

Projet Coopératif

1. Mise en situation



Bienvenue chez POLYDEV

L'activité croissante de la recherche et développement de prototypes a poussé POLYDEV à recruter.

Vous intégrerez un groupe de travail chargé de mettre au point un démonstrateur fonctionnel. Ici pas d'excuse, il faut que ça fonctionne en respectant les souhaits du client.

Votre mission [si vous l'acceptez], réussir à satisfaire le client et proposer un démonstrateur, voire un produit fini pour mars 2020.

Votre groupe de travail disposera de 11 réunions de travail de 4h pour mutualiser les avancées du projet, le reste sera fait en dehors de ces créneaux.

Aux alentours de la 4^{ème} séance, vous devrez faire une présentation de vos avancées au client, qui vous sanctionnera par une note de confiance (4 points maximum). C'est l'équivalent d'une levée de fonds auprès d'actionnaires.

La 11^{ème} réunion sera la réunion finale, celle de la présentation du produit à votre client. Elle se fera avec votre client, mais également avec vos ressources expertes.

POLYDEV a la chance d'avoir un partenariat avec l'école d'ingénieurs POLYTECH Paris-Sud, qui vous permet d'avoir lors de vos réunions, des consultants qui pourront donner leur avis sur vos choix. Mais comme n'importe quelles personnes, ils n'auront pas forcément raison, ni forcément tort. Ce sera leur avis, mais qui ne devra jamais aller à l'encontre de la volonté du client (à vous de la faire changer en argumentant vos choix si besoin).

Pour finir, M. Mickaël QUENTIN sera votre interlocuteur pour l'approvisionnement du matériel. Vous devrez, à chaque demande de commande, mettre votre client en copie, car en cas d'erreur, ce dernier pourra vous éviter de dépenser tout votre budget.

Bon courage, bonne chance, et que l'innovation soit avec vous.

Leakcim NITNEUQ
Directeur Général

2. Sujets et effectifs par groupe

Groupe	Numéro	Sujet	MTX	EES	PSO	INFO
A	A1	Afficheur LED	1	2	1	1
	A2 (FC + 1 APP)	Imprimante sur support photosensible	1	4	4	0
	A3	Time Lapse	2	0	0	3
B	B1	Afficheur à éclairage tangentiel	2	2	2	1
	B2	Robotisation d'un fauteuil roulant manuel	2	2	1	2
	B3	Bras robotique	3	2	0	2
C	C1	Persistance rétinienne	2	2	2	2
	C2	Visualisation musicale	0	1	2	2
	C3	Monochromateur	1	1	2	2
D	D1	Rail de travelling motorisé	2	2	2	2
	D2	Persistance rétinienne	2	2	2	2
	Projet interspé		0	0	2	2

3. Fonctionnement et planification

Le groupe s'organise et désigne un **chef de projet** dont le rôle est de coordonner et de suivre l'avancement des tâches. Un journal de bord devra être tenu par le groupe tout au long du projet. Après chaque séance, le compte-rendu doit être déposé sur l'espace de cours « Polytech App4 » dans le sous-répertoire du dossier de travaux « ProjetCo » correspondant à votre groupe, le jour même avant minuit.

Toutes les demandes de commandes doivent être centralisées par le chef de projet et obligatoirement envoyées par lui à M. Mickaël QUENTIN (cf. adresse ci-dessous) et au client par courriel, avec le numéro du groupe et l'intitulé du sujet en sujet du courriel à :

polytech.projet@outlook.fr

4. Evaluation

Le projet coopératif sera évalué **individuellement et collectivement** à travers un suivi du travail fourni à chaque séance, une évaluation intermédiaire, a priori en 4^e séance, une démonstration du fonctionnement de la maquette à la fin du projet et un rendu final (notice d'utilisation + fichiers techniques nécessaires à la mise en œuvre de ce qui a été réalisé).

La note individuelle prendra en compte l'investissement personnel. La note du chef de projet sera modulée suivant la réussite du projet.

Projet Coopératif

Sujet A1 : Afficheur à LED connecté grand format

Client : M. Bernez

- Objectifs

Il s'agit de réaliser un afficheur à LED connecté, de type 7 segments, de grand format (digits de 10 cm de hauteur typiquement) disposant de 8 digits (cf. Figure 1). L'idée est de pouvoir afficher en temps réel un nombre actualisé périodiquement (exemples : montant des dons pour une association caritative, température, chiffre d'affaire d'une entreprise...). L'afficheur devra disposer d'une interface réseau et être fourni avec une application connectée, permettant l'actualisation du nombre suite à la modification d'une valeur stockée sur un serveur, sous différentes formes possibles : case d'un fichier tableur, valeur d'un champ d'une base de données...



Figure 1 - Exemple d'afficheur sur 4 digits

- Description

- ✓ Chacun des segments de l'afficheur est constitué d'un ensemble de n diodes électroluminescentes, permettant de créer un digit d'une hauteur d'environ 10 cm.
- ✓ Chacun des digits est composé de 7 segments.
- ✓ On souhaite créer un afficheur modulaire en réalisant des modules électroniques indépendants, pilotant chacun 2 digits. Chaque module doit pouvoir être chaîné à un suivant pour obtenir le nombre total de digits requis par l'application (ici : 8). Les modules seront connectés à l'aide d'un bus type I2C.

- ✓ Pour chaque module, l'interface entre le bus de contrôle I2C et le pilotage des 14 segments devra passer par un expandeur de port (type MCP23017 de Microchip). Un dispositif d'identification de la position du module dans la chaîne est à prévoir.
- ✓ Une alimentation secteur de puissance suffisante doit être fournie avec l'afficheur.
- ✓ Une interface de communication réseau (type RJ45) doit être présente pour la communication avec le serveur.
- ✓ L'afficheur doit être inséré dans un boîtier robuste, pouvant être fixé au mur. L'aspect extérieur de l'afficheur doit être soigné et vendeur.

- **Organisation**

Une proposition des tâches à mener est la suivante :

- ✓ Réfléchir au nombre requis de LED, à leur alimentation et à la séquence d'allumage (type rafraîchissement d'écran avec un séquençement de l'allumage des digits) pour chaque module puis pour l'afficheur complet.
- ✓ Déterminer le mode de branchement des LED (série, parallèle, série/parallèle...) et estimer la puissance électrique requise par le système final ainsi que les caractéristiques de l'alimentation nécessaire.
- ✓ Concevoir et valider le fonctionnement d'un module électronique à 2 digits.
- ✓ Concevoir et valider le fonctionnement d'une carte électronique à base de microcontrôleur pilotant l'ensemble des modules.
- ✓ Prévoir l'interfaçage des modules entre eux et avec la carte de contrôle.
- ✓ Prévoir l'interfaçage réseau entre la carte de contrôle dans l'afficheur et le programme s'exécutant sur le serveur.
- ✓ Concevoir, coder et valider le programme informatique s'exécutant sur le serveur pour le rafraîchissement de la valeur affichée.
- ✓ Concevoir et fabriquer un boîtier mural pour l'afficheur à 8 digits, en adéquation avec la disposition retenue pour les LED constituant les digits.

Projet Coopératif

Sujet A2 : Imprimante sur support photosensible

Client : M. Farcy

Sujet proposé par J. Buonarota.

Groupe de projet constitué de J. Buonarota associé à l'ensemble des élèves en formation continue de la promotion.

Projet Coopératif

Sujet A3 : Mise au point d'une caméra Time Lapse autonome avec stockage des données à distance.

Client : M. Quentin

- **Objectifs**

Une caméra Time Lapse est un dispositif qui avec l'aide d'un grand nombre de photo, permet de créer une vidéo d'un événement extrêmement lent, comme la pousse d'une plante, la construction d'une maison ou de la fonte des neiges. Ce système devra être autonome aussi bien du point de vue de l'alimentation électrique que du point de vue informatique. Une connexion sans-fil (type 3G) devra être intégré afin de rapatrier les données périodiquement sur un serveur et de les rendre exploitable via une interface WEB et/ou Android.

Le système devra être le plus compact possible et si possible résister aux intempéries (pluie, vent, neige) et se fixer facilement à plusieurs types de supports (pose-libre, arbre, poteau, etc...). La conception d'un boîtier réglable, avec un mât, accompagné de son système de fixation sera primordiale afin de rendre le système opérationnel.

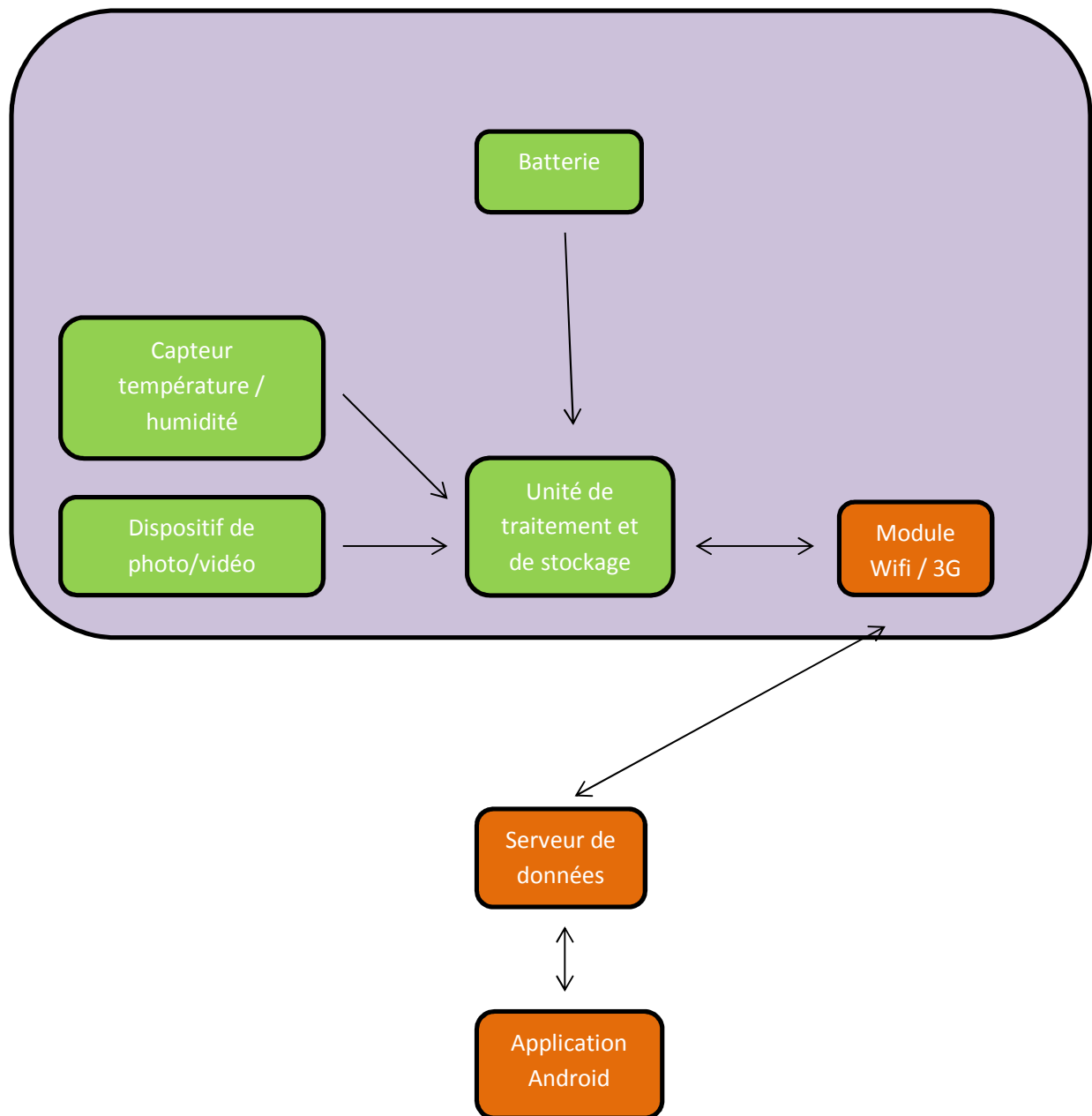
On souhaite :

- ✓ Adapter des systèmes de stockage d'énergie à notre solution.
- ✓ Récupérer, stocker et transmettre les informations suivantes : photos, température, hygrométrie.
- ✓ Concevoir une structure mécanique adéquate étanche, réglable et solide.
- ✓ Récupérer les informations sur un serveur, les mettre en forme, faire le montage Time Lapse, créer des courbes de températures et hygrométrie, créer une interface WEB et/ou ANDROID.



Figure 2 - Exemple de caméra Time Lapse

- Organisation du système :



- **Description**

- ✓ La batterie devra alimenter le système le plus longtemps possible.
- ✓ L'unité de traitement devra récupérer l'ensemble des informations, les stocker en attendant leur rapatriement via la liaison sans fil sur le serveur..
- ✓ Le serveur stockera indéfiniment les informations et sera capable de les traiter et d'afficher les résultats.
- ✓ Une application Android pourra permettre d'afficher un histogramme de température/hygrométrie, d'afficher les photos prises une par une, et de visualiser une vidéo issue du montage des photos.

- **Organisation**

Une proposition des tâches à mener est la suivante :

- ✓ Définir l'unité de traitement adéquate en prenant en compte sa consommation, son interopérabilité et ses dimensions.
- ✓ Dimensionner le système d'alimentation.
- ✓ Définir les protocoles d'échanges entre l'unité de traitement et le serveur ainsi qu'entre le serveur et l'application Android.
- ✓ Concevoir un boîtier, son mât et son système de fixation en prenant chaque carte en compte.
- ✓ Interfacer le capteur photo, le capteur température, puis créer la carte de gestion d'alimentation

Projet Coopératif

Sujet B1 : Afficheur à éclairage tangentiel connecté grand format

Client : M. Viaris

Ce sujet est une variante du sujet A1 où chaque segment devra être réalisé à l'aide d'un matériau transparent, soumis à un éclairage tangentiel, permettant d'illuminer la tranche du matériau (cf. Figure 3).

Les autres éléments du cahier des charges restent inchangés.

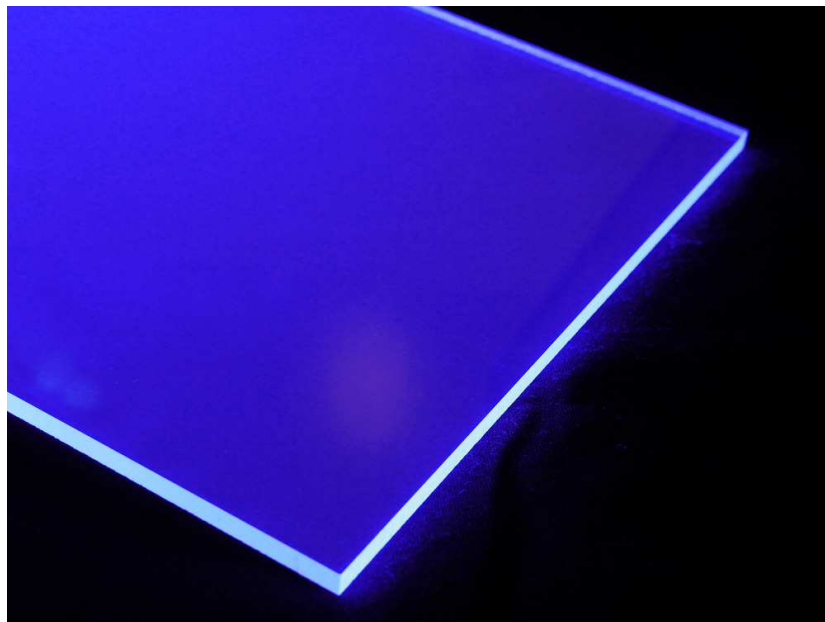


Figure 3 - Illustration de l'effet obtenu par éclairage tangentiel d'une plaque transparente

Projet Coopératif

Sujet B2 : Robotisation d'un fauteuil roulant manuel

Client : M. Farcy

- Présentation du projet

Le but ce projet est transformer un fauteuil roulant **manuel** en un fauteuil roulant **électrique intelligent**.

L'idée est d'équiper le dit fauteuil manuel d'un système de motorisation, qui sera piloté à l'aide d'un smartphone, via Bluetooth. De manière à ce que l'utilisateur ou une tierce personne puisse contrôler le fauteuil nouvellement électrique, à distance depuis son téléphone. De plus le système devra être capable de suivre une ligne au sol.

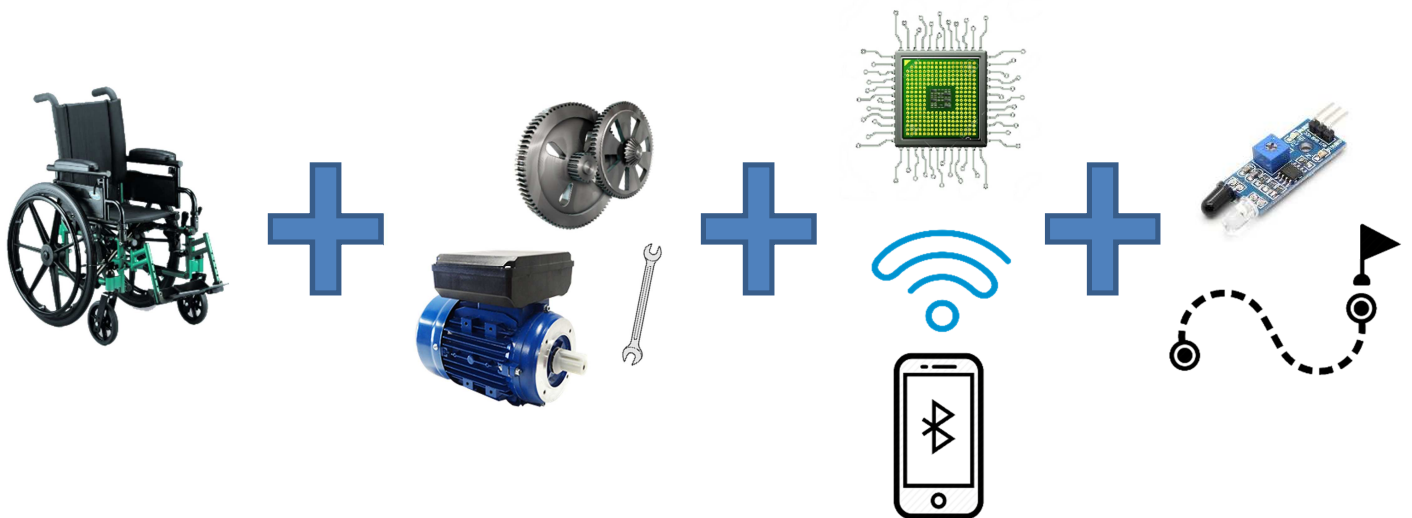


Figure 4 - Composition du système

- **Cahier des charges**

- ✓ Analyser et prendre en main les moteurs électriques fournis
- ✓ Développer un système de transmission mécanique robuste entre les moteurs et les roues du fauteuil, limité à un déplacement d'intérieur sur sol plat pour une personne pouvant peser 80 kg.
- ✓ Modéliser sous Solidworks© le système de motorisation : Moteur + transmissions (engrenages, etc.) + roues. Avec les contraintes adéquates pour simuler un système réel
- ✓ Les moteurs devront être bien gérés, pour ne pas transformer le fauteuil en un système dangereux
- ✓ Définir et caractériser un jeu de capteurs (infrarouge, caméra, autre, etc.) capable de détecter de manière robuste une ligne au sol
- ✓ Concevoir une carte électronique intégrant :
 - la réception des commandes par Bluetooth
 - La gestion électrique des moteurs
 - La traduction des commandes aux moteurs
 - La gestion du suivi de ligne au sol
- ✓ Définir et caractériser un jeu de capteurs (infrarouge, caméra, autre, etc.) capable de détecter de manière robuste une ligne au sol.
- ✓ Développer une application Android :
 - Interface simple et intuitive
 - Envoi des données par Bluetooth
 - Choix de la direction et de la vitesse du fauteuil
 - Possibilité d'activer/désactiver la motorisation
 - Possibilité d'activer/désactiver le suivi de ligne
- ✓ Le système se doit d'être le moins encombrant et lourd possible

Projet Coopératif

Sujet B3 : Création d'un bras robotisé DELTA

Client : M. Quentin

- Objectifs

Un bras robotisé est un dispositif qui est composé de plusieurs parties mobiles permettant la saisie d'objet en ayant plusieurs degrés de liberté en rotation et en translation. Ces systèmes sont utilisés couramment dans l'industrie et dans l'aérospatiale grâce à leurs polyvalences et leur adaptabilité à fonctionner dans des milieux parfois exigus.

Le bras robotisé devra être précis et rapide, il ne devra porter que qu'une centaine de gramme. Il devra être doté d'un système de préhension permettant la prise d'objet de petite taille. Des systèmes de protection de butées (physique ou logiciel) devront être intégrés afin d'éviter la destruction du bras. Le contrôle du bras devra être géré de façon logicielle. Le système pourra fonctionner soit sur ordinateur, soit sur tablette via Bluetooth.

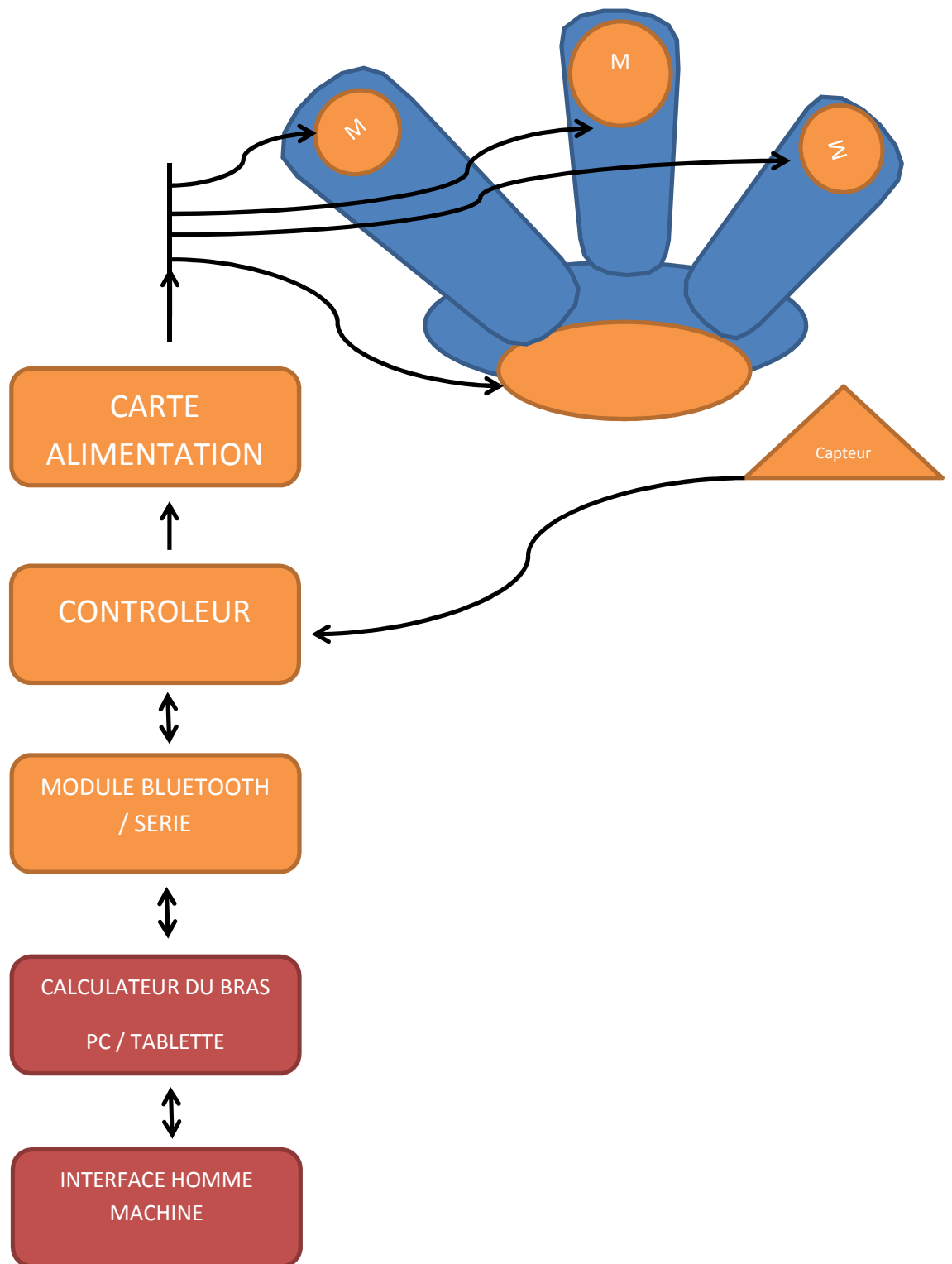
On souhaite :

- ✓ Concevoir et dimensionner un bras robotique
- ✓ Maîtriser les différents types de moteur et de capteurs pour contrôler le bras.
- ✓ Interfacer le bras avec l'ordinateur ou tablette via un Mbed.
- ✓ Récupérer, traiter et envoyer des informations entre le bras et le dispositif de calcul



Figure 5 - Exemple de bras robot

- Organisation du système :



- **Description**

- ✓ Le bras devra avoir au moins 3 axes et un préhenseur.
- ✓ Le contrôleur devra gérer les butées. (par capteur de position ou détecteur de contact)
- ✓ La connexion entre le contrôleur et le calculateur sera soit par Bluetooth soit filaire.
- ✓ Une interface virtuelle permettra de piloter le bras.

- **Organisation**

Une proposition des tâches à mener est la suivante :

- ✓ Mettre au point les équations mathématiques.
- ✓ Décider des technologies de motorisation utilisées (pince/bras)
- ✓ Concevoir un bras robotique adapté aux moyens de production.
- ✓ Implémenter la connexion entre le contrôleur et le calculateur.
- ✓ Créer l'interface Homme-machine.

Projet Coopératif

Sujet C1 : Démonstrateur du phénomène de persistance rétinienne

Client : M. Bernez

- **Objectifs**

Le but de ce projet est d'obtenir un démonstrateur suffisamment finalisé pour pouvoir être présenté par l'école lors de salons ou des journées portes ouvertes. Il s'agira de montrer que la persistance rétinienne peut être mise à profit pour réaliser des systèmes d'affichage de petites dimensions. L'école dispose déjà d'un tel démonstrateur qui atteste de la faisabilité technique. L'attente vis-à-vis de ce projet est de dupliquer ce démonstrateur en l'améliorant. Du point de vue fonctionnel, il faudra pouvoir commander le dispositif via une application sur smartphone (modifier le texte (ou l'image) affiché, indiquer la vitesse de rotation, gérer le temps d'allumage des leds). Du point de vue technologique, il faudra mieux dimensionner certaines parties et notamment le moteur d'entraînement qui est un peu lent et bruyant ainsi que les sources d'alimentation (batterie USB plutôt que pile 9V). D'un point de vue esthétique, il faudra travailler sur le design, l'ergonomie et la résistance de l'ensemble.

Le projet consiste donc à procéder à du rétro engineering (comprendre comment le prototype fonctionne), faire une analyse fonctionnelle (décrire ce qui pourrait être changé) et réaliser une nouvelle maquette fonctionnelle, améliorée. Il est attendu des apprentis de faire preuve d'imagination.

Ce projet doit permettre :

- ✓ d'évaluer les limites du principe mis en œuvre,
- ✓ d'identifier les technologies critiques vis-à-vis de l'efficacité,
- ✓ de proposer des améliorations.

- **Organisation de la maquette (cf. Figure 6)**

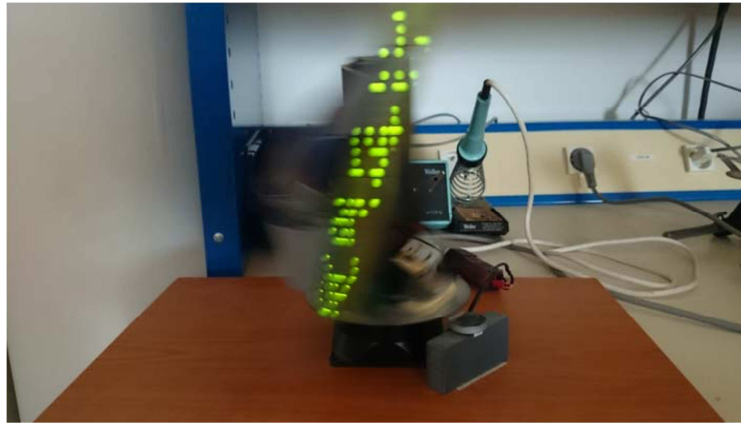


Figure 6 - Système à persistance rétinienne existant

- **Description**

- ✓ Des Leds alignées verticalement sont placées sur un bâti en rotation.
- ✓ La position angulaire du bâti est repérée par un capteur.
- ✓ Une séquence d'allumage des Leds est programmée afin que la persistance rétinienne fasse apparaître un texte ou une image.
- ✓ L'électronique est alimentée par une batterie USB.
- ✓ Le moteur est alimenté par le secteur.

Projet Coopératif

Sujet C2 : Visualisation musicale

Client : M. Bernez

- Système à réaliser :

Un spectromètre dans la bande passante de la musique (20Hz à 20kHz) affiche généralement le spectre en fréquences obtenu sur un graphique à barres (cf. Figure 7), rafraîchi régulièrement, typiquement à une fréquence de 1 à 10Hz. Le spectre est ainsi divisé entre quelques barres, typiquement de deux (basses, aigus) à une dizaine de barres suivant la résolution recherchée. Chaque barre, appelée également bande, correspond à un filtre centré sur sa fréquence centrale et caractérise le niveau sonore crête observé en sortie de ce filtre.

Dans un premier temps on demande de réaliser un ensemble qui permette une visualisation du spectre d'une guitare électrique, en se limitant à deux bandes (basses et aigus), d'une part façon "boîte de nuit" par deux DELs de couleurs différentes, une pour chaque bande, pulsant aux rythmes observés (cf. Figure 8) et d'autre part, sur PC et/ou sur tablette Androïd, du graphique à barres correspondant (cf. Figure 7).

Dans un deuxième temps, il s'agira de d'afficher en plus, sur un PC et/ou une tablette Androïd, un pantin 3D animé par la musique qu'il « entend ». On pourra ainsi le faire danser au rythme des basses pendant que le haut du corps bouge au rythme des aigus (cf. Figure 9).



Figure 7 - Spectre de fréquence en graphique à barres (bargraph)



Figure 8 - Visualisation style « boîte de nuit »



Figure 9 - Pantin 3D animé

- Objectifs :

La réalisation de ce projet permettra de mettre en œuvre un système temps réel complet allant du capteur analogique (Micro de guitare électrique) à l'affichage de mesures 2D et d'animations 3D sur PC/Tablette et comportant des interactions entre monde analogique et monde numérique ainsi qu'une communication Bluetooth entre μC et PC/Tablette (cf. Figure 10).

Les limitations du système réalisé devront être étudiées.

- Schéma synoptique du système complet :

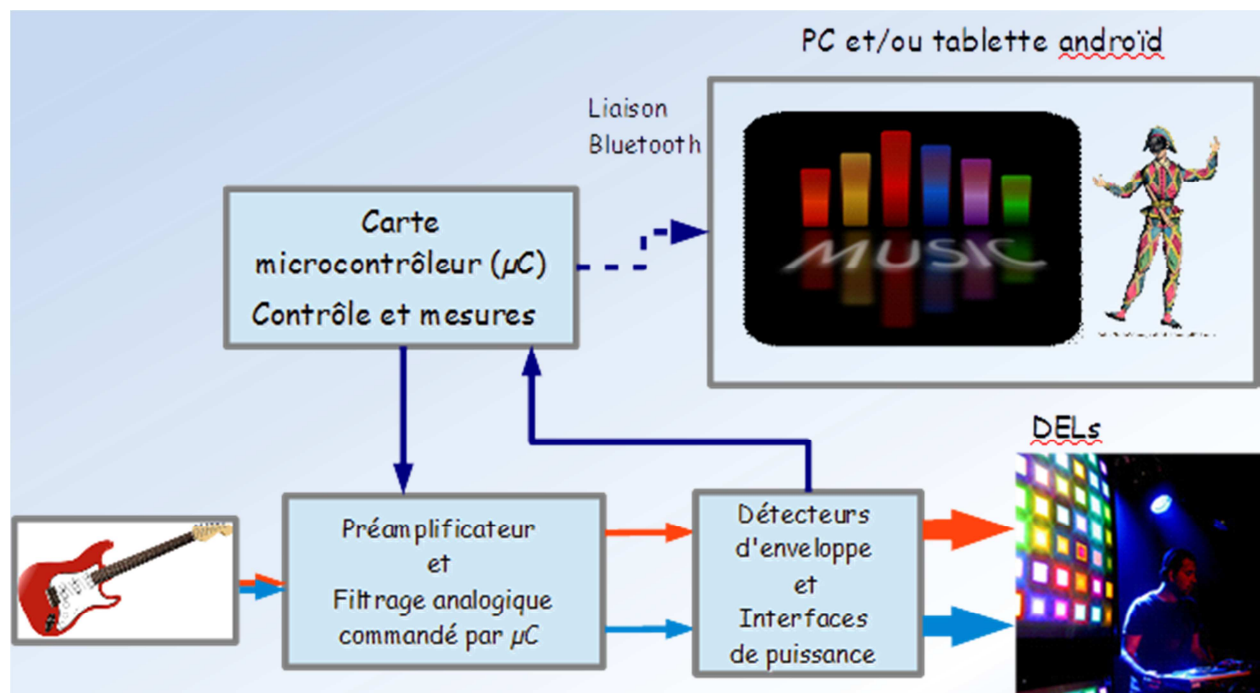


Figure 10 - Schéma synoptique du système complet

- Description :

- ✓ **Bloc Préampli et filtrage analogique :** le préamplificateur est destiné d'une part à fournir une impédance d'entrée adéquate au micro de la guitare électrique et d'autre part à fournir une amplification si nécessaire. Le filtrage est organisé autour d'un filtre analogique intégré commandé en fréquence, le MF10. Le MF10 contient deux filtres séparés. On peut donc en attribuer un pour chaque bande. Les bandes de fréquence sont sélectionnées à l'aide de la carte μC de contrôle. Ce bloc est suivi de détecteurs d'enveloppes fournissant les enveloppes des deux signaux à mesurer. Ces signaux sont ensuite acheminés vers leur DEL respective (Bande basses ou Bande aigues), au travers d'interfaces de puissance si nécessaire.

- ✓ **Bloc Carte microcontrôleur (μ C) :**
 - fournit les commandes en fréquence des filtres.
 - acquiert les signaux en sortie des détecteurs de crête et envoie les mesures au PC/Tablette via une interface Bluetooth pour la visualisation sur PC/Tablette.
- ✓ **Bloc Interfaces de puissance :** ces interfaces doivent pouvoir alimenter des DELs nécessitant un courant nominal d'une vingtaine de mA.
- ✓ **Bloc PC/Tablette :** une interface homme-machine (IHM) est à développer pour recevoir les données, afficher le spectre graphique à barres et le pantin 3D animé.

Projet Coopératif

Sujet C3 : Mise au point d'un monochromateur et réalisation d'un spectromètre

Client : M. Viaris

- **Objectifs**

Un monochromateur est un dispositif optique utilisé pour filtrer et/ou mesurer une composante monochromatique à partir d'un faisceau lumineux de spectre plus large. Le spectromètre est naturellement une des applications importantes du monochromateur. Pour obtenir le spectre du faisceau lumineux analysé, il suffit de déplacer la longueur d'onde de la composante monochromatique sélectionnée sur toute la plage de longueurs d'onde à analyser.

On souhaite :

- ✓ Mettre en œuvre l'ensemble de la chaîne de mesure et de pilotage.
- ✓ Etablir une méthode de calibration avec une source lumineuse dont le spectre est connu.
- ✓ Acquérir et afficher le spectre d'absorption d'un liquide, disposé dans une cuve en entrée du monochromateur, à l'aide une source lumineuse à large spectre.

- **Organisation de la maquette Spectromètre (cf. Figure 11) :**

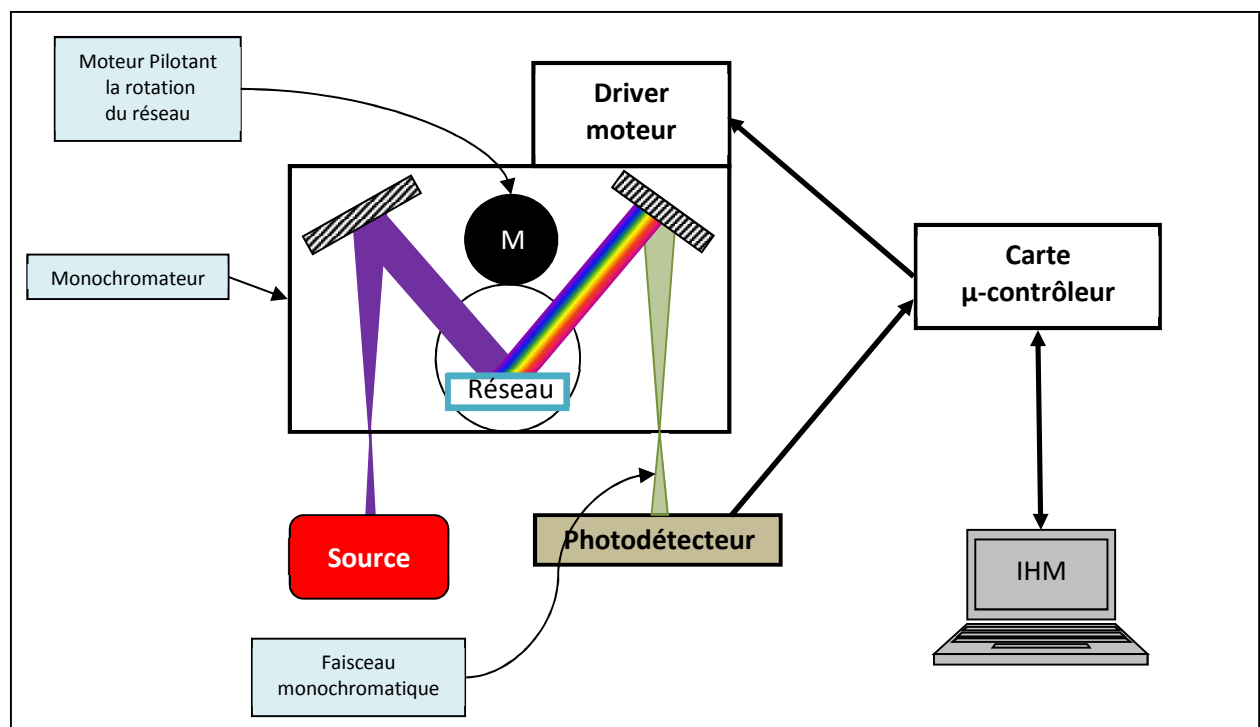


Figure 11

- **Description**

- ✓ Un faisceau arrive dans le monochromateur par une fente entrée. Un montage optique, dit Czerny-Turner, permet de maintenir le faisceau parallèle avant et après le réseau. Ce faisceau subit une diffraction grâce à un réseau optique. Ainsi, seul le faisceau de la longueur d'onde correspondant à une certaine orientation du réseau, parviendra à sortir du monochromateur via une fente de sortie.
- ✓ En sortie de cette fente, le signal d'un photorécepteur recevant le faisceau sera amplifié et permettra de mesurer la puissance lumineuse associée à chaque longueur d'onde.
- ✓ Un moteur pas à pas gèrera la rotation du réseau optique et devra permettre un enregistrement continu aboutissant à une acquisition de l'ensemble du spectre. Une carte microcontrôleur pilotera ce moteur, fera l'acquisition des données du photodétecteur, et les enverra à un ordinateur.
- ✓ Une interface homme-machine (IHM) sera à développer pour recevoir les données, afficher le spectre d'une acquisition, calibrer le dispositif, et enfin afficher un spectre d'absorption.

- **Organisation**

Une proposition des tâches à mener est la suivante :

- ✓ Monter et mettre au point le système optique.
- ✓ Etablir les limites du système optique (résolution, précision, influence de la largeur de fente,...), et proposer des moyens d'amélioration.
- ✓ Piloter la rotation du réseau optique.
- ✓ Acquérir le signal issu du photorécepteur.
- ✓ Établir une communication entre la carte microcontrôleur et l'ordinateur permettant de commander l'acquisition et de réceptionner les mesures.
- ✓ Développer une IHM permettant d'afficher le spectre d'une acquisition ou le spectre d'absorption sur un ordinateur.
- ✓ Définir et mettre en œuvre la procédure de calibration.
- ✓ Stocker les spectres obtenus sous forme de fichiers afin de pouvoir les afficher ultérieurement.

Projet Coopératif

Sujet D1 : Création d'une barre de traveling motorisée

Client : M. Quentin

- **Objectifs**

Une barre de traveling motorisée est un dispositif permettant le déplacement linéaire d'une caméra sans vibration. L'ensemble sera composé d'une partie fixe (le rail et son support) et d'une partie mobile qui sera motorisée. Cette dernière devra supporter et déplacer un poids de 2Kg. La partie mobile devra pouvoir suivre un profil de déplacement aléatoire et connaître sa position sur le rail.

Le dispositif devra être pilotable par ordinateur. Le choix des options et des choix techniques est à la charge du groupe. Seule l'utilisation du rail proposé est obligatoire.

On souhaite :

- ✓ Concevoir et dimensionner un plateau mobile motorisé sans vibration
- ✓ Maîtriser les différents types de moteur et de capteur pour contrôler le plateau.
- ✓ Interfacer le banc avec l'ordinateur.
- ✓ Avoir un dispositif permettant de ne pas poser le rail par terre.
- ✓ Pouvoir connaître la position du plateau sur le rail.



Figure 12 - Exemple d'une barre de traveling

- Organisation du système :

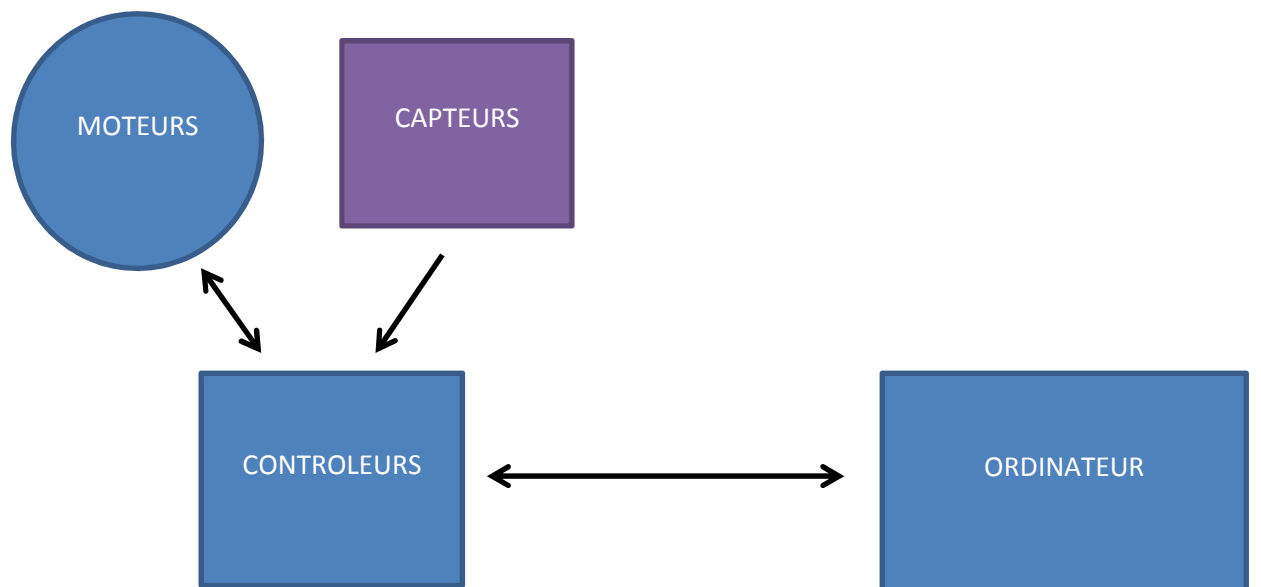


Figure 13 - Rail d'optique à utiliser comme barre de traveling

- **Description**

- ✓ Le rail devra être doté de pieds.
- ✓ La partie mobile devra être protégée contre les arrivées en butée.
- ✓ La partie mobile devra fonctionner la tête à l'envers.
- ✓ La connexion entre le contrôleur et le calculateur sera soit par Bluetooth soit filaire.
- ✓ Les moteurs et capteurs devront être dimensionnés pour supporter une charge de 2Kg.

- **Organisation**

Une proposition des tâches à mener est la suivante :

- ✓ Faire rapidement un châssis prototype afin de tester des solutions de moteurs.
- ✓ Décider des technologies de motorisation utilisées (pince/bras)
- ✓ Concevoir l'ensemble capteur de position.
- ✓ Implémenter la connexion entre le contrôleur et le calculateur.
- ✓ Créer l'interface Homme-machine.

Projet Coopératif

Sujet D2 : Démonstrateur du phénomène de persistance rétinienne

Client : M. Bernez

Voir sujet C1