une fois le programme terminé et vérifié, nous pourrons l'installer sur les lilypad (cf partie 2.3) qui seront intégrés sur les vêtements de chantier avec les autres composants nécessaires :

| | |
|---|---|
|  | Un émetteur récepteur d'ultrasons (US) sur le panneau pour détecter une voiture qui entre dans le chantier, il envoie des ultrasons et récupère l'écho, le programme mesure la distance (US-objet qui a renvoyé les ondes) en fonction du temps que les ultrasons ont mis à faire l'aller-retour. |
|  | Un émetteur d'ondes radio pour envoyer l'information jusqu'au gilet d'une portée supérieure à 50m en champ libre. |
|  | Un récepteur sur le gilet qui reçoit les ondes radio |

Afin de créer un gilet qui rend visible le travailleur quand une voiture rentre dans la zone de chantier il a fallu faire deux programmes : Le premier détecte les voitures qui entrent sur le chantier et envoie un signal à l'autre programme via ondes radio. Le second programme allume les diodes à la réception d'un message.

Pour programmer il a fallu poser des conditions, sur le programme de l'émetteur nous avons fait en sorte que si un obstacle se trouve à une distance inférieure à 4 m et supérieure à 1 cm, un message est envoyé au receveur. Tandis que sur celui du receveur si un message est reçu les diodes s'allument.

Programme de l'arduino émetteur qui sera posé sur la pancarte à l'entrée du chantier

emetteur | Arduino 1.6.6

Fichier Édition Croquis Outils Aide

emetteur

```
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);

  /* 2. Mesure le temps entre l'envoi de l'impulsion ultrasonique et son écho (si il existe) */
  long measure = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH, MEASURE_TIMEOUT);

  /* 3. Calcul la distance à partir du temps mesuré */
  float distance_mm = measure / 2.0 * SOUND_SPEED;

  /* Affiche les résultats en mm, cm et m */
  Serial.print(F("Distance: "));
  Serial.print(distance_mm);
  Serial.print(F("mm ("));
  Serial.print(distance_mm / 10.0, 2);
  Serial.print(F("cm, "));
  Serial.print(distance_mm / 4000.0, 2);
  Serial.println(F("m)"));
   if (distance_mm <1000&distance_mm > 10.0)
   {
  Serial.print("TX ... "); // On signale le début de l'envoi
    vw_send((uint8_t *)msg, strlen(msg)); // On envoie le message
    vw_wait_tx(); // On attend la fin de l'envoi
    Serial.println("Done !"); // On signal la fin de l'envoi
    delay(1000); // Et on attend 1s pour pas flooder
    }
  /* Délai d'attente entre 2 envois de son par trigger, permet de ne pas rater de pasage de voiture ? */
  delay(200);
}
```

mesure de la distance entre l'objet et le module US à partir du temps mis par les ultrasons à faire l'aller-retour entre l'US et l'objet détecté

affichage de la distance

envoi d'un signal si la distance est comprise dans l'intervalle 1m-1cm

Programme du lilypad receveur qui sera placé sur le gilet du travailleur

receveur433_for

```
  if (vw_wait_rx_max(200)) // Si un message est reçu dans les 200ms qui viennent
  {
      if (vw_get_message(buf, &buflen)) // On copie le message, qu'il soit corrompu ou non
      {
          Serial.print("RX : ");
          for (byte i = 0; i < buflen; i++) // Si il n'est pas corrompu on l'affiche via Serial
              Serial.print((char)buf[i]);

       //écrire ici la partie de code à effectuer quand un message est reçu

         //on crée une boucle qui se répète n fois
          for(int compteur=0; compteur<5;compteur++)
          //on initialise la variable compteur,
          //on donne une condition pour que la boucle se fasse,
          //on incrémente le compteur
          {  digitalWrite(7, HIGH);
           delay(500);
           digitalWrite(7, LOW);
           digitalWrite(8, HIGH);
           delay(500);
           digitalWrite(8, LOW);
           digitalWrite(9, HIGH);
           delay(500);
           digitalWrite(9, LOW);
           }
```

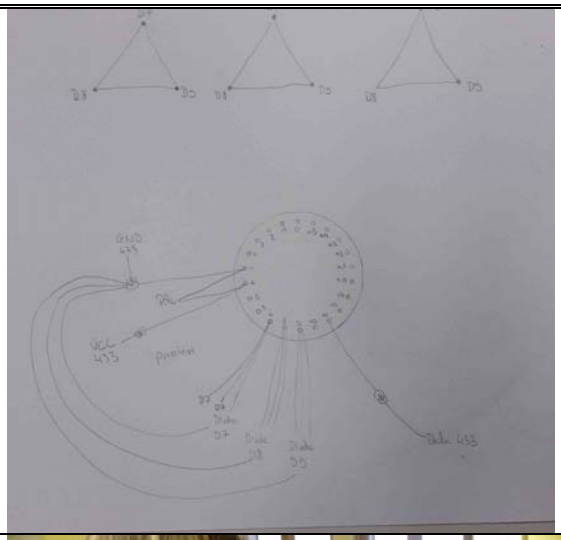
cette boucle permet de répéter l'opération d'allumage des led

les 3 led installées aux pointes des triangles s'allument à chacune leur tour pendant 500ms.

## 1.4. Réalisation du prototype

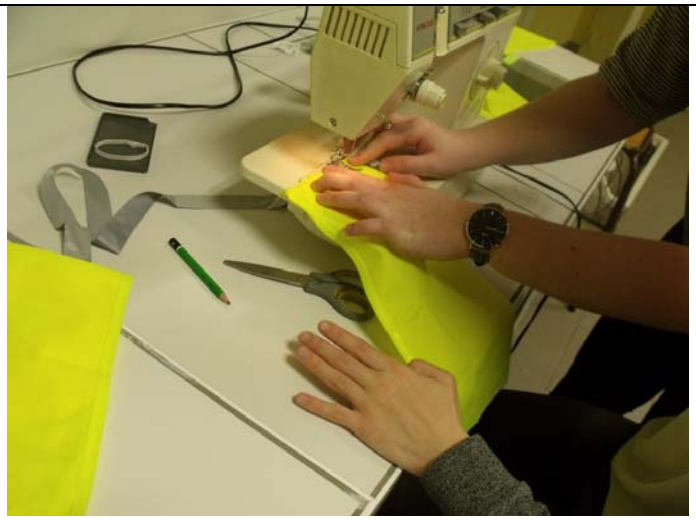
Les étapes de la réalisation du prototype :

| | |
|---|---|
| schéma du montage du lilypad, du récepteur et des led sur le gilet | Traçage sur le gilet |









Couture des triangles réfléchissants sur le gilet

Positionnement et couture des composants électroniques sur le gilet



Gilet terminé








Test du gilet en classe




La même démarche a été appliquée par un 2ème groupe d'élèves sur l'autre projet.

## 2. Le gilet qui indique la direction que le cycliste va prendre

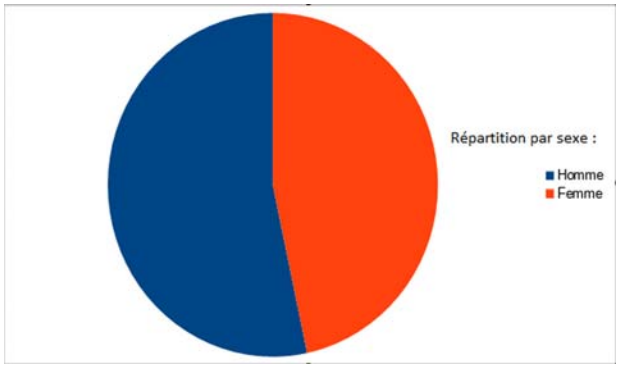
### 2.1. Le projet

Dans le cadre de ce projet AP nous voulions créer un vêtement pour cycliste (autre usager concerné par la sécurité sur les routes), capable d'émettre un signal lumineux pour le rendre plus visible lorsqu'il tourne, comme un clignotant, sans que cela soit trop encombrant.
Le choix s'est porté sur un gilet jaune avec led clignotant formant une flèche dans le dos, déclenché par un bouton.

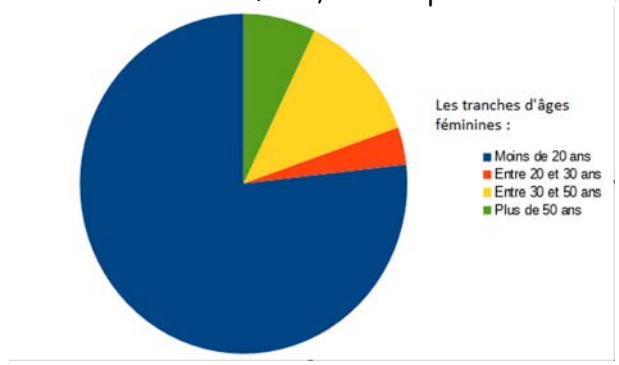
### 2.2. Pour définir les besoins

Sondage et résultats : Nous nous sommes chargés de la conception et de l'analyse d'un sondage afin d'aider nos programmateurs et couturiers à réaliser notre gilet connecté. Ce sondage permet à la fois de connaître les préférences de la majorité pour le positionnement des boutons mais également de savoir si le projet les intéresse et si, une fois terminé, ils porteraient notre gilet.

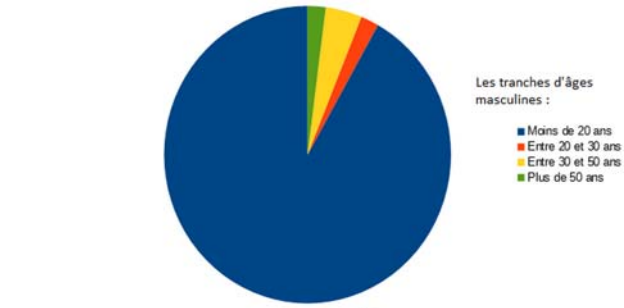
Sur 105 personnes interrogées, nous avons 47 % d'hommes et 53 % de femmes :




Pour ces dernières, 77 % ont moins de 20 ans, 3,4 % ont entre 20 et 30 ans, 12,5 % ont entre 30 et 50 ans et enfin 7,1 % ont plus de 50 ans.




Ensuite pour les hommes, 91,9 % ont moins de 20 ans, 2 % ont entre 20 et 30 ans, 4,1 % ont entre 30 et 50 ans et enfin 2 % ont plus de 50 ans.




**SONDAGE VÊTEMENT CONNECTÉ**

Lycée des Andaines

Nous sommes des élèves de première du lycée des Andaines, nous réalisons un projet dans le cadre du concours « Cgénial » . Le thème de cette année se trouve être les vêtements connectés, c'est pour cela que nous avons besoin de votre aide ! Notre objectif est d'avoir un gilet fluorescent réfléchissant sur lequel se trouve un bouton ; qui permet de déclencher un clignotant gauche ou droit, afin d'améliorer la sécurité des cyclistes.
Pour sa conception nous voudrions vous posez quelques questions :

Sexe : ☐ H ☐ F

Dans quelle tranche d'âge vous situez vous ?
- ☐ moins de 20 ans
- ☐ entre 20 et 30 ans
- ☐ entre 30 et 50 ans
- ☐ plus de 50 ans

Votre pratique du vélo ?
- ☐ jamais
- ☐ quelques fois
- ☐ souvent
- ☐ régulièrement
- ☐ quotidiennement

Portez-vous le gilet fluorescent de façon régulière ?
☐ Oui ☐ Non

Pour vous, le bouton serait mieux :
- ☐ sur les mains (si l'on rajoute des gants(ou autre) à notre gilet)
- ☐ sur les manches ( dans le cas où nous rajoutons des manches à notre gilet)
- ☐ En haut du gilet
- ☐ En bas du gilet
- ☐ Au milieu

Pensez- vous qu'il serait mieux de mettre les boutons clignotant gauche et droite cote à cote ?
☐ Oui ☐ Non

Si vous avez d'autres propositions de l'emplacement des boutons (indiquez sur l'image si dessous).

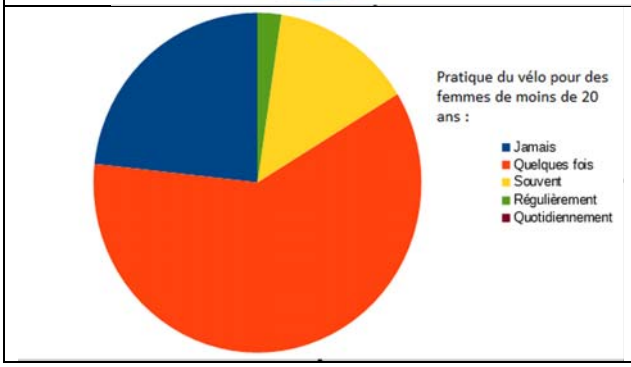


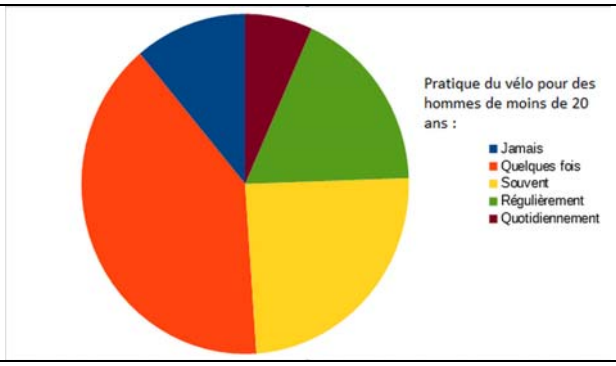
D'autres remarques.....
.....
.....
.....
.....

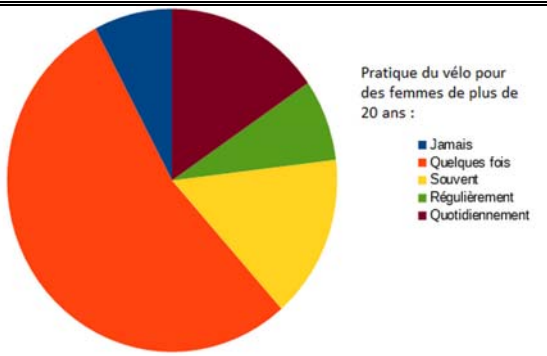
Êtes-vous intéressé(e) par notre idée ?
☐ Oui ☐ Non

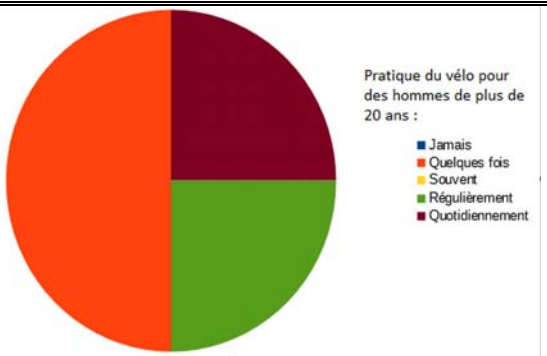
Merci de votre participation.

Répartition des sondés par tranche d'âge

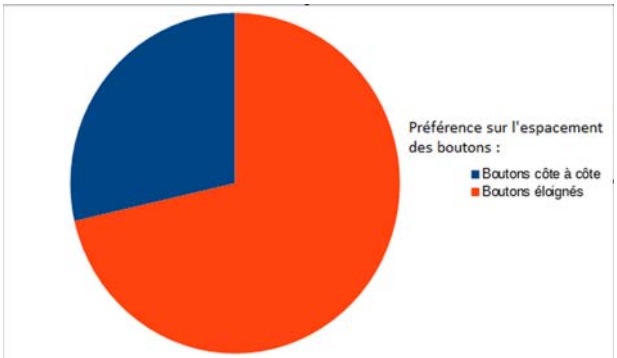


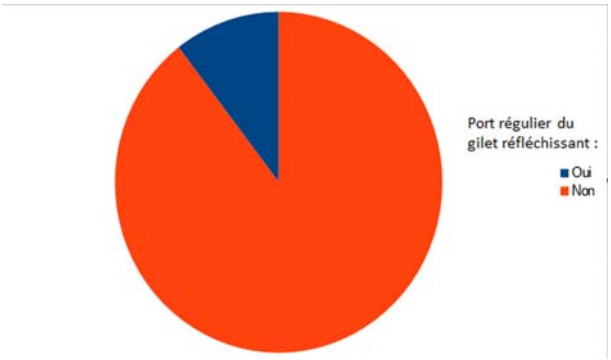


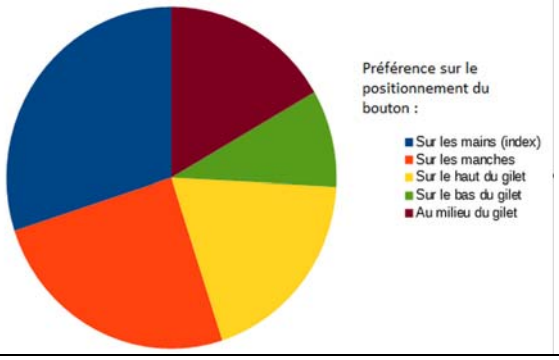

La grande majorité des sondés (72 %) préfèrent deux boutons distinct pour contrôler les clignotants.



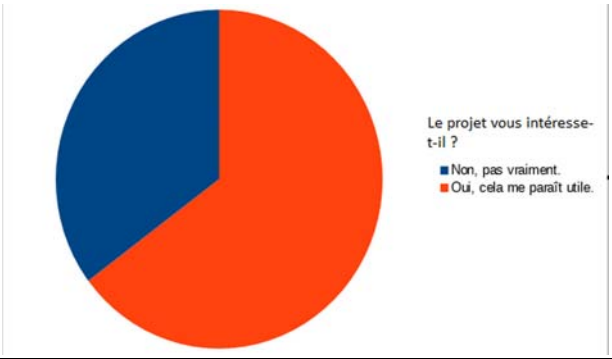

Sur la totalité des sondés, seul 10,5 % porte le gilet fluorescent de façon régulière.




L'emplacement préféré pour le bouton se trouve être l'index avec plus de 34 %.




Près de deux tiers des personnes interrogées se disent intéressées par notre projet.




Vincent et Alice se sont aussi occupés d'interviewer deux sportifs. Cyprien élève de terminal scientifique au lycée des Andaines. Il pratique le vélo depuis son plus jeune âge. Passionné par ce sport, il nous confie qu'il peut en faire jusqu'à 5 fois par semaine. Ce qui lui permet d'avoir aujourd'hui le titre de champion de Normandie de cyclo-cross. Ensuite, nous avons interrogé Cyril agent de la ville. Il fait du vélo de manière régulière depuis trois ans sur les routes. Les deux interrogés nous ont avoué qu'ils ne se sentaient pas en sécurité sur les routes, ainsi cela nous a confortés dans l'idée que notre projet peut être intéressant et utile. L'objectif premier de ces entretiens était d'aider les programmateurs et couturiers à confectionner le gilet connecté en tenant compte de leurs remarques par exemple la position du bouton qui déclenche le clignotant. Cyril nous confie d'ailleurs qu'il serait préférable de le mettre au niveau de l'index afin de ne pas être déséquilibré. Mais aussi que celui-ci soit actionné au minimum 20 secondes. A la fin, Cyprien et Cyril nous ont déclaré qu'ils seraient d'accord pour porter notre gilet connecté et que notre idée les intéressait. Ces interviews nous ont beaucoup aidé pour avancer dans le confectionnent du gilet.



Interview de Cyril, triathlète

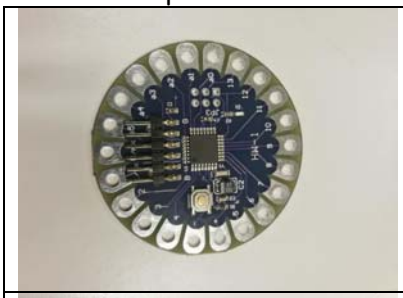
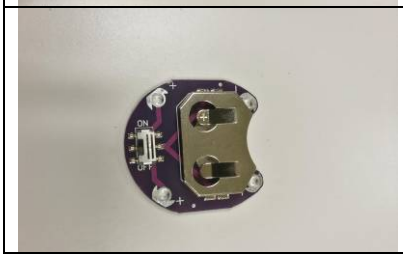


Interview de Cyprien, champion de Normandie de cyclocross

Grâce au sondage réalisé, nous avons pu savoir quelles étaient les préférences de toutes les personnes qui ont répondu au sondage. La plupart préféraient, comme nous, l'idée d'un bouton sur les mains, alors nous avons décidé de créer des manches car cela est plus pratique pour y coudre les bagues abritant les boutons.

### 2.3. Arduino et programmation

Pour créer cette veste clignotante, il a d'abord fallu faire une liste de matériel adéquat pour le projet. Cette liste se compose :

| | |
|---|---|
|  | D'un LilyPad qui servira à programmer les LED pour qu'elles soient utilisées comme des clignotants. Il se trouvera dans le haut du dos pour éviter de gêner le cycliste |
|  | De LED pour créer un signal lumineux. Disposées à l'arrière pour former une flèche, elles permettront de donner plus de visibilité. |
|  | De fil conducteur à coudre. Il permettra de faire passer l'électricité du LilyPad aux LED mais aussi… |
|  | De boutons qui permettront d'actionner le LilyPad qui lui, fera passer le message aux LED. Ils seront placés sur l'index et s'actionneront avec le pouce. |
|  | D'un système d'alimentation à pile pour que tout le circuit fonctionne. Celui-ci sera placé au dessus du LilyPad pour éviter de rajouter plus de fil que prévu. |

Nous avons créé un programme pour utiliser le LilyPad. Nous voulions qu'il puisse, avec 12 diodes, créer un dessin : une flèche, dans les deux sens suivant la direction voulue.

project_final | Arduino 1.6.6

Fichier Édition Croquis Outils Aide

project_final

```
switchValG=digitalRead(boutonPinG);
 delay(100);
 if (switchValD ==HIGH){
   digitalWrite(D3, LOW);
   digitalWrite(D4, LOW);
   digitalWrite(D5, LOW);
   digitalWrite(D6, LOW);
   compteurD == 0;

 }
 if(switchValD ==LOW){
   compteurD = compteurD+1;}

   if( compteurD < 30 & compteurD > 0)
   {
   compteurD = compteurD+1;
 digitalWrite(D3, HIGH);
 delay(100);
 digitalWrite(D3, LOW);
 digitalWrite(D4, HIGH);
 delay(100);
 digitalWrite(D4, LOW);
 digitalWrite(D5, HIGH);
 delay(100);
 digitalWrite(D5, LOW);
 digitalWrite(D6, HIGH);
 delay(100);
 digitalWrite(D6, LOW);

}
if ( compteurD > 30)
{
  compteurD =0;
}
```

cette ligne sert à activer la boucle uniquement si le bouton est actionné

le compteur sert à répéter la boucle trente fois ( répéter les actions ci-dessous )

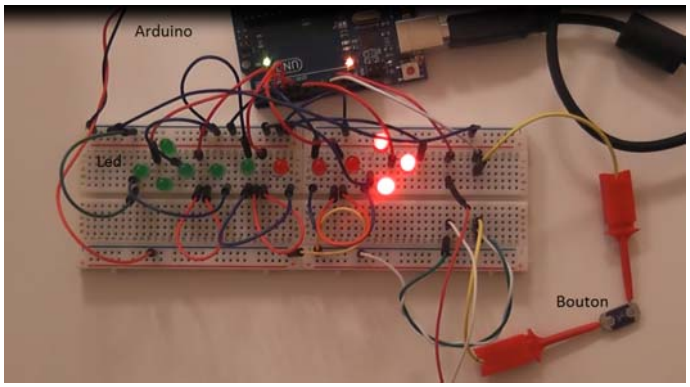
ces lignes codent la commande qui sert à allumer une led, ici D3, pendant un délai de cent millisecondes puis à éteindre cette même led

cette commande sert à remettre le compteur ( qui va de 0 à 30 ) à zéro. le programme se réinitialise, il est ainsi de nouveau possible d'activer la flèche vers la droite ou vers la gauche

1 Arduino/Genuino Uno on COM1

Il se compose d'un compteur qui permet de faire s'allumer la flèche choisie, plusieurs fois, comme un répéteur. Il se compose également de deux boutons (situés sur les bagues) qui permettent d'actionner la flèche correspondante (gauche et droite). Les diodes ne s'allument pas toutes en même temps, en effet, celle-ci forment un dessin qui part du centre du gilet et qui se déplace jusqu'à une extrémité.

présentation des premiers résultats obtenus avec arduino

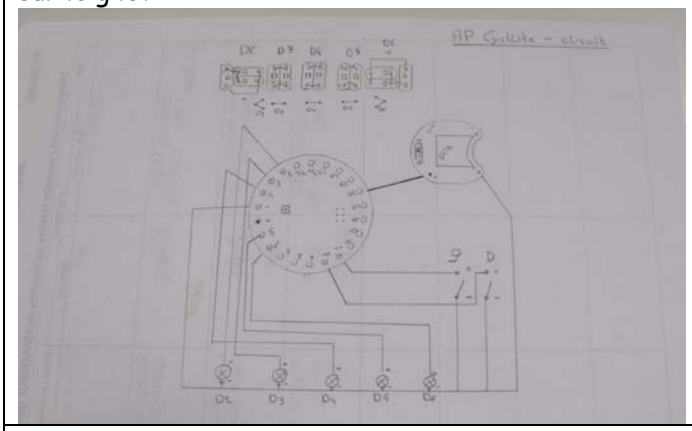



## 2.4. Réalisation du prototype

Ensuite, une fois tous les composants choisis nous avons commencé à travailler sur le gilet. En effet le gilet jaune réfléchissant « classique » ne nous convient pas car dans l'idée que nous avons choisie, il faudrait des manches et des « bagues » en tissu pour y placer les boutons. Alors nous avons tracé le patron du gilet avec ses manches et découpé des manches dans un deuxième gilet puis cousu celle-ci sur un gilet jaune normal.



Schéma de montage du lilypad, des led et des boutons sur le gilet



Puis au crayon à papier nous avons tracé l'emplacement du LilyPad, de la pile et les diodes sur le gilet et les boutons sur les bagues, près des manches.



Finalement on a pu coudre tous les composants avec le fil conducteur à l'aide de toutes les étapes de marquage.



Puis nous avons transféré le programme Arduino sur le LilyPad et testé le gilet terminé.



Veste complète



Détail du bouton sur le doigt



**Conclusion, perspectives**

Nous avons donc travaillé sur deux projets différents de vêtement connecté en parallèle : un gilet de chantier et un gilet pour cycliste, l'objectif étant d'améliorer la sécurité des usagers dans deux situations différentes mais dangereuses sur la route.

Ces projets nous ont permis d'aborder la programmation mais aussi toutes les étapes de la conception d'un produit : recherche de solutions adaptées aux demandes des usagers, utilisation de matériel électronique pour e-textile, couture et optimisation du placement des constituants sur le vêtement…

Il ne nous reste plus qu'à réaliser des tests en situation réelle, ce à quoi nous ont invité les agents de la ville qui trouvent notre projet de gilet pour chantier très ingénieuse et sécurisante. D'autre part, Cyprien et Cyril sont prêts à tester le clignotant pour cycliste.

Le but ultime est de proposer nos deux projets à une entreprise pour obtenir leur aide et leur expérience, pour ensuite les développer et les commercialiser. La ville de la Ferté Macé pourrait ainsi en équiper les agents travaillant sur le bord de la route. Les élèves cyclistes du lycée ou des clubs cyclistes et de triathlon pourraient le porter et rouler ainsi plus sereinement.



Les élèves de 1ère du groupe d'accompagnement personnalisé 1SL « vêtement connecté » du lycée des Andaines

Alice COURGENOUL; Antonin LECLERC; Adeline ONFRAY; Coline PAVIC ; Charlotte ROBILLARD ; Emma POUCHIEU; Florian THOUMAZET; Logan SALMON; Manuela FIGUIN; Mathis GUENERIE; Naomi CARRERAS ESTERLINGOT; Pauline BOUILLY; Romy FRANCOIS; Rémi GERAULT; Robin RIBLIER; Suan-Ly PONTALIER; Vincent COULON

Merci à

La ville de la Ferté Macé et ses agents Cyril Duchemin et David Simon
Cyprien Gilles, élève du lycée et champion de Normandie de cyclocross
Sciences à l'école et C Génial