



Projet Rozanoff – Soutenance finale

Kit Vélo à Assistance *Low-Tech Et Responsable* (**VALTER**)

SOUTENANCE FINALE – 21/04/2023

THÉO BAROTTIN – RAPHAËL LAMY – MAXIME MAMET



SOMMAIRE

- Contexte
- Objectifs
- Organisation
- Démarche
- Résultats
- Prise de recul





Le Low-tech Lab et la démarche Low-tech



- **Client** et instigateur du projet
- **Antenne locale** de l'association internationale « **Le Low-tech Lab** » :
 - Expérimentation autour de différentes solutions low-tech
 - Espaces collaboratifs de travail
 - Diffusion et documentation des solutions développées

La démarche « Low-Tech » rassemble un ensemble de valeurs

- **UTILE :**

- Essentiel
- Sain
- Pertinent

- **ACCESSIBLE :**

- Local
- Simple
- Economique

- **DURABLE :**

- Ecologique
- Réparable
- Recyclable



Problème déclencheur

- **Trajet quotidien vers le travail** de Madame Marie-Joelle
- **Caractéristiques :**
 - Relativement court
 - Une ou plusieurs montées sèches
- Afin de **garder ce mode de transport**, il faudrait donc :
 - Une assistance au déplacement
 - Une solution peu coûteuse
 - Une conception simple et reproductible

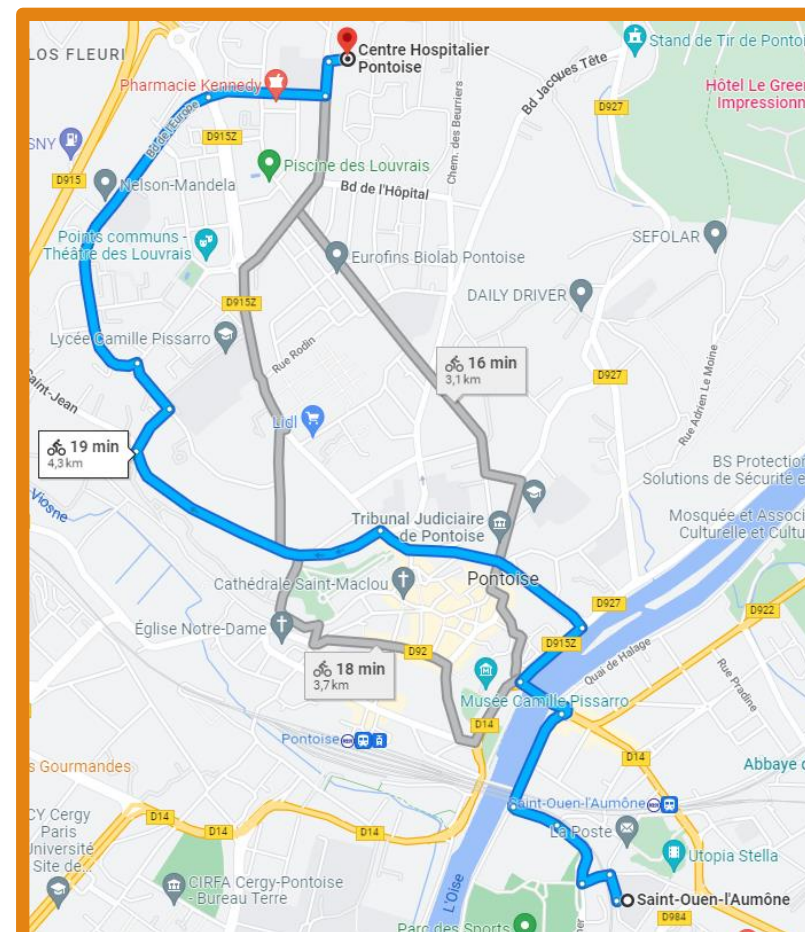
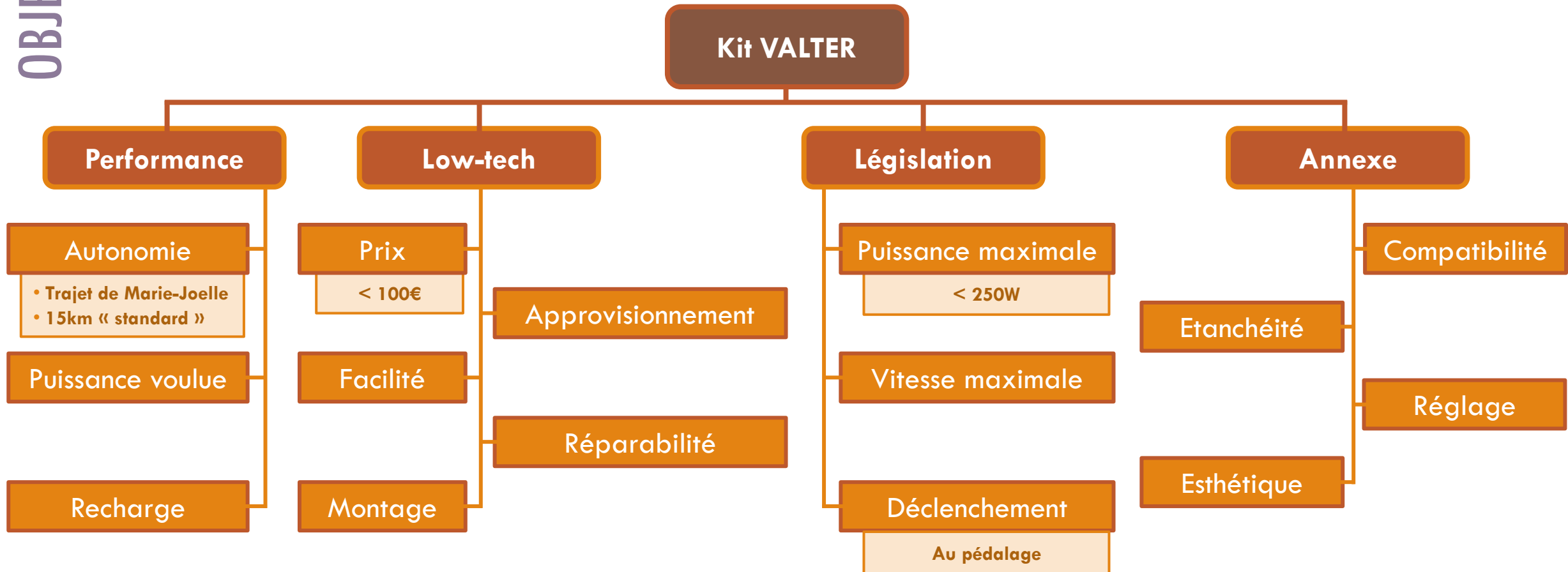




Diagramme des exigences





Cahier des charges (extrait)

Nom	Description	Attributs		
		Priorité	Flexibilité	Maturité
EXIGENCES DE PERFORMANCE				
Autonomie	Permettre une assistance sur un trajet standard de 15km ainsi que sur le trajet de Marie-Joelle, à traduire en capacité de batterie.	Forte	Faible	Moyenne
EXIGENCES LEGALES				
Puissance maximale	La législation européenne exige une puissance inférieure à 250W .	Forte	Nulle	Forte
Déclenchement	La législation européenne exige un déclenchement uniquement lorsque l'utilisateur pédale .	Forte	Moyenne	Faible
EXIGENCES LOW-TECH				
Prix	Revenir à moins de 100€ .	Forte	Faible	Moyenne
Réparabilité	Être réparable et réutilisable avec de nouveaux composants .	Moyenne	Moyenne	Moyenne
EXIGENCES ANNEXES				
Esthétique	Paraître attractif et enviable .	Faible	Forte	Moyenne



Acteurs du projets



Low-tech Lab BBGP

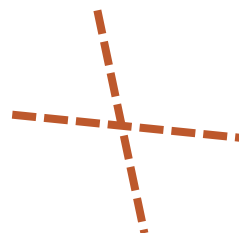
- **Monsieur Gilles Louyot**
 - Attentes client
 - Support

Encadrement CentraleSupélec

- **Monsieur Morgan Chabanon**
 - Aspects organisationnels
 - Gestion de projet



CentraleSupélec



La Fabrique

- Outils
- Matériel
- Expertise

L'équipe étudiante Kit VALTER

- Gestion du projet
- Rapport final
- Prototype
- Tutoriel



Etat de l'existant

Etude des **solutions d'ajout d'assistance déjà existantes** et respectant le cadre légal :

- Electrification par une entreprise
 - Kits d'électrification
 - Les tutoriels Do It Yourself (DIY)
- } €€€

Comparaison de nombreuses **solutions** par fonctions spécifiques.



Solutions	Caractéristiques			
	Applicabilité	Performances	Disponibilité	Encombrement
STOCKAGE				
Batterie				
Supercondensateurs				
Stockage mécanique				
MOTORISATION				
Moteur à courant continu (MCC)				
Moteur brushless				
TRANSMISSION				
Moyeu motorisé			A faire	
Friction				
Frein à disque				
Pédalier				



Dimensionnement

Entrée : **Éléments constitutifs** du système

Vélo / Batterie / Moteur / Transmission / Cycliste

Sortie : **Performances nécessaires pour réaliser le trajet** de Marie-Joelle en fonction de l'effort fournie

Cas de trajet	Energie nécessaire (Wh)	Puissance Maxi (W)
Rapide et sans efforts	79	267
Rapide avec efforts	77,4	67
Lent	76	170



Distance Totale	4300 mètres
Temps Totale	16,6 minutes
Vitesse moyenne	15,5 km/h

	Distance (m)	Vitesse (m/s)	Temps (s)	Pente (%)
Départ	0	0	0	0
Long plat	1000	6	167	0
Longue montée	700	2	350	9
Longue descente	850	7	121	-5
Courte montée	200	2	100	13
Long plat	1000	6	167	0
Faux plat léger	550	6	92	3

Trajet de Marie-Joelle discrétisé en phases

Approvisionnement

Différentes sources existantes et testées

- Gilles Louyot : *Un **apport constant** en composants (et en outils)*
- Magasins de bricolage : ***Réticence** et **logistique** déjà bien **rôdée***
- Déchetteries : ***Sensibilisées**, **volontaires** mais **cadrées***

Partenariat avec la **Siredom** (*Syndicat pour l'Innovation, le Recyclage et l'Énergie par les Déchets et Ordures Ménagères*)

- Cadre administratif facilité avec des partenariats déjà existants
- Fort intérêt et grande disponibilité pour le projet
- De nombreuses récupérations utiles :
 - Petit outillages et électroménagers portatif
 - Parties de vélos usagés



Prototypage

Adaptation et modification des éléments récupérés pour aboutir à une assistance :

Motorisation



Théo

- Choix de la batterie
 - Energie
- Choix du moteur
 - Puissance
 - Vitesse de rotation
- Compatibilité entre les deux
- Recharge

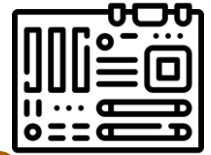
Mécanique



Raphaël

- Choix de la transmission
 - Réduction
- Intégration sur le vélo
 - Modifications mécaniques
 - Stabilité
- Assemblage avec la motorisation
 - Transmission à l'axe

Commande



Maxime

- Choix du système de commande
 - Composants
- Code de la commande
- Respect du cadre légal
 - Déclenchement
- Intégration sur le vélo
- Assemblage avec la motorisation

ASSEMBLAGE & INTEGRATION

Partie Motorisation

Batterie

Besoins

- Puissance
 - Proche des 150-250W
- Energie
 - ~100Wh

Difficultés

- Système de recharge
 - Complexité
 - Coût
 - Sécurité
- Protections des batteries
 - **Inutilisables** sur d'autres moteurs **pour certaines batteries**

Choix

Utilisation de **batteries existantes** avec système de recharge



Batteries de perceuses 99Wh, avec leur système de recharge (prêtées par Gilles)

Bonne **logique globale** :

- Réutilisation et partages des ressources (un type de batteries pour différentes utilisations)
- Possibilité d'acheter d'occasion et d'utiliser la motorisation (cf suite)

Partie Motorisation

Moteur

Besoins

- Puissance
 - Proche des 150-250W
- Vitesse de rotation
 - ~400 RPM (Cycliste à ~80 RPM + Transmission)

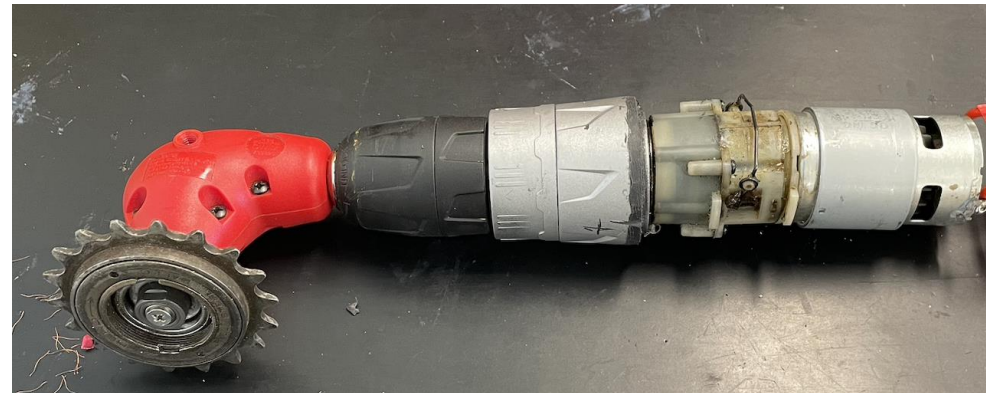
Difficultés

- Changement de priorité
 - **Initialement** sur la performance avec volonté de **brushless**
 - **Passage** au critère de **réduction importante** plus dimensionnant
- Taille de l'ensemble
 - Nécessité d'un **renvoi d'angle**

Choix

Utilisation d'un **moteur de perceuse** avec son **système de réduction**

- **Déjà fortement réduit**
- **Renvois d'angles existants** (pour perceuse directement, à bas prix)
- **Compatibilité renforcée avec la batterie**



Moteur de perceuse avec système de réduction et variateur intégré

Même **logique globale** avec possibilité d'achat d'occasion d'une perceuse avec ces batteries et le système de recharge

Partie Mécanique

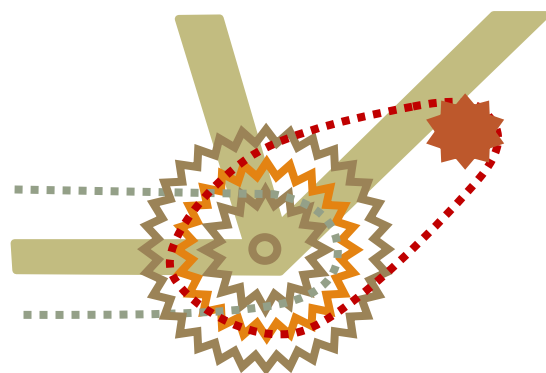
Transmission

Critères

- Aide au pédalage
- Facilité de montage
- Compatibilité

Difficultés

- Disques de pédaaliers pas compatibles
 - Nécessité de prendre l'ensemble manivelle + plateau(x) + pédale complet
- Problématique du pignon à l'axe moteur
 - Resistance moteur au pédalage sans assistance avec pignon fixe
- Outils spécifiques aux vélos
 - Extracteur de manivelle + Dérive chaîne



- Cadre du vélo
- Plateaux existants
- Chaîne de transmission
- Plateau ajouté
- Moteur du Kit VALTER
- Chaîne de récupération

Figure 18 - Système de chaîne sur le moteur du Kit

Choix

Pignon fixe sur renvoi d'angle



Ensemble manivelle droite + plateau(x) + pédale monté à la place de la manivelle gauche



Partie Mécanique

Intégration

Critères

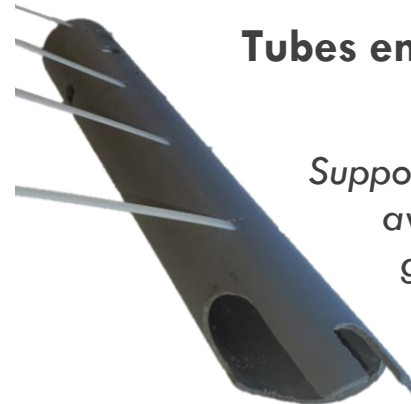
- Facilité de réalisation
- Matériaux simples et résistants
- Blocage du mouvement des composants
 - **Couple du moteur**
 - **Tension de la chaîne**

Difficultés

- Longueur de l'ensemble
 - Besoin de **séparer la batterie**
- Etanchéité
- Esthétisme
 - Option de **l'impression 3D complexe**

Choix

Tubes en PVC et Colliers



*Support moteur et commande
avec bouts de fixation et
guide de renvoi d'angle*

*Stabilisateur
de rotation*



*Support de
batterie*



Sur le vélo



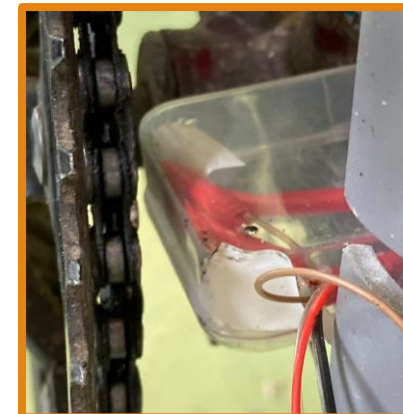
Partie Commande

Objectifs

Objectif : assurer la commande du moteur en fonction des demandes utilisateurs et du cadre légal

Mission du circuit commande :

1. Démarrage du système -> interrupteur 2 positions
2. Activation du moteur -> interrupteur 2 positions + relais
3. Captation du démarrage du vélo -> capteur à Effet Hall
4. Transmission des informations au cycliste -> LED verte / bleu / rouge



Capteur à Effet Hall



Interface Utilisateur & commande

Partie Commande

Circuit

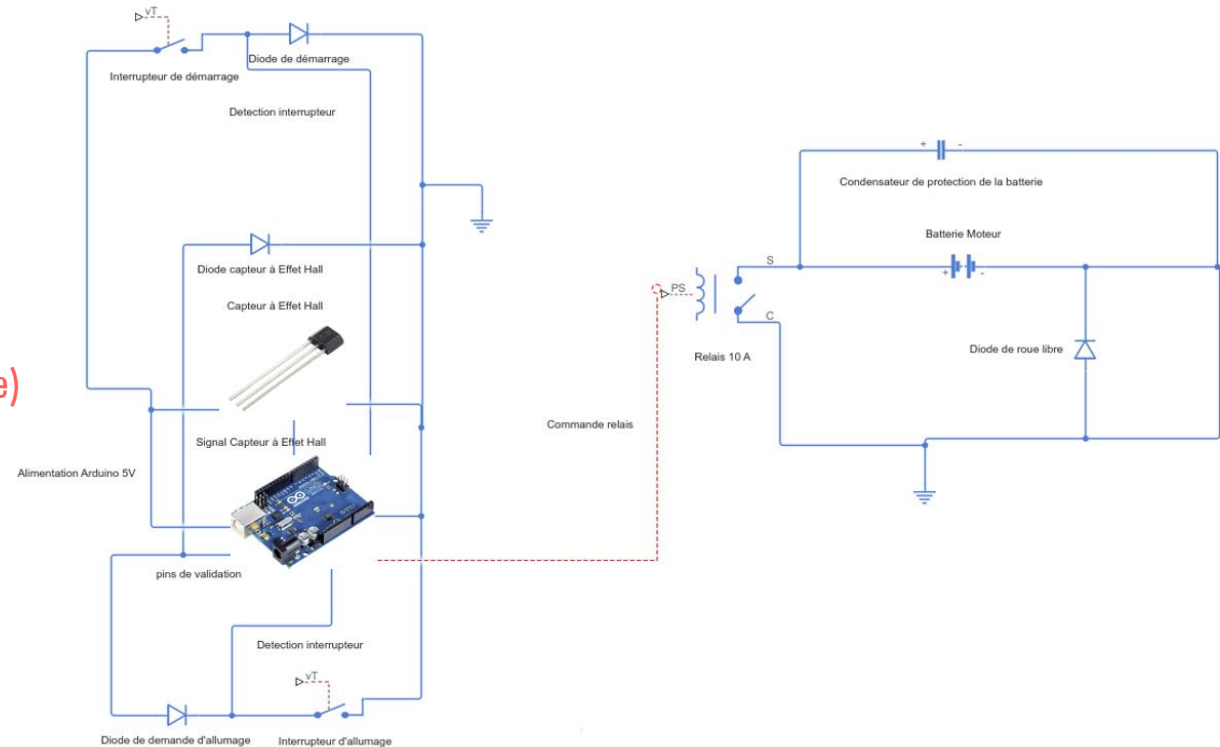
2 circuits séparés (commande et motorisations) avec une motorisations simplifié (car grosses intensités)

Activation si :

- Interrupteur de démarrage allumé (LED verte)
- Détection de pédalage (LED bleue)
- Demande de motorisation par l'utilisateur (LED rouge)

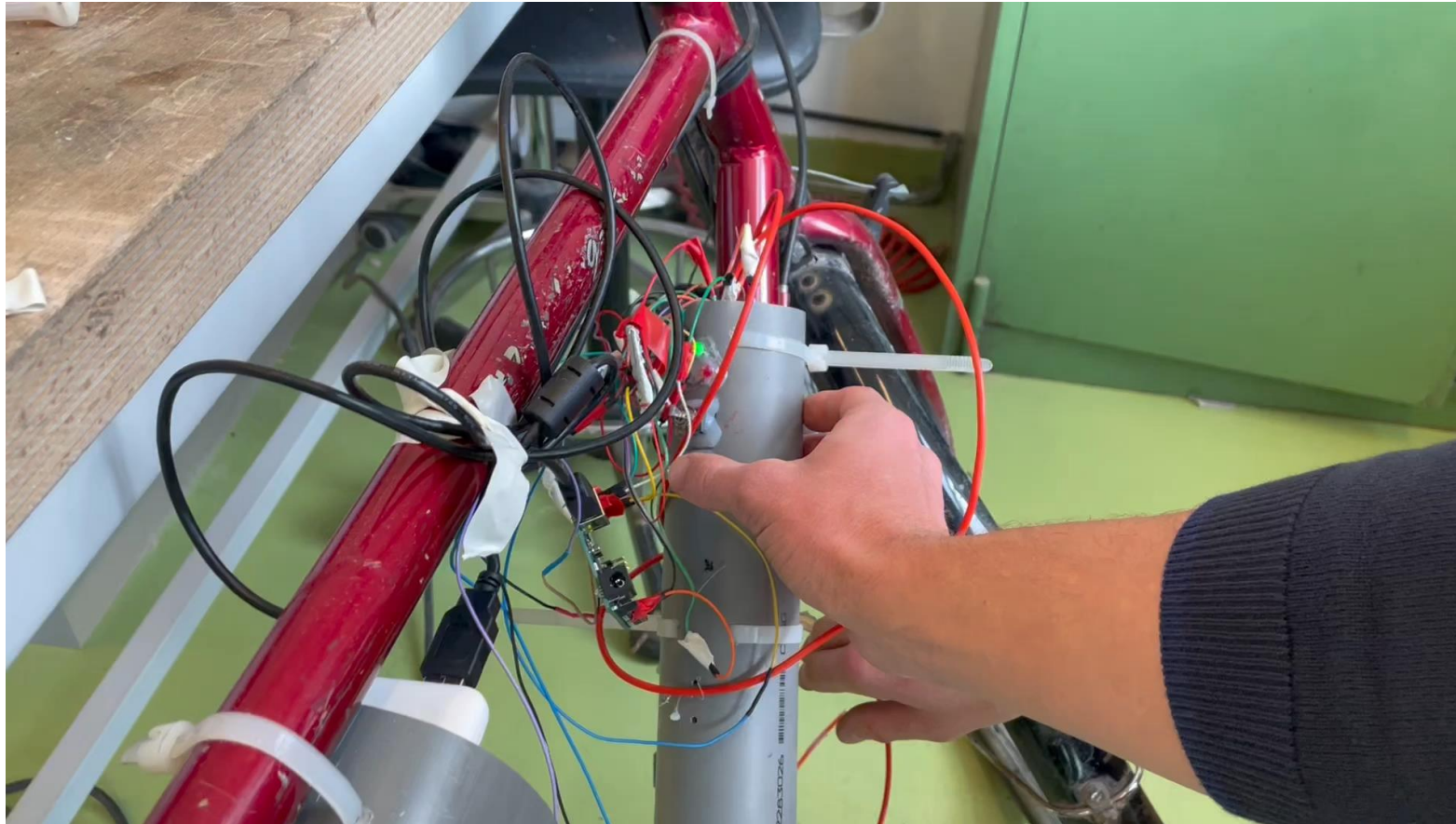
Difficultés :

- Sécurité dans le circuit et dans la commande
- Soudures & câblages
- Interrupteur *variable*



Partie Commande

Vidéo



Partie Commande

Intégration

Comment bien communiquer avec l'utilisateur ?

- LED de couleurs simple et visible (support mécanique) & Interrupteurs « à portée de main »

Où stocker et alimenter la commande ?

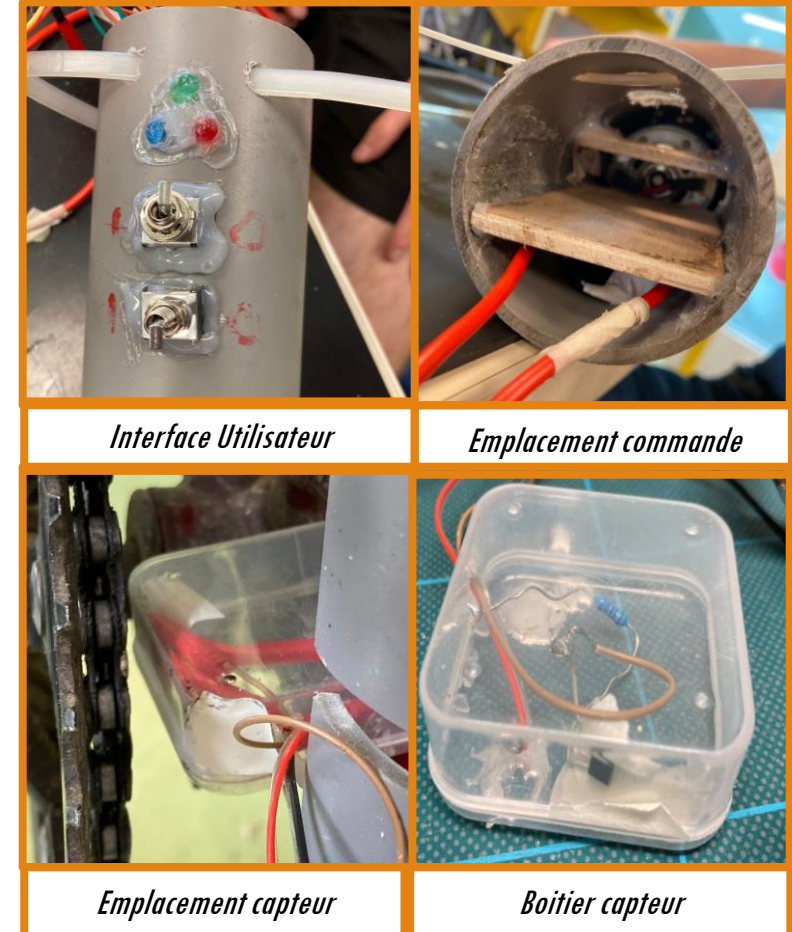
- Compartiment dans le support mécanique & Alimentation par batterie externe

Comment capter le pédalage du cycliste ?

- Capteur en bas du cadre (espace libre) & aimants sur le pédalier
- Boîtier de protection (boue / pluie)

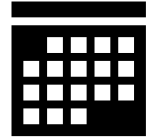
Difficultés

- Place dans le support & échauffement moteur
- Sécurité
- Détection pédalage & emplacement capteur



Difficultés

Retard accumulé au début du projet



- Mauvaise gestion du temps des créneaux projets
 - Perturbé par les horaires & créneaux projet (peu nombreux au début, incompatibilité master...)
 - Beaucoup moins faisable sur des temps courts (Pas de modélisation rapide en 10min ou pendant les cours)
 - Nécessité de se retrouver souvent en physique pour les manipulations

Approvisionnement peu fructueux

- Point bloquant car pas de possibilité de démarrage du reste
- Réticences des entités et entreprises à nous aider (*même dans le cadre étudiant*)

Intégration complexe

- Commande forcément complexe
- Fixations mécaniques difficilement robustes sans trop de bricolage



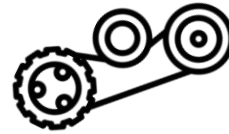
Pistes d'amélioration

Motorisation



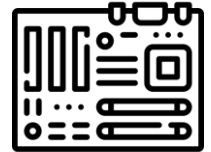
- **Réitérer la manipulation** avec un **ensemble** perceuse + batteries avec système de recharge **d'occasion** pour valider la démarche.
- Trouver **des batteries et des moteurs d'autres types** pour élargir les possibilités

Mécanique



- **Faire la transmission** à l'axe moteur **avec un des pignons de la cassette** du vélo qui fournit les plateaux et réfléchir à un **moyen de ne pas sentir la résistance** du moteur en mode sans assistance
- **Modéliser en 3D le système de fixation** pour de meilleures répétabilité et accessibilité

Commande



- Prévoir un **emplacement** plus grand pour l'Arduino
- **Sécurité** des câblages
- Gâchette au **guidon** et **variable**
- Circuit imprimé ? Moins low-tech

Ensemble

- Etanchéité



- Esthétisme



- Gestion du câblage et de la connectique
- Impression 3D



Merci beaucoup

DES QUESTIONS ?