Sciences à l'École

CONCOURS CGÉNIAL 2018

FONDATION CGENIAL

RÉSEAU BOUTI CYCLE

Vers un monde qui roule

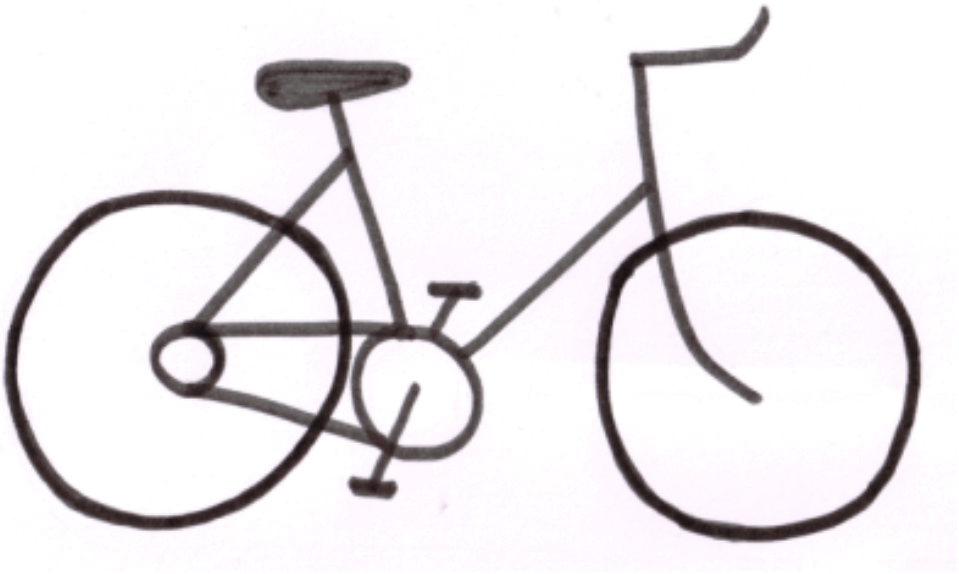
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

académie Montpellier

Région académique OCCITANIE

Lycée Arago PERPIGNAN

RECHARGER SON TÉLÉPHONE À VÉLO !



1e S4, Lycée François Arago, Perpignan

Manon Faivre, Manon Guerin, Emma Lillo encadrées par M. Auriol

RÉSUMÉ :

Notre projet concerne un objet devenu important dans notre société actuelle : le téléphone portable. Imaginez juste une seconde que l'on puisse recharger son smartphone avec une simple activité de loisir comme le vélo. Notre vie ne deviendrait-elle pas plus simple ?

Nous allons alors vous démontrer que ce concept est possible, et à moindre coût.

Remerciements : Lycée Arago de Perpignan pour le matériel et les salles,
M. Auriol notre professeur
M. Beuraert, l'électronicien
Bouticycle, magasin de vélo
Paul Galea, cycliste utilisateur d'une solution du marché.

Retrouvez notre vidéo de 5min ici : https://www.dailymotion.com/video/x6gb1fr

Sommaire :

INTRODUCTION

I. **Caractéristiques**
   1. Du courant nécessaire pour la batterie
   2. Du courant que l'on peut fourni avec un vélo

II. **Le circuit électrique**
   1. Transformer le courant
   2. Allumer des phares
   3. Transmettre des données

III. **Organisation**
   1. Les tests sur le vélo
   2. Disposition des composants
   3. Résultats
   4. Coût de notre réalisation

IV. **L'application mobile**
   1. Démarche de recherche
   2. Tests et résultats

CONCLUSION

INTRODUCTION :

Le téléphone portable est un outil désormais essentiel à notre vie quotidienne, et son principal problème est sans doute son autonomie car sa batterie se décharge très rapidement. Nous devenons dépendants des prises du secteur, et donc de l'électricité fournie par EDF dans toute la France.

Connaissant l'impact sur l'environnement de toutes les sources de production d'électricité en France, nous avons voulu pouvoir recharger nous même notre smartphone, de façon indépendante et en polluant le moins possible.

Le vélo est un transport doux qui, nous n'y pensons pas toujours, peut transformer une partie de notre énergie musculaire en énergie électrique. Ainsi, si nous arrivons à adapter le courant qu'il produit à celui de notre téléphone, l'autonomie de l'appareil se prolonge durant les trajets, et en même temps, la personne pratique une activité physique.

Tout cela nous paraissaient être des arguments largement suffisants pour mener à bien notre projet. Cependant, il existe déjà sur le marché des solutions pour recharger son smartphone à vélo. Nous avons donc voulu le concevoir nous même, avec un maximum de matériel de récupération, et à moindre coût.

De plus, nous avons eu l'idée d'utiliser une partie de la tension stabilisée pour assurer un éclairage constant du phare et du feu arrière du vélo, mais mieux encore, de rendre notre chargeur communiquant.

Aussi, l'idée de concevoir une application mobile nous paraissait intéressante. Nous voulions pouvoir consulter, en temps réel, les données fournies lors de la recharge, et étions très curieuses du processus de conception d'une application mobile.

Nous voilà donc parties dans un projet scientifique long et laborieux, concevoir un chargeur de batterie à partir d'un vélo. Notre professeur de physique-chimie, M. Auriol, nous a été d'une grande aide pour le réaliser, ainsi que M. Beuraert, un électronicien et le magasin Bouticycle pour la vente et le prêt de matériel.

NOTRE PROBLÉMATIQUE :

Comment réduire l'empreinte carbone de nos appareils nomades ?

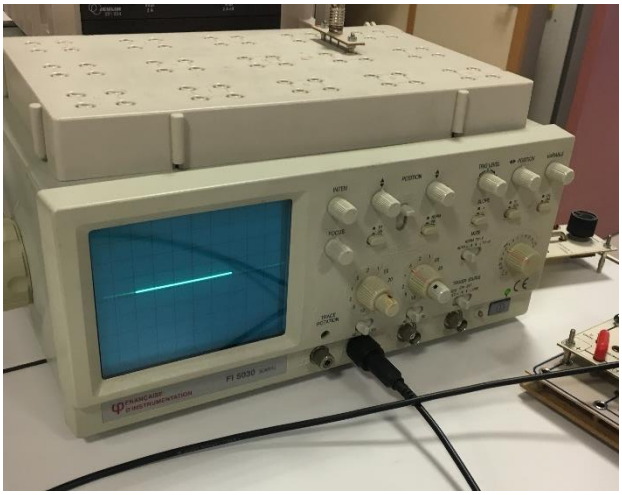
I. CARACTERISTIQUES

Avant de commencer, nous avons analysé les caractéristiques du courant de chaque élément pour évaluer le travail à réaliser sur cette partie du projet.

1. Caractéristiques du courant nécessaire pour la batterie

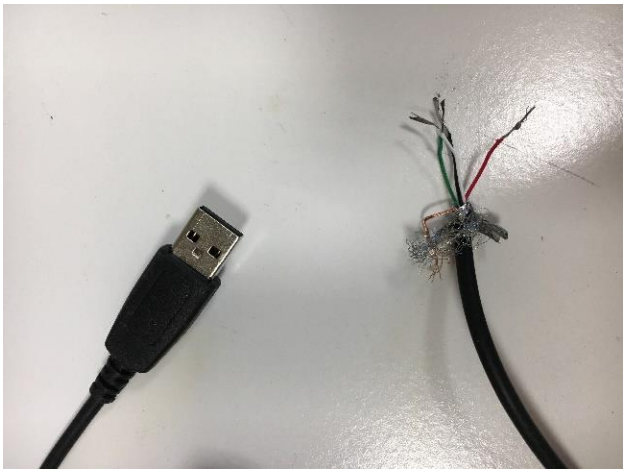
Nous avons tenté de comprendre quelles étaient les caractéristiques du courant dont a besoin l'accumulateur du smartphone pour se recharger.

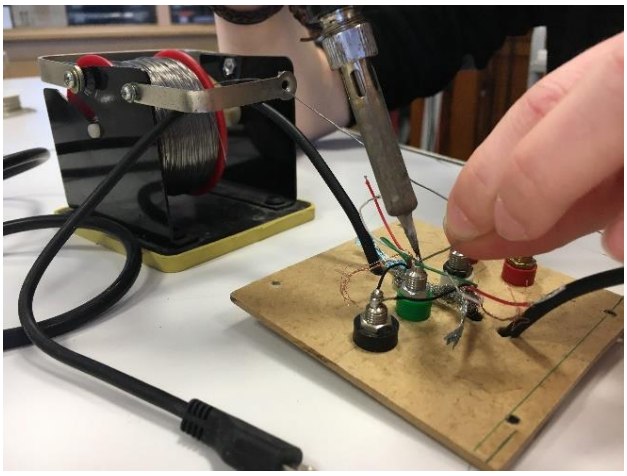
Nous savons que les chargeurs classiques branchés sur le secteur permettent de fournir un courant continu de 5V au téléphone.

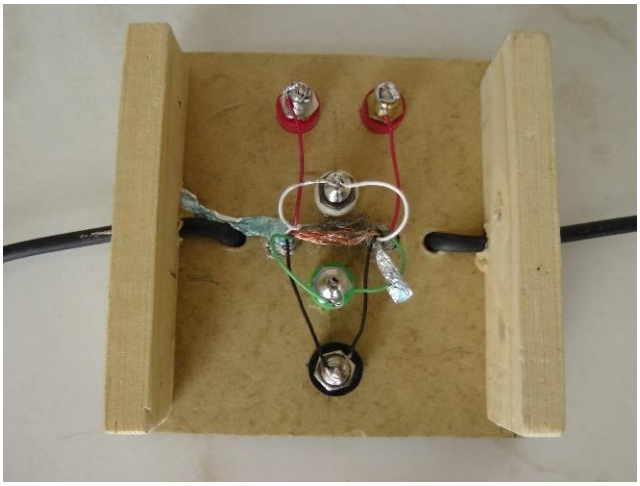


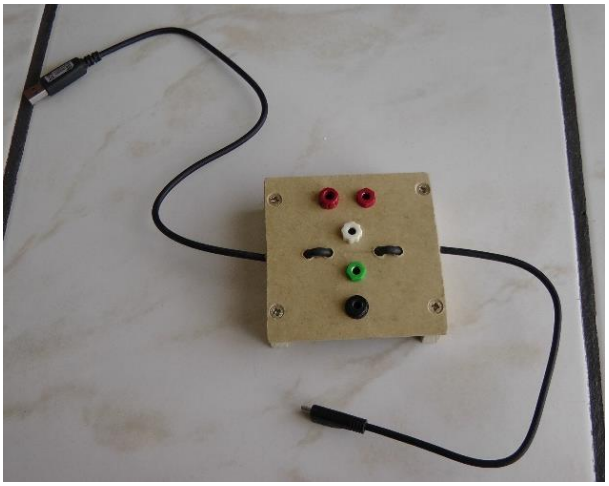
Cependant, les informations concernant l'intensité étaient inaccessibles. Nous avons donc décidé d'ouvrir un câble USB-microUSB mâle, et de séparer les fils.

Après quelques soudures, nous avons pu intercaler un multimètre (sur le mode ampèremètre) au niveau du fil au potentiel 5V, le rouge, et ainsi mesurer l'intensité consommée par un appareil lorsqu'il est branché sur le secteur. Cependant, nos tests ne sont pas très concluants, nous avons obtenu des résultats très différents d'un smartphone à un autre, et d'un adaptateur à un autre. Nous en avons simplement retenu que l'ordre de grandeur de 100 mA à 200 mA souvent rencontré était compatible avec l'intensité fournie par l'alternateur de bicyclète, couramment appelé « dynamo ».









En effet, les caractéristiques technique de ce générateur sont 6 V efficace et 3 W maximum.

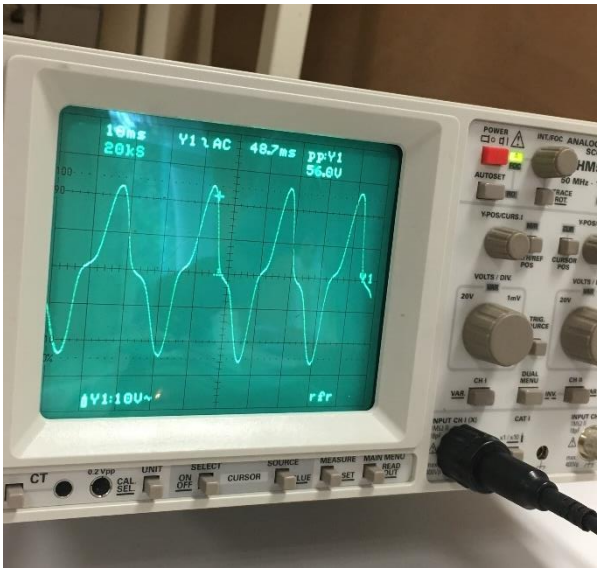
Nous nous demandions alors, combien de temps faut-il pour recharger un smartphone. Nous avons fait des expériences sur deux téléphones de modèles différents, IOS et Android, nous les avons soumis à des conditions différentes, éteints ou en utilisation (avec activation des données mobiles), et avec, successivement, des chargeurs différents, pour tenter de représenter tous les cas de figure. La moyenne de tous ces relevés est de environ 0,9 % de recharge par minute, soit 1 h 50 min pour une recharge complète. Cependant, ces résultats ne sont pas à prendre comme une vérité générale, c'est en effet une moyenne. Chaque smartphone se recharge d'une façon différente, selon son modèle, l'âge de son accumulateur, les conditions d'utilisation et le chargeur utilisé.

Désormais, nous pensons connaître suffisamment de conditions à la recharge d'un smartphone : un courant continu de 5V de tension, quelques centaines de milliampères d'intensité en moyenne, et 1 h 50 de temps de recharge.

2. Caractéristiques du courant que l'on peut fourni avec un vélo

Premièrement, nous nous demandons comment récupérer l'énergie de la roue de vélo et quelle sont ses caractéristiques.

Nous avons fixé une « dynamo » de bicyclette sur la roue arrière du vélo pour récupérer l'énergie cinétique de celle ci. En observant et en analysant le courant en sortie de l'alternateur à l'aide d'un oscilloscope, nous avons remarqué que le courant alternatif prenait la forme de pics allants jusqu'à 10 V d'amplitude.



Ensuite, nous avons retrouvé l'intensité qu'un alternateur peut fournir à partir de la tension et de la puissance :

$I = \frac{P}{U}$

$I = \frac{6}{3}$

$I = 0{,}5\ A$

Ainsi, il nous faut transformer ce courant alternatif en courant continu de 5V, mais l'intensité est tout à fait convenable.

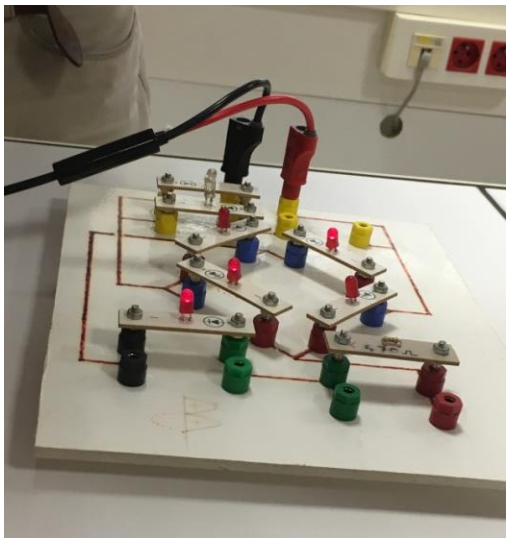
II. LE CIRCUIT ELECTRONIQUE

Nous allons nous intéresser à la réalisation du circuit électronique, maintenant que nous connaissons les caractéristiques des courants.

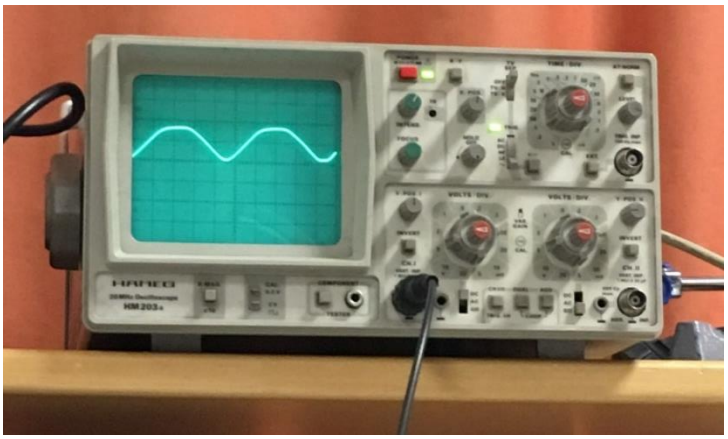
1. Transformer le courant

Nous cherchons à **transformer le courant** au sortir de l'alternateur pour qu'il recharge l'accumulateur.

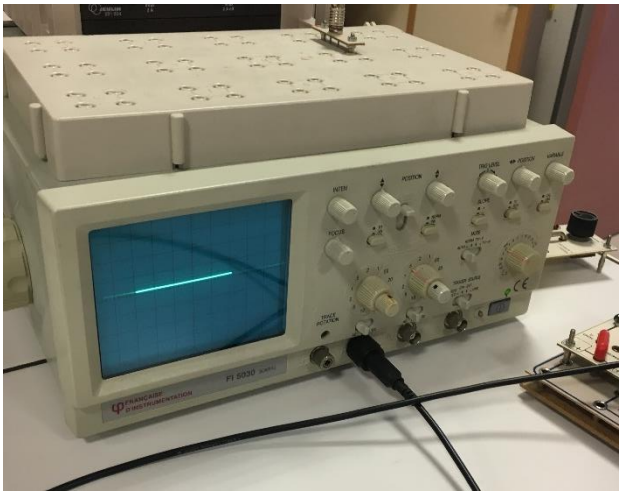
Nous avons fait des recherches et des tests pour réussir à transformer ce courant alternatif en courant continu de 5V.

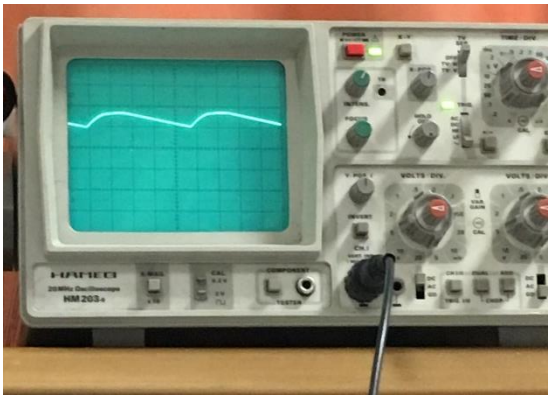


Tout d'abord, nous avons besoin d'un **pont de diodes**, qui permet de profiter des deux alternances de courant, positives et négatives, en rapportant le motif négatif dans le positif. Cela permet de ne **pas perdre de puissance**.



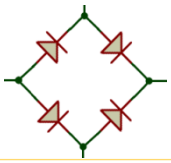
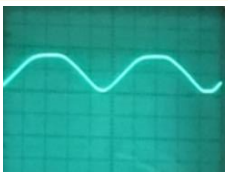
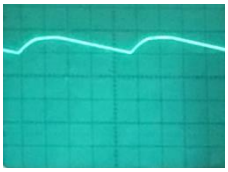
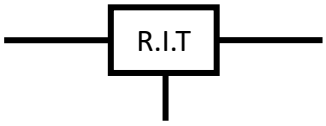
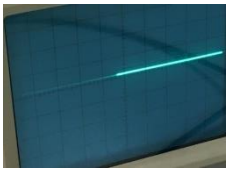
Ensuite il faut un **condensateur**, qui permet d'**empêcher** notre courant de **redescendre à zéro**. Cependant, celui-ci n'est pas continu.





Enfin, **le régulateur** stabilise le courant, il sera dorénavant légèrement plus bas (on le choisit spécialement à 5V), mais **continu et régulier**.

Grâce à ces trois composants à la suite de l'alternateur, on obtient un courant continu de 5V parfait pour recharger un téléphone.

COMPOSANT	SYMBOLE	COURANT (vu à l'oscilloscope)
APRÈS LA DYNAMO		
PONT DE DIODE		
CONDENSATEUR		
RÉGULATEUR		

2. Allumer des phares

Nous allons maintenant nous demander comment faire pour allumer aussi des phares de vélo.

Nous avons choisi d'allumer une, voire deux DELs rouge pour l'arrière du vélo. Elles ont besoin de 1,6V ainsi que de 20mA maximum, il faut être très prudent car un petit dépassement pourrait griller les DELs. Pour les DEL blanches de l'avant, nous avons 3,1 V et 20 mA maximum.

$R = \frac{U}{I}$

$R = \frac{3,1}{0,02}$

R = 155,0 Ω -> R = 180 Ω

P = U x I

P = 3,1 x 0,02

P = 0,062 W < 0,25W

$R = \frac{U}{I}$

$R = \frac{1,6}{0,02}$

R = 80,0 Ω -> R = 100 Ω

P = U x I

P= 1,6 x 0,02

P = 0,032 W < 0,25 W

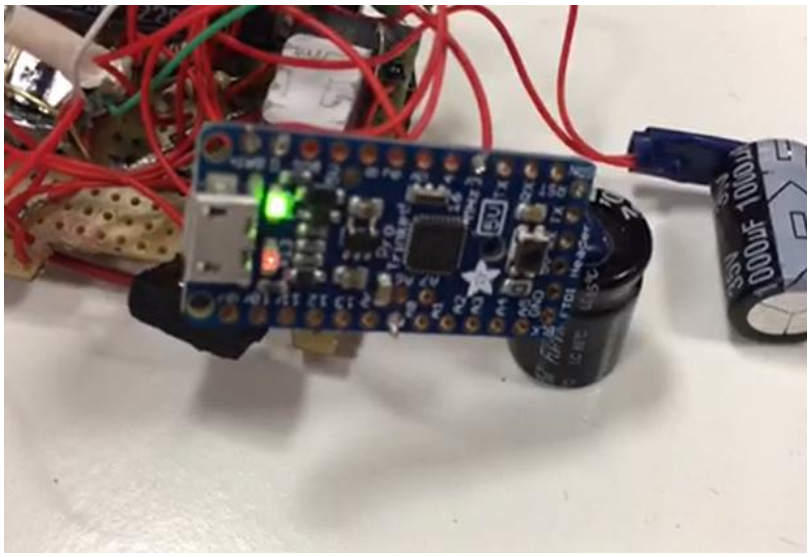
Soit une résistance de 180 ohms pour chaque DEL de l'arrière et 100 ohms pour celles de l'avant. Toutes ces résistances ont une puissance caractéristique de 0,25 W.

3. Transmettre des données au téléphone

Pour concevoir notre application, nous avons besoin de transmettre des données de l'alternateur au téléphone. Pour cela, nous avons choisi d'intégrer une petite carte Arduino au circuit. Nous avons choisi de récupérer **des informations sur l'intensité** pour en déduire la **puissance de charge** grâce à une résistance de 0,5 ohm. Il s'agit d'un système qui, en quelques sortes, fonctionne par paliers (1024 paliers). Ces données correspondent à une entrée analogique de la carte Arduino.

Ensuite, on récupère des informations sur **la vitesse du vélo**, et, une fois traitées, sur la **distance parcourue,** avec un système qui compte le nombre de pics de tension au niveau du courant qui sort de la « dynamo ». Pour cela, il nous faut diviser cette tension par deux, car elle est trop élevée pour en récupérer les informations. On intègre donc un pont diviseur de tension, soit, deux résistances en série avant le pont de diodes. Ces données sont transmises à une entrée logique de la carte Arduino.

L'Arduino enverra toutes les secondes (ou moins s'il on veut) deux entiers : l'intensité consommée en mA et le nombre de pics.



Sur cette photo, on peut observer que des lumières s'allument sur la carte Arduino, nous avons programmé la carte pour que la lumière rouge clignotte à chaque détection d'un pic de tension.

Le programme qu'exécute la carte est disponible en pièce jointe de ce compte rendu.

III. ORGANISATION

1. Les tests sur le vélo

Pour réaliser nos tests et nos manipulations, nous avions tout d'abord retourné un vélo afin de pouvoir faire tourner la roue arrière en laissant le vélo immobile. Nous avons ensuite construit un support de vélo en bois, pour plus de commodité. Cependant, il était fragile et nos tests étaient faussés car il s'agissait d'un vélo de taille enfant.

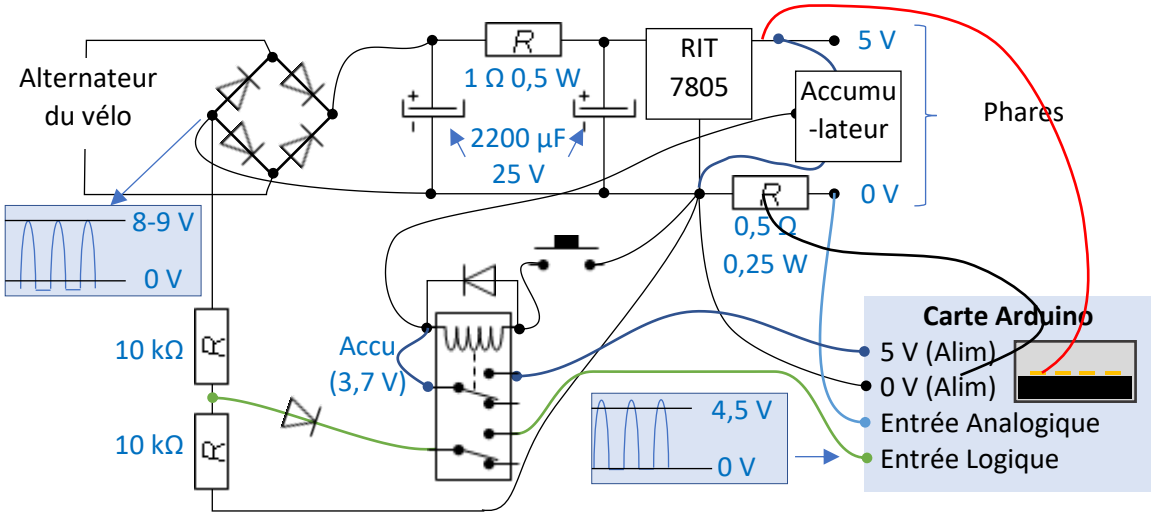
Manon Faivre a donc ramené au lycée un vélo taille adulte, lui appartenant, et nous avons alors commencé une démarche de collaboration avec des magasins de vélo. Nous nous sommes déplacées dans plusieurs magasins de Perpignan afin de présenter notre projet, à la recherche d'un support à moindre coût pour faire du vélo sur place, en laissant la roue arrière tourner.

C'est finalement le magasin Bouticycle qui nous a installé une double béquille centrale renforcée, ainsi qu'une planche et des sangles. Ce système étant très fonctionnel et à moindre coût, nous estimons que nos démarches ont grandement favorisées la réussite de notre projet, puisque sans cette collaboration, il nous était impossible de faire des tests fiables et de longue durée.

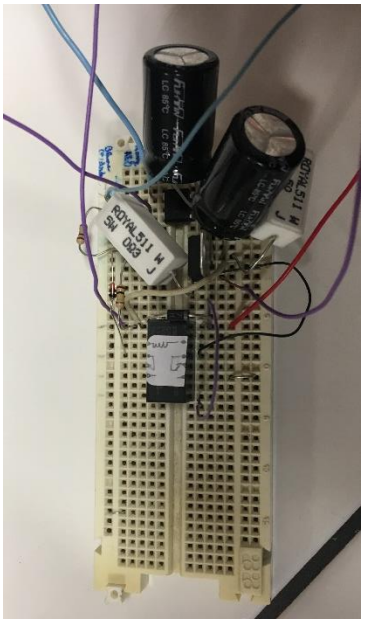
2. Disposition des composants

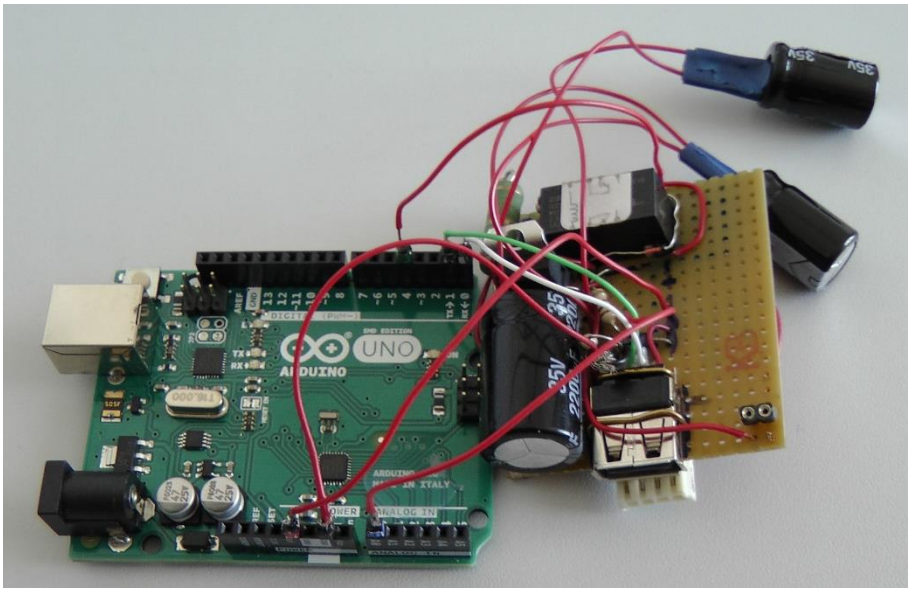
Désormais, nous disposons de toutes les informations sur chaque composant qui sera présent dans notre circuit. Nous avons fait appel à un spécialiste, M. Beuraert, qui est électronicien, pour qu'il nous conseille sur la partie conversion du courant et le choix des caractéristiques des composants correspondants. Il faut en effet un courant bien stabilisé pour alimenter des appareils sensibles tels qu'un smartphone ou la carte Arduino. D'autre part, nous avons par exemple la présence, sur notre circuit, d'un relais qui protège la carte en isolant une entrée lorsque elle n'est pas alimentée.

Voila à quoi ressemble le schéma de notre circuit :



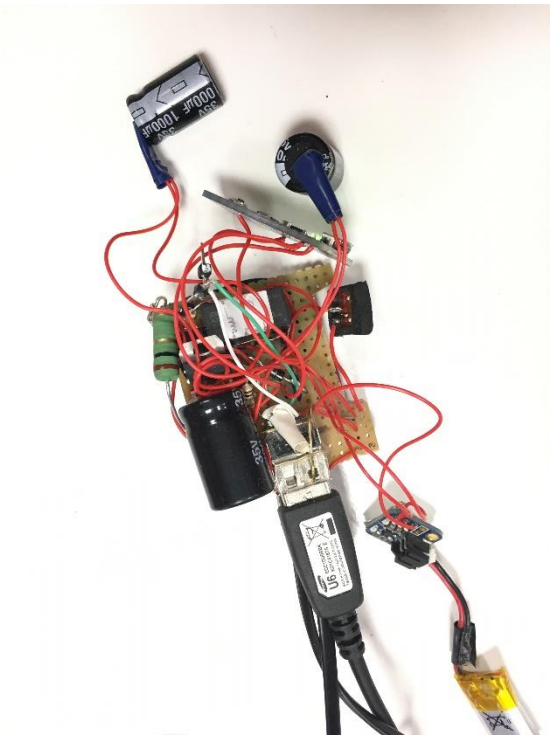
Nous avons commandé les composants, les avons installés sur une plaquette de test pour vérifier le bon fonctionnement du montage et les avons finalement soudés sur une platine définitive. Le soudage fut un moment particulièrement délicat qui a demandé beaucoup d'heures. Il a fallut faire des tests à chaque étape pour être sûr de ne pas faire d'erreurs de montage ou de soudures défectueuses.



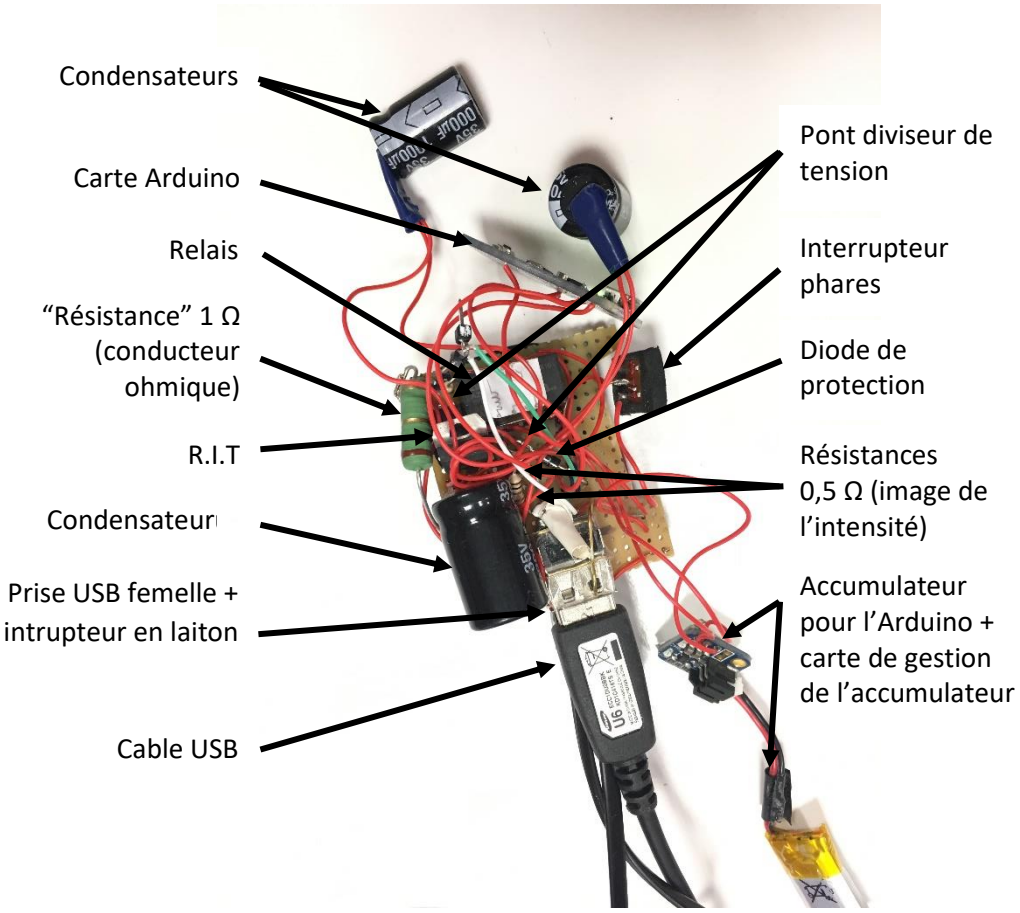


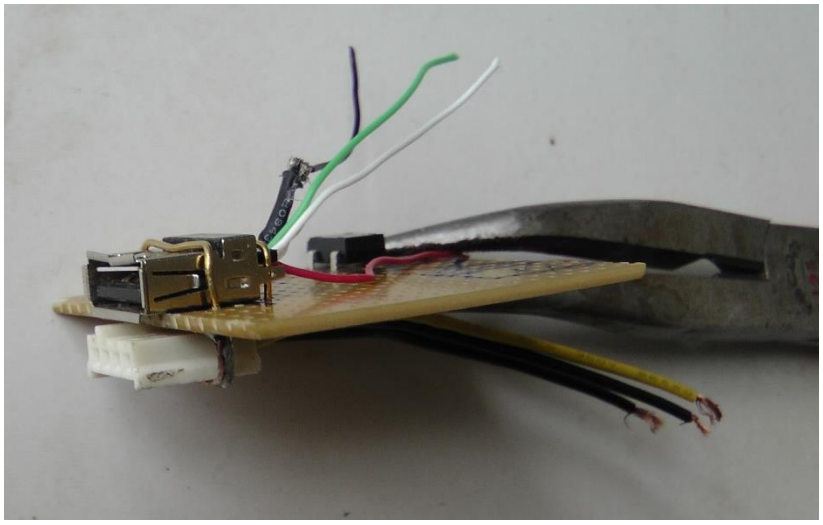
Sur la photo, on voit le montage relié avec une carte arduino bien plus grosse que celle que nous avons commandé, il s'agit d'un montage de tests. Nous avons en effet eu quelques problèmes avec la livraison de la mini carte Arduino, elle a mis du temps avant d'arriver.

Voici une photo sur laquelle tous les composants sont fixés. Par soucis de place, nous avons séparé les consensateurs en trois. L'intégralité des composants ne sont pas visibles à cause des très nombreux fils. De plus, nous avons finalement reçu la carte Arduino, ainsi qu'un accumulateur qui permet de l'alimenter et une petite carte qui gère la charge de ce même accumulateur.



Plus bas, on retrouve la photo légendée de notre circuit.





Sur cette photo, on peut voir , en dessous de la plaque, la fiche blanche sur laquelle on branche le câble venant de l’alternateur, et au dessus, la prise USB femelle, sur laquelle on branche un câble jusqu’au smartphone. Cette prise est accompagnée d’un interrupteur réalisé avec du fil de laiton (pas encore monté ici), qui active le relais mettant la carte Arduino en marche dès qu’un câble est branché.

Pour poursuivre sur la disposition des composants, nous pensions au départ concevoir un boîtier à l’aide d’un logiciel de modélisation 3D et l’imprimer dans le FabLab de Perpignan.

Cependant, le temps nous a manqué et nous avons trouvé entre temps une autre solution. Nous avons récupéré une ancienne lampe de vélo à piles et l’avons vidée de ses composants et aménagée. Elle se retrouve être finalement une très bonne solution car elle est fixable sur un guidon, et cela nous permet d’avoir un seul boîtier pour le circuit et le phare. De plus, elle est discrète, elle

passe pour une simple lampe de vélo, le risque de vol est donc moins important : le vol était une de nos grandes préocupations.

Sur le bord du boîtier, on pourra retrouver un petit interrupteur qui permet d'allumer ou d'éteindre les phares.

3. Résultats

Au niveau de la recharge du téléphone, tout a fonctionné ou presque.

Nous avons eu des soucis avec le relais. Nous pensions au départ que la batterie du téléphone pouvait alimenter le relais et la carte lors des arrêts à vélo, mais une fois le circuit réalisé, nous nous sommes rendues compte que ce n'était pas le cas : le smartphone accepte le courant d'un générateur mais n'en fournit pas.

Nous avons résolu le problème en installant, comme nous en avons parlé plus haut, un petit interrupteur en laiton fait à la main qui est fermé dès qu'un câble USB est branché, et connecté un petit accumulateur au relais et à la carte arduino.

Nous souhaitions faire cela car nous ne voulions pas que la carte Arduino s'éteigne à chaque petit arrêt du vélo, cela était problématique pour l'envoi des données. De plus, la carte pouvait être endommagée par les fréquentes mises sous tension.

Mais, manquant de place, nous avons acheté un accumulateur Lithium-polymère de petite taille, donc de faible capacité : 200 mAh. Cela ne devrait pourtant pas poser de problème d'autonomie. En effet, d'après le constructeur, la mini carte Arduino, une « Trinket Pro » de l'entreprise américaine Adafruit, consomme 9 mA et le relais, 20 mA. À pleine charge, l'accumulateur procure donc l'autonomie suivante :

Avec Q = 200mAh, la capacité de l'accumulateur

I = 29 mA, l'intensité consommée

Δt la durée d'autonomie

On a : Q = I × Δt donc $\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{200}{29} = 6{,}9\ h$

6,9 h, soit 6 h 54 min est une durée amplement suffisante car les arrêts en ville ou en balade sont de l'ordre de quelques secondes à quelques minutes. Pour la pause déjeuner, nous conseillons de débrancher le smartphone qui de toute façon ne se recharge pas !

4. Coût de notre réalisation

Le fait que nous ayons récupéré des connecteurs, des câbles électriques, un interrupteur et le boîtier minimise artificiellement le coût de l'appareil. D'autre part, certaines dépenses liées à notre projet n'ont pas été prises en compte dans ce qui suit. Cela concernent une partie du matériel de confection d'un premier support vélo, quelques composants supplémentaires, au cas où certains grilleraient durant les essais, ainsi que les frais de port. Cela nous donne les coûts suivants.

Adaptateur communicant

Articles	Prix TTC	Articles	Prix TTC
Accumulateur Li-ion-polymère, 200 mAh	11,00 €	Platine	2,80 €
Condensateur 2 200 µF, 35 V (×2)	0,90 €	Relais 5 V, 240 Ω	2,40 €
Régulateur 5 V (R.I.T.)	0,18 €	Diode (×2)	0,20 €
« Résistances » (×4)	0,65 €	Adaptateur accumulateur	5,94 €
Pont de diodes	0,16 €	Trinket Pro 5 V – 16 MHz	13,20 €
TOTAL			**37,44 €**

Alimentation électrique

Articles	Prix TTC	Articles	Prix TTC
Galet de dynamo (meilleure adhérence)	2,25 €	« Dynamo »	5,95 €
TOTAL			**8,20 €**

Éclairage

Articles	Prix TTC	Articles	Prix TTC
DELs (×6 : 4 blanches et 2 rouges)	1,38 €	« Résistances » (×6)	0,90 €
TOTAL			**2,28 €**

Soit 47,92 € pour l'installation électrique entière en ayant récupéré du câble, un interrupteur, des colliers de fixation et les boîtiers de phare et feu arrière.

IV. L'APPLICATION MOBILE

Nous nous sommes lancées dans un projet très ambitieux de réalisation d'une application mobile alors que nous n'avions aucune connaissance dans cette discipline.

1. Démarche de recherche

Pour réaliser cette application, nous nous sommes tournées vers de l'apprentissage en autodidacte sur internet.

Nous avons commencé par apprendre le langage *Java*, qui paraissait être le plus approprié, couplé à l'installation du logiciel *Android Studio*. Le début de notre apprentissage fut en anglais, avec le site *CodeAcademy*.

Cette solution ne paraissait finalement pas à notre portée car il existait peu de tutoriels adaptés aux débutants pour créer des applications, et la langue était une barrière.

Nous avons donc changé de voie et nous avons commencé l'apprentissage de langages web, plus simples d'utilisation et plus accessibles, sur le site *OpenClassroom*, qui forme les débutants, et en français.

Ainsi, nous avons appris les bases de HTML5, de CSS3 et de JavaScript. Nous avons aussi suivi une formation, toujours sur *OpenClassroom*, sur un logiciel, *Ionic*, qui permet de créer des applications natives, Android comme IOS, avec une simple connaissance des langages web.

2. Tests et résultats

Cependant, nous arrivions à une étape qui s'est avérée plus compliquée que prévu. Nous nous sommes très rapidement vue stoppées dans notre avancée à cause d'erreurs et de complications de

débutants. Il était très compliqué pour nous d'avancer puisque nous nous retrouvions, à chaque fois, bloquées par un problème impossible à résoudre pour nous.

De plus, il était déjà trop tard pour faire appel à un spécialiste qui serait venu nous aider dans la réalisation de cette application.

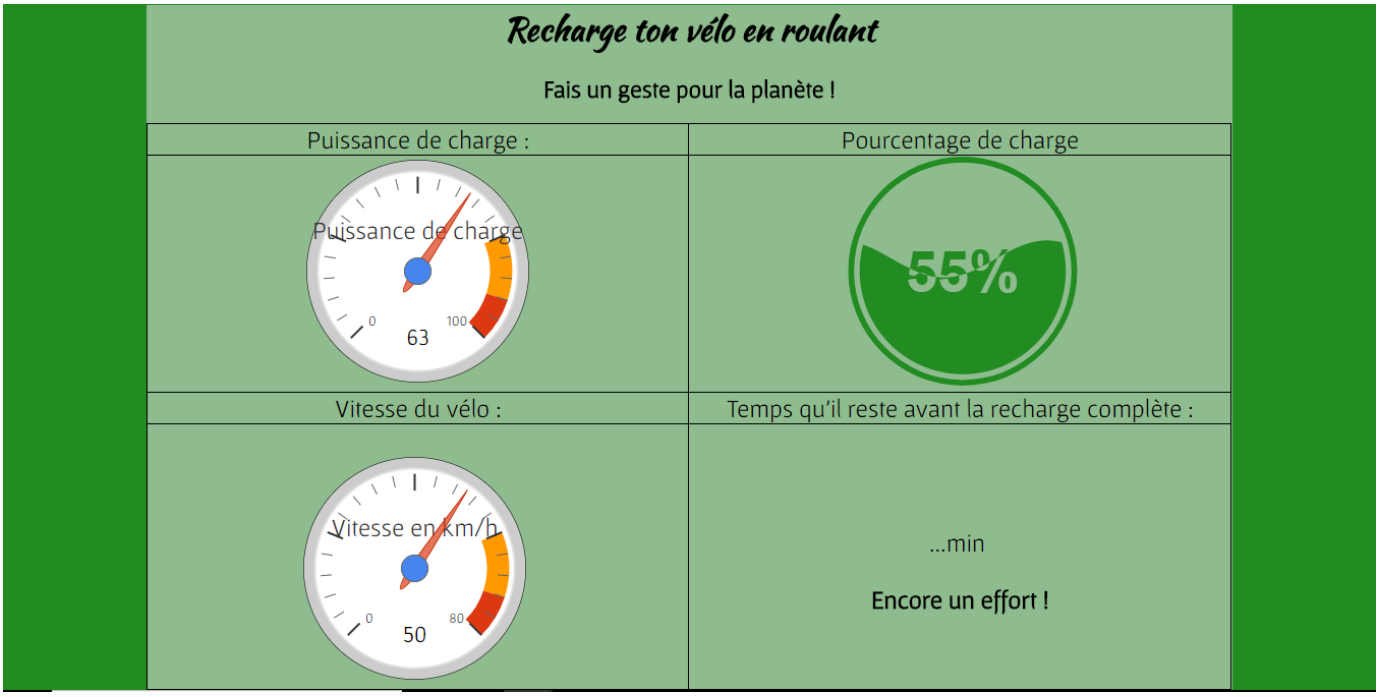
Nous avons donc choisi de réaliser une maquette de notre application, en version web. Ainsi, nous avons pu avancer notre projet au maximum, avec les connaissances que nous avions, et avoir un résultat, certes loin de nos attentes, mais concret.

Puisque nous travaillons sur une page web, nous ne pourrons pas récupérer et traiter les informations qu'envoie la carte Arduino. Mais nous pouvons imaginer que c'est le cas dans cette maquette.

Nous avons ainsi récupéré des éléments comme des jauges en open source sur des sites spécialisés (d3js.org), pour les intégrer à notre site web. Elle tournent donc en aléatoire, mais nous souhaiterions que plus tard, elles changent en fonction des informations que transmet la carte Arduino. Nous avons ainsi créé des documents HTML, JavaScript et CSS, pour développer une maquette de notre application.

Le dossier qui contient tout le code qui permet d'éxecuter notre application sur un opérateur web est disponible en pièce jointe de ce compte rendu.

Voici une capture d'écran de notre maquette d'application :



CONCLUSION :

En conclusion, nous sommes très fières d'avoir réussi une grande partie de notre projet en fabriquant un boîtier qui transforme l'énergie cinétique de la roue de vélo en électricité pour recharger un smartphone, bien que ce ne fut pas gagné d'avance ! Par ailleurs, nous pensons avoir en partie réussi à lui donner un aspect original grâce à l'allumage des phares et surtout la transmission des données.

Notre échange avec un cycliste qui utilise une solution du marché, Paul Galea, nous a permis de comparer nos résultats avec d'autres. Il se trouve que d'après Paul Galea, la solution qu'il utilise manque de fiabilité, les composants sont sensibles aux chocs de la route, la recharge du téléphone ne se passe pas comme prévue à cause des variations de tension, et donc, la qualité de ce boîtier n'est pas très satisfaisante par rapport aux investissement coûteux qu'il necessite (moyeu dynamo de 150€). Notre boîtier est peut être assez fragile mais a été réalisé avec une majorité d'éléments de récupération et nous a coûté assez peu par rapport à des solutions du marché :

Une simple idée qui se concrétise, c'est d'après nous, une belle réussite.

Ce projet nous a permis de revoir et de consolider nos connaissances en électronique, et surtout, d'apprendre énormément de choses que l'on ne verra sûrement pas cette année en Première.

Nos démarches de collaboration (notamment avec Bouticycle) nous ont beaucoup enrichies, nous nous sommes confrontées au milieu du travail.

Par contre, nous avons été un peu ambitieuses par rapport à la réalisation d'une application mobile. Nous n'avions sûrement pas les ressources nécessaires pour faire face aux nombreux problèmes rencontrés. Cela nous a tout de même beaucoup appris en informatique, nous connaissons désormais divers langages informatiques et savons les utiliser quelque peu.

Nous espérons pouvoir participer à la dernière étape du concours pour pouvoir terminer cette application et ainsi, arriver au bout de ce projet !

SOURCES :

APPLICATION MOBILE :

- Forum d'assistance informatique CommentCaMarche : http://www.commentcamarche.net/forum/
- Cours numériques pour apprendre ;
  - Java : Code Academy (en Anglais) https://www.codecademy.com/fr/learn
  - JavaScipt /HTML5/CSS : Open Classroom https://openclassrooms.com/dashboard
    + livre de Jéremy Keith, *HTML5 pour les web disigner*, Eyrolles, A book appart, 2010
    + cours d'introduction au HTML par Javier Lillo (ingénieur informatique)
  - Site de webs développeurs qui présente des exemples de fiches de style et des aides pour organiser du code : w3schools.com
  - Site qui propose en open source des modèles d'animation graphique à ajouter à une page web https://d3js.org/
    - Gauge : http://bl.ocks.org/tomerd/1499279
    - Liquid Fill Gauge http://bl.ocks.org/brattonc/5e5ce9beee483220e2f6, 7/14/2015

ELECTRONIQUE :

- Notre professeur de physique-chimie M. AURIOL
- Échange de mails avec M. Beuraert, électronicien
- Échange de mails avec Paul Gaela, un utilisateur d'un moyeu dynamo SON Deluxe et d'un adaptateur USB2BYK, témoingnage sur l'efficacité d'un produit du commerce et le rapport qualité prix