

# Cahier des charges

## Conception et fabrication d'un bracelet de rééducation

### 1 - Contexte et définition du projet

Le projet vise la population des personnes victimes d'amputations et notamment des amputations du membre supérieur. Une des principales problématiques rencontrées par les patients porteurs de prothèses myoélectriques est la charge cognitive associée à la commande et l'asservissement visuel permanent que nécessite son utilisation.

La gestion des différents mouvements de la prothèse se réalise de manière séquentielle.

Pour attraper un verre sur une table, une personne amputée sous le niveau du coude doit gérer les deux mouvements nécessaires (La rotation du poignet ; L'ouverture et la fermeture de la main) l'un après l'autre.

L'action est rendue d'autant plus difficile que les patients n'ont absolument aucune information sur l'état du système autre que celui offert par le retour visuel. Ils doivent rester concentrés sur l'objet à atteindre et surveiller l'action que la prothèse est en train de faire. Cela est extrêmement coûteux en termes de ressource cognitives (concentration, commandes musculaires). A cause de cela, beaucoup de patients abandonnent leur prothèse qui deviennent ce qu'on appelle communément les « prothèses placards ».

Dans ce contexte deux axes de travail peuvent permettre d'améliorer les conditions vis-à-vis de l'utilisation des prothèses : **le contrôle myoélectrique et le retour sensoriel**.

L'idée est donc de réaliser un bracelet composé de capteurs en contact avec la peau mais également d'actionneurs qui grâce à la modularité du signal permettent de retranscrire de nombreuses informations plus rapidement interprétées par le système nerveux central que la vision.

Avec ce dispositif, nous souhaitons :

- Améliorer le contrôle des prothèses
- Augmenter le temps d'utilisation des prothèses par les patients
- Améliorer la qualité de vie des patients

### 2 - Objectif du projet

L'objectif est de développer un dispositif capable de recréer une partie de la sensorialité perdue lors de l'amputation afin d'améliorer, en particulier, le contrôle des prothèses et la qualité de vie des patients.

De ce fait, le dispositif sera composé de différents capteurs afin, d'une part, d'enregistrer les activités musculaires du patient et d'autre part, d'activer un retour sensoriel.

Il est prévu que le dispositif puisse être utilisé par le patient. Pour cela il est nécessaire qu'il soit compatible et utilisable dans le quotidien au sein des structures hospitalières.

Le système d'acquisition des activités musculaires doit donc devenir un système embarqué avec suffisamment d'autonomie et offrir une communication sans fil à une tablette, un PC ou smartphone.

Le système embarqué devra prendre la forme d'un bracelet doté d'électrodes pour acquérir les signaux d'activités musculaires, de vibreurs pour renvoyer un signal informatif pour les aider dans la phase de contrôle et d'une centrale inertielle afin de détecter un éventuel déplacement du bracelet.

### 3 - Description du dispositif à concevoir

La conception de ce dispositif exige 3 domaines de compétences, qui sont l'Electronique, la Mécanique et l'Informatique.

Le dispositif à réaliser est donc un bracelet extensible (flexible) pouvant se glisser au-dessus du moignon.

Ce bracelet sera composé de **8 segments équirépartis connectés entre eux de manière flexible**.

Un segment correspond à l'association d'une unité électronique (partie Hardware) et de son boîtier (partie mécanique). Soit 8 unités dans 8 boîtiers connectées entre eux de manière flexible.

### **3.1 Partie Hardware et software : Conception des unités**

Concernant cette partie, trois étapes intermédiaires semblent obligatoires pour la réalisation des unités :

- **La première est la validation du circuit d'une électrode multi-usage EMG (électromyographie).**
- **La deuxième est la communication avec la centrale inertielle.**
- **La troisième est le contrôle de vibreurs.**

Le bracelet est composé de 8 unités qui se composent toutes, au minimum, de **1 électrode EMG** et de **2 vibreurs**.

Les autres composants, du tableau ci-dessous, sont à répartir dans les 8 unités.

Composants	Quantité
Electrodes EMG à 3 points de mesure	8
Vibreurs de type « <b>voic coil</b> »	16 (une rangée de 8 au-dessus et une rangée de 8 en dessous des électrodes)
Centrale inertielle	1
Interface visuelle de type led (connexion, niveau de charge)	1
Bouton multifonction	1
Microcontrôleur (reprogrammable à souhait)	1
Batterie (suffisante pour travailler 4h de manière intensive)	1
Mode de recharge filaire	1
Système de communication (sans fil et/ou filaire)	1

Chaque unité devra être sur un support rigide qui devra avoir **une largeur maximale de 25 mm** et **une hauteur maximale de 40 mm**. Et le circuit électronique devra être composé de 8 unités rigides connectées entre elles de manière flexible.

Pour un fonctionnement optimal, le microcontrôleur du bracelet devra permettre :

- **l'acquisition jusqu'à 2000Hz des 8 électrodes EMG**
- **un traitement de type filtre passe-bande et algèbre linéaire**
- **le contrôle, par modulation de largeur d'impulsion (PWM), de chaque vibreur**
- **la communication sans fil (Wifi, Bluetooth)**
- **et sa programmation par câble**

#### **- Partie Software :**

La séquence (algorithme) n'est pas à mettre au point. Seul l'implémentation et sa vérification seront à réaliser.

### **3.2 Partie mécanique : Conception des boîtiers**

L'architecture des boîtiers devra permettre d'accueillir les différentes unités conçues.

Un bracelet est composé de 8 boîtiers.

Les 8 segments (unités + boîtiers), qui composent le bracelet, doivent être disposés de façon équirépartis.

Le bracelet devra être adaptable sur des bras de 30 à 45cm de circonférence par une variation flexible de son diamètre interne.

Le bracelet devra avoir une épaisseur d'environ 12mm.

## 4 – Dispositif Médical

Ce bracelet sera utilisé dans un cadre médical (centre hospitalier).

**Par conséquent, la conception et le développement de ce dispositif devra être conformes aux exigences normatives des dispositifs médicaux actifs thérapeutiques.**

Le dispositif qui sera livré par le prestataire, devra pouvoir être utilisé sur des patients afin de valider son bon fonctionnement. (Essai clinique pré-certification)