



RAPPORT

**BADBIOSense : PREUVE DE  
CONCEPT DE FEEDBACK DE  
POSTURE POUR LE BADMINTON**

Mélissa Moulart

Superviseur : Frédéric Marin ([frederic.marin@utc.fr](mailto:frederic.marin@utc.fr))

## Sommaire

Introduction.....	2
1. Contexte et Objectif du projet .....	3
a. Contexte du projet .....	3
i. Généralités sur le badminton .....	3
ii. Le badminton en quelques mots.....	3
iii. Objets connectés et le sport.....	4
b. Objectif du projet .....	4
2. Cahier des charges.....	5
a. Diagramme à cornes.....	5
b. Cahier Des Charges Fonctionnel (CDCF).....	5
i. Environnement du produit.....	5
ii. Description des fonctions.....	6
3. Matériel et méthode .....	6
a. Matériel utilisé .....	6
b. Méthode.....	7
4. Résultat et discussion.....	9
a. Résultat.....	9
b. Discussion .....	10
5. Conclusion .....	10
Annexe n°1 : 1 <sup>er</sup> jalon .....	11
Annexe n°2 : 2 <sup>ème</sup> jalon .....	13
Annexe n°3 : 3 <sup>ème</sup> jalon .....	15

# Prix FFBad 2017

---

## Introduction

Ce travail s'inscrit dans le cadre de mes études en Biomécanique à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC), et plus particulièrement dans l'option intitulée « **Technologie, Sport et Santé** ».

Cette option s'est déroulée en deux parties. Une première avec des cours et des Travaux Pratiques, où plusieurs sujets ont été abordés, la plupart, visant à comprendre le système musculosquelettique. La deuxième partie de l'option était un **projet à réaliser par l'étudiant**. La consigne était la suivante : « **Réalisation** d'une preuve de contexte, d'un prototype, **d'une solution technique**, d'une application pour le monitoring d'une **pratique sportive** ou la réalisation d'un équipement ou d'un service pour la prévention ou la préservation de l'autonomie de la personne. ».

Pratiquant le badminton de manière régulière depuis quelques années, j'ai donc décidé d'orienter ce projet sur ce sport.

La réalisation de ce projet a consisté en quatre jalons sous forme de présentation orale, réparties sur un semestre :

- Jalon n°1 : Contexte et Objectifs (10min de présentation)
- Jalon n°2 : Rappel de l'objectif, cahier des charges fonctionnel, projection d'un choix technologique et planification (10min de présentation)
- Jalon n°3 : Rappel du jalon n°2, matériel et méthode, résultat et discussion (10min de présentation)
- Jalon n°4 : Présentation orale du projet en 3min, sans support

Le projet étant essentiellement oral, il me semble judicieux de vous le présenter en 4 parties, à savoir :

1. Contexte et objectif du projet
2. Cahier des charges
3. Matériel et méthode
4. Résultat et discussion

Enfin, ce projet s'intitule **BadBioSense** et consiste en un développement d'une solution technique permettant au joueur de badminton peu expérimenté d'avoir un **feedback lors de son jeu**.

Vous trouverez tout de même en annexe les PowerPoint réalisés pour les 3 premiers jalons.

## 1. Contexte et Objectif du projet

### a. Contexte du projet

#### i. Généralités sur le badminton

Le badminton est un sport de raquette qui ne cesse d'attirer petits et grands (plus de 100 millions de participants sur Terre). Ce sport, qui fait travailler aussi bien l'**endurance** que l'**explosivité**, est devenu l'un des **cinq sports les plus pratiqué en Asie**. Il est notamment le sport national en Indonésie et en Malaisie par exemple.

Les Français ont, eux aussi, un attrait grandissant pour cette discipline. En effet, comme représenté sur le graphe ci-dessous, la courbe d'évolution du nombre de licenciés en France est croissante.

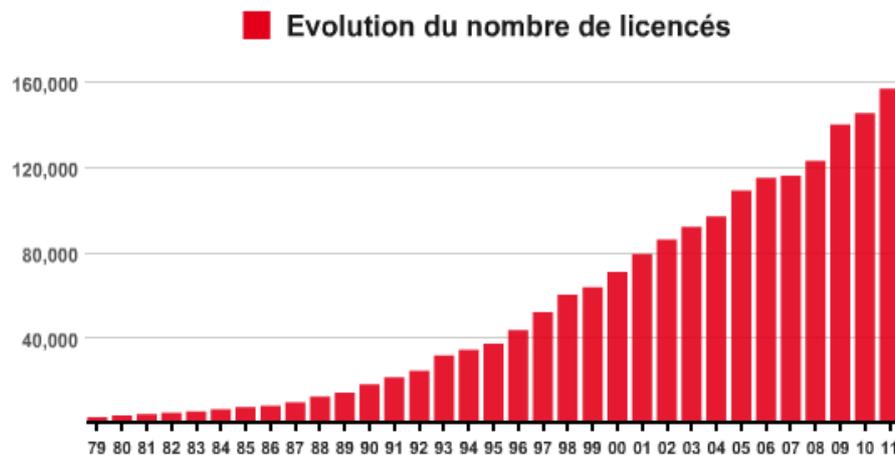


Fig.1: Evolution du nombre de licenciés en France (Fédération Française de Badminton)

#### ii. Le badminton en quelques mots

Ce sport de raquette se joue à 2 joueurs adverses où à 4 (deux équipes adverses de 2 joueurs). Les deux camps adverses sont situés dans deux demi terrain, séparés par un filet. Chaque joueur doit taper le volant à l'aide de la raquette afin de le faire tomber dans le terrain adverse.



Fig.2: Championnat du monde de badminton 2013

Une partie se joue généralement en 3 sets de 21 points et, comme dans tout sport, il existe des règles à respecter pour éviter de faire des fautes. Enfin, il existe différents coups tels que le smash, l'amorti, le dégagement, etc. qui permettent, une fois bien maîtrisés, de faire bouger son adversaire dans la totalité de son terrain.

### iii. Objets connectés et le sport

Dans le sport en général, la tendance est aux **objets connectés**. Le sportif veut de plus en plus connaître ses performances, ses limites et avoir un **suivi de ses activités**. C'est pourquoi, de nombreux objets connectés ont fait leur apparition ces dernières années, tels que le runsafer (baskets visant à réduire le risque de blessures) pour la course à pieds où le Swimsense live (montre recueillant des données de performance) pour la natation.



Fig.3: Runsafer



Fig.4: Swimsense live

Malgré cette tendance nette, il n'existe pas, où **très peu d'objets connectés pour le badminton**, permettant un feedback des performances.

## b. Objectif du projet

L'objectif du projet est de permettre au badiste amateur d'avoir un feedback de son jeu. En effet, il est difficile de juger de sa progression lorsque la pratique est faite sans forcément une supervision par un entraîneur professionnel. Certains joueurs peuvent ne pas se rendre compte de leurs erreurs, et cela peut devenir un vrai handicap pour la progression dès lors que ces erreurs deviennent une habitude de jeu.

Le BadBioSense a pour but de faire remarquer au joueur deux erreurs de base grâce à un **biofeedback**, afin d'**éviter les mauvaises habitudes** de jeu. Ces deux erreurs sont les suivantes :

- **Mauvaise préhension** du manche de la raquette
- **Raquette non en garde** (bras vers le bas)

Après avoir échangé avec différents professeurs de badminton, ces deux erreurs sont apparues comme les mauvaises habitudes de jeu les plus fréquentes.

## 2. Cahier des charges

### a. Diagramme à cornes

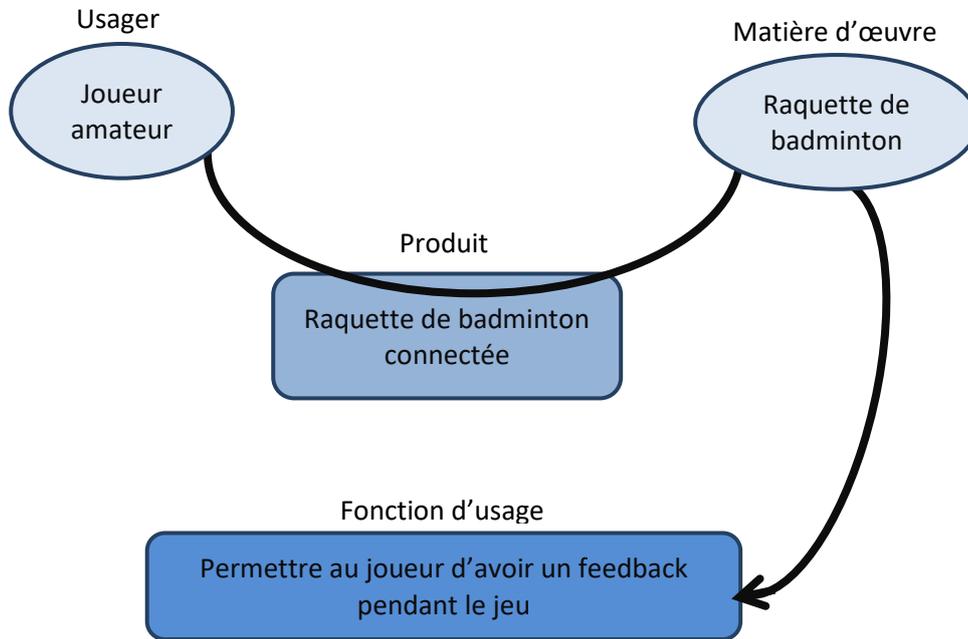


Fig.5: Diagramme à cornes du BadBioSense

### b. Cahier Des Charges Fonctionnel (CDCF)

#### i. Environnement du produit

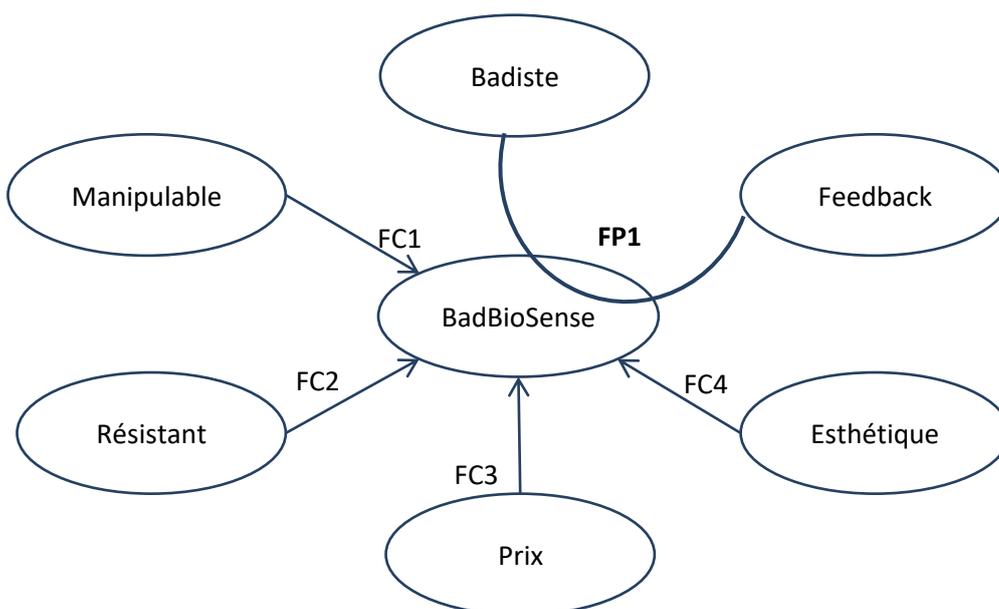


Fig.6: CDCF du BadBioSense

## ii. Description des fonctions

**FP1** : Permettre au badiste d'avoir un feedback : pression exercée au manche et inclinaison du bras portant la raquette

FC1 : Ne doit pas gêner le joueur

FC2 : Doit être résistant au choc (notamment du volant)

FC3 : Doit être à un prix raisonnable

FC4 : Doit être esthétique et discret

## 3. Matériel et méthode

### a. Matériel utilisé

Dans un premier temps, la solution envisagée était de relier un capteur de pression (situé sur le manche de la raquette) à un circuit arduino, lui-même relié à un accéléromètre (fixé à la partie haute de la raquette). Un buzzer aurait été connecté au circuit arduino afin de permettre le feedback.

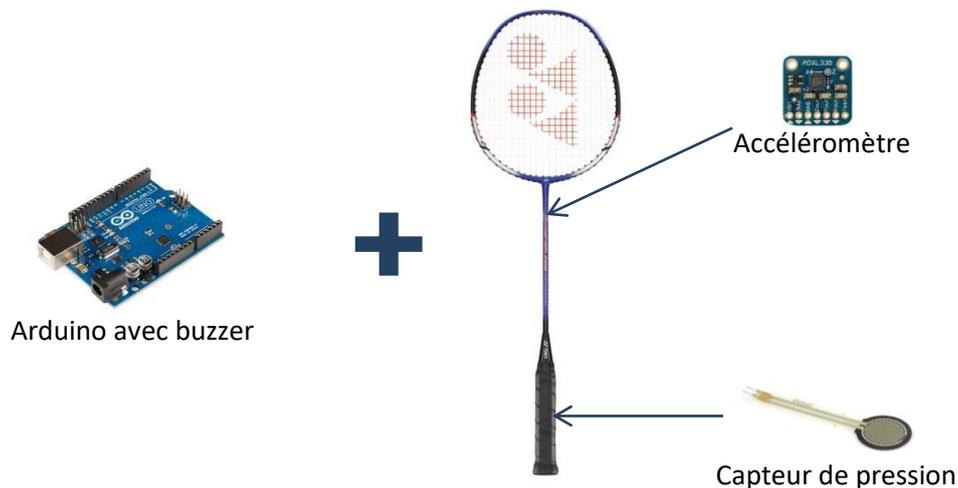


Fig.7: Schématisation de la première idée

Le problème sur ce type de matériel, est qu'il ne remplit que deux fonctions du CDCF : la fonction principale FP1, et la fonction contrainte FC3. Les autres fonctions n'auraient en effet pas été respectées. Le matériel est fragile et les câbles auraient été apparents. De plus, l'ergonomie de la raquette aurait été impactée (préhension différente, augmentation du poids et déplacement du centre de masse). Pour ces différentes raisons, cette idée n'a pas été retenue.

Finalement, le matériel utilisé est le bracelet **Myo Armband**, contenant une centrale inertielle ainsi que plusieurs électromyogrammes (EMG) encerclant le bras, permettant une détection de l'activité des muscles.

Ce bracelet permet de remplir toutes les fonctions du CDCF, le prix étant tout de même plus élevé que la solution précédente. Pour traiter les données du bracelet, une **interface graphique** sera créée sur **Matlab**.

## b. Méthode

Le travail à réaliser est maintenant clair : recueillir les **signaux des EMG** ainsi que la **matrice de rotation** du bracelet Myo Armband, afin de les traduire en « pression » imposée au manche et « inclinaison » du bras (permettant de juger de la garde du joueur).

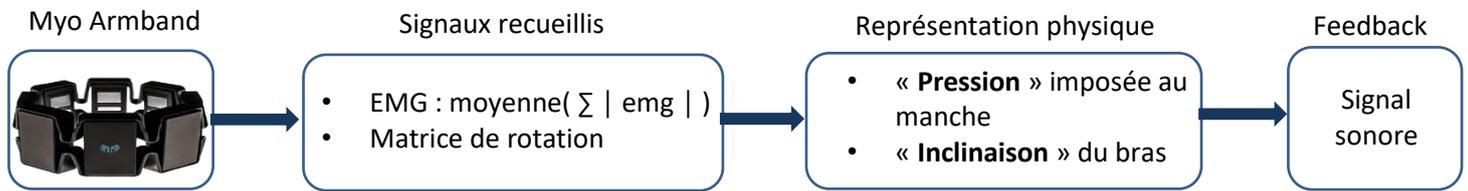


Fig.8: Résumé du travail à réaliser

Le Myo Armband permet une communication bluetooth avec un ordinateur. Les données du bracelet sont alors enregistrées en **temps réel** sur l'ordinateur afin d'y être traitées via le logiciel Matlab.

- 1<sup>ère</sup> étape: Données des EMG.

Le bracelet Myo Armband dispose de 8 EMG, donc de 8 signaux d'activité musculaire. Le bracelet pouvant être positionné un peu différemment à chaque fois, il me semblait plus pertinent de travailler sur la somme des valeurs absolues des signaux afin de ne pas être embêtée par le positionnement du bracelet.

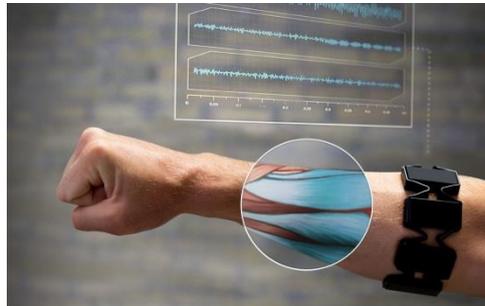


Fig.9: Signaux EMG en sortie du Myo Armband

Une fois les 8 signaux sommés en un, une moyenne a été calculée. La courbe bleue de la figure ci-dessous représente la somme des valeurs absolues des 8 signaux, et la courbe rouge est la moyenne de la courbe bleue.

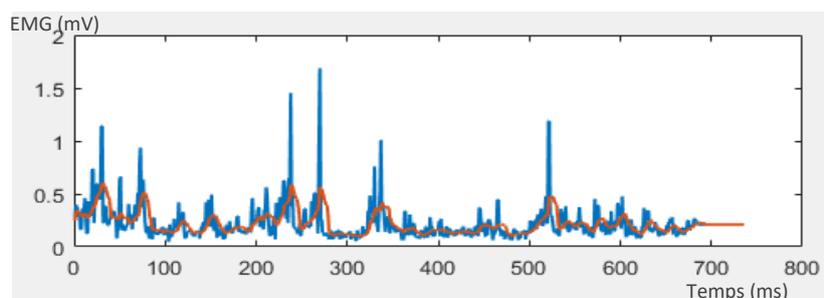


Fig.10: Graphe Matlab  
Moyenne (rouge) de la somme des valeurs absolues des EMG (bleu)

Le travail de feedback est réalisé à partir de la courbe rouge, que nous appellerons maintenant : **EMG moyenné**.

$$\text{EMG moyenné} = \text{mean} \left( \sum_{k=1}^8 | \text{EMG}_k | \right)$$

Pour réaliser un feedback sonore, il est nécessaire de fixer un seuil de contraction musculaire du bras, à partir duquel le signal retentira. Cependant, chaque joueur a une activité musculaire différente, et donc un seuil propre.

Afin de pouvoir créer un seuil fixe pour tous les joueurs, l'EMG moyenné est normalisé. Pour ce faire, le joueur contracte fortement son bras (en serrant le point) pendant quelques secondes. L'EMG moyenné est alors divisé par la contraction maximale moyenne pour donner le signal **EMG normalisé**.

$$\text{EMG normalisé} = \frac{\text{EMG moyenné}}{\text{mean}(\max_{\text{temps de contraction}}(\text{EMG moyenné}))}$$

Il est alors possible de fixer un seuil commun à tous les joueurs, à partir duquel l'EMG normalisé est jugé trop important, ce qui se traduit physiquement par le fait que le joueur sert trop fortement sa raquette. Le seuil a été fixé de manière empirique à un EMG normalisé de 0.05 (mais peut être modifié).

- 2<sup>ème</sup> étape: Matrice de rotation

Lorsque le bras fait un angle  $\alpha$  de moins de  $90^\circ$  par rapport à la verticale (orientation vers le bas), cela veut dire que le joueur n'a **pas une bonne garde** pour le jeu. De la même manière que le seuil précédent, ce seuil de  $90^\circ$  a été choisi de manière empirique et peut être modifié.

La matrice de rotation permet de connaître l'inclinaison du bras par rapport au vecteur gravité  $g$ .

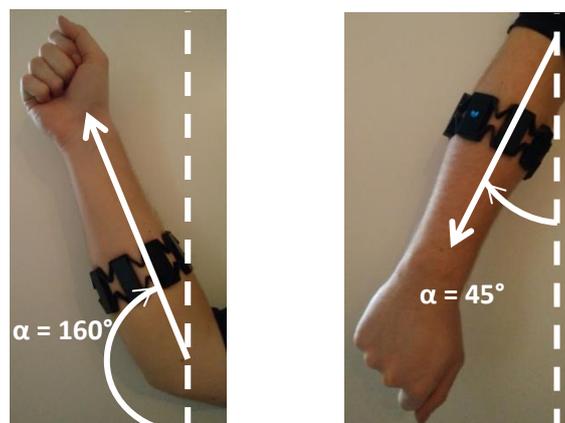


Fig.11: Inclinaison du bras

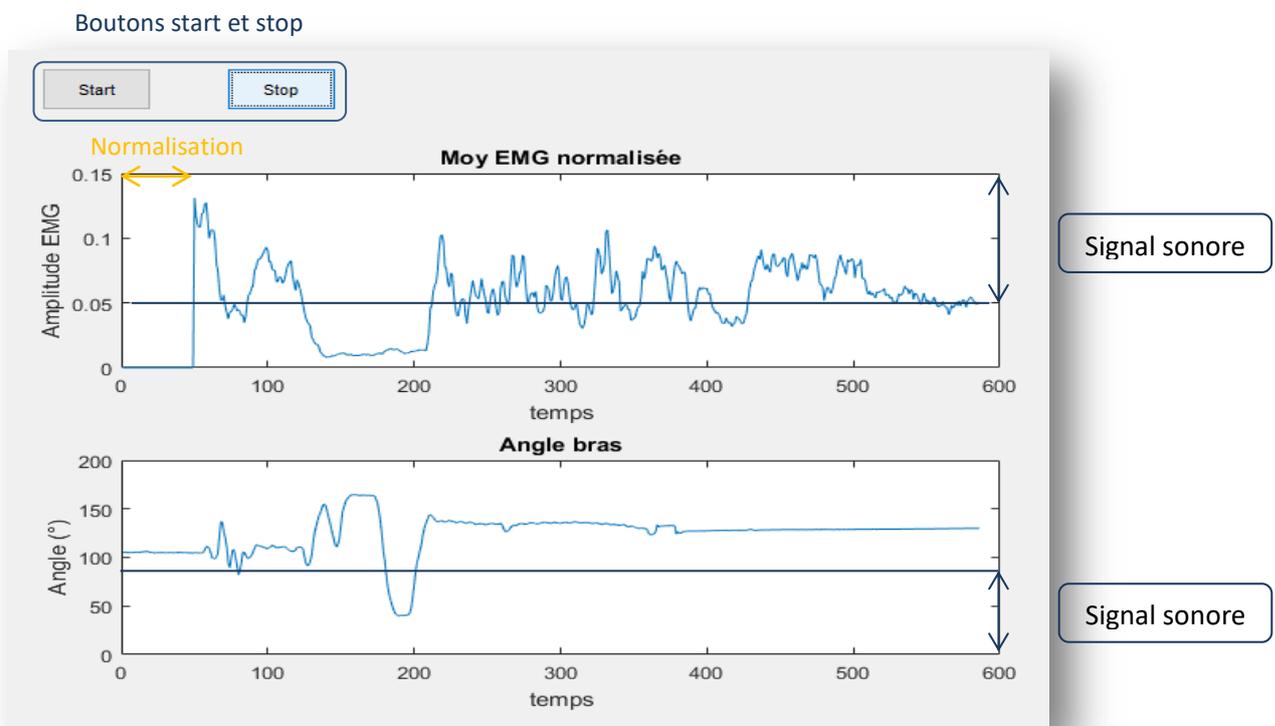
- 3<sup>ème</sup> étape: Interface graphique

La dernière étape consiste à créer une interface graphique avec les boutons « Start » et « Stop ». Les courbes « EMG normalisé » et « Inclinaison du bras » sont visibles en temps réel sur cette interface. Lorsque l'une des courbes dépasse un seuil, un son est émis. Ce son est de plus en plus aigu lorsque la valeur de la courbe s'écarte de la plage dans laquelle elle devrait se trouver.

## 4. Résultat et discussion

### a. Résultat

L'interface graphique se présente de la manière suivante :



Lorsque le joueur clique sur le bouton « Start » situé en haut à gauche de l'interface graphique, il lui est demandé de serrer le point un court instant, afin de pouvoir **normaliser l'EMG moyenné**. Pendant ce temps, l'amplitude de l'EMG est nulle, afin de ne pas fausser le feedback. Lorsque la normalisation est terminée, le joueur peut commencer son entraînement. Pour arrêter l'interface graphique, il suffit de cliquer sur le bouton « Stop ».

La combinaison du bracelet Myo Armband et de l'interface graphique permet de respecter les fonctions du cahier des charges.

## b. Discussion

L'objectif du projet a bien été atteint. Cependant le dispositif n'a pas eu l'occasion d'être testé suffisamment de temps en conditions réelles. Les seuils sont donc peut-être amenés à être ajustés.

De plus, le signal bluetooth du bracelet est parfois perdu par l'ordinateur. En effet, lorsqu'il ne détecte pas suffisamment d'activité, le bracelet se met en veille et n'envoie plus de données. L'ordinateur perd alors la connexion avec le bracelet, ce qui peut arrêter l'interface graphique.

Enfin, l'interface graphique pourrait être améliorée facilement. Il est possible d'enregistrer les données afin d'en tirer, par exemple, le nombre de coups droits et revers lors d'un match, le nombre de smatch, d'amortis, etc.

## 5. Conclusion

L'objectif du projet qui était le suivant « **Réalisation** d'une preuve de contexte, d'un prototype, **d'une solution technique**, d'une application pour le monitoring d'une **pratique sportive** ou la réalisation d'un équipement ou d'un service pour la prévention ou la préservation de l'autonomie de la personne », a été atteint.

L'interface graphique mérite encore quelques améliorations comme expliqué dans la partie 4.b. Pour autant, le prototype est fonctionnel et répond au cahier des charges fixé. Quelques tests ont pu être réalisés en conditions réelles afin de confirmer le bon fonctionnement de la réalisation.

En résumé, voici un graphique de l'action de l'interface graphique lié au Myo Armband:

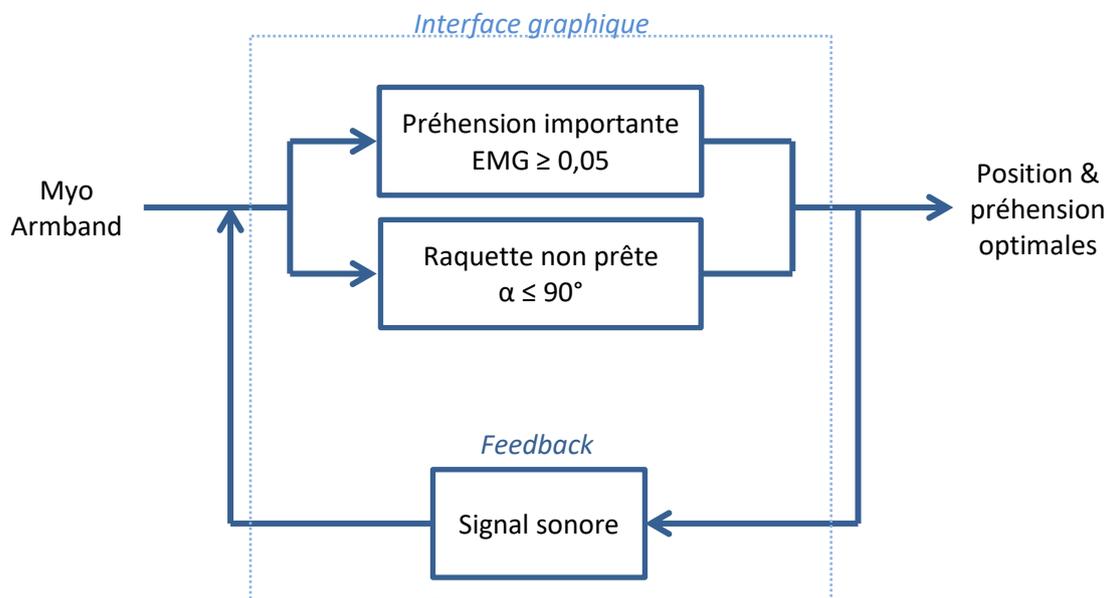


Fig.12: Asservissement créé grâce à l'interface graphique et au Myo Armband

Lorsque le joueur sert trop fortement le manche et/ou a le bras vers le bas (non prêt à réceptionner le volant), l'ordinateur émet un feedback sous forme de signal sonore afin de faire remarquer son erreur au joueur.

En perspective de ce travail, nous envisageons maintenant d'évaluer cette solution de feedback sur une population de badiste.

## Annexe n°1 : 1<sup>er</sup> jalon

# Raquette de badminton instrumentée

Mélissa MOULART

1

2

## Sommaire

### Contexte

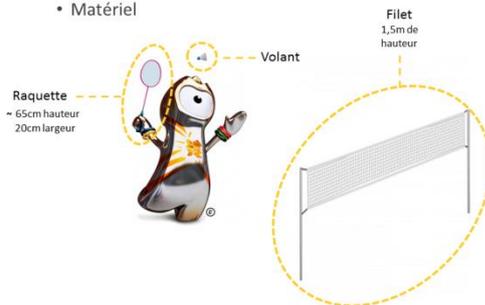
- I- Le badminton
- II- Les tendances dans le sport
- III- Bilan

### Objectif

## Contexte

### I- Le badminton:

#### • Matériel



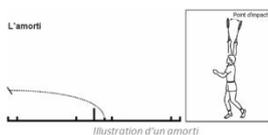
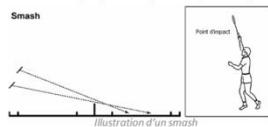
Wenlock: mascotte des JO 2012

3

4

### I- Le badminton:

- A savoir:
  - 3 sets de 21 points
  - Différents coups (service, smash, amorti, dégagement, etc.)



5

### I- Le badminton:

- Quelques chiffres:
  - 100 millions de participants sur Terre

Année	2000	2010	2016
Nombre de licenciés en France	70 000	145 000	180 000 <

D'après la Fédération Française de Badminton

➔ De plus en plus de personnes intéressées par le badminton



Licencié ≠ suivre des cours avec un professeur

6

TSS02: Jalon 1 Contexte

### II- Les tendances dans le sport:

- Les objets connectés

*Fitness: Move it*

*Natation: Swimsense live*

*Running: runsafer*

*Golf: golf swing sensor*

Montres, baskets, vêtements: toute la panoplie classique du sportif devient connectée et mesure les performances des utilisateurs. «Plus qu'une tendance, c'est une vraie industrie»

*Article du Figaro, 2014*

TSS02: Jalon 1 Contexte

### III- Bilan:

- Finalement:
  - ➔ De plus en plus de personnes intéressées par le badminton.
  - ➔ « Mode » de l'objet connecté dans le domaine du sport.
- Et pourtant:
 

Objet connecté pour les badistes ?

TSS02: Jalon 1 Raquette de badminton instrumentée

# Objectif

TSS02: Jalon 1 Objectif

- Problématique:
  - Comment aider l'amateur de badminton à améliorer son jeu de façon autonome (sans professeur)?
- Idée:
  - Développement d'un outil permettant d'obtenir un feedback sur ses performances sportives

TSS02: Jalon 1 Raquette de badminton instrumentée

# Merci de votre attention

# Avez-vous des questions?

TSS02: Jalon 1 Raquette de badminton instrumentée

### Bibliographie:

<http://www.objetconnecte.net/>

<http://www.ffbad.org/> : Fédération Française de badminton

# Annexe n°2 : 2<sup>ème</sup> jalon

## Raquette de badminton connectée

Mélissa Moulart  
 Suiveur: Frédéric Marin

2

### Sommaire

1. Rappel de l'objectif
2. Cahier des charges fonctionnel
3. Projection d'un choix technologique
4. Planification

### Rappel de l'objectif



3

**Objectif du projet:** Permettre au joueur de badminton non professionnel de corriger certains défauts de manière autodidacte

**Pour qui:** Le joueur de badminton débutant ou amateur ne bénéficiant pas (ou pas toujours) de cours avec un entraîneur

**Solution proposée:** Créer une raquette connectée permettant un **biofeedback** des défauts « classiques » du badiste

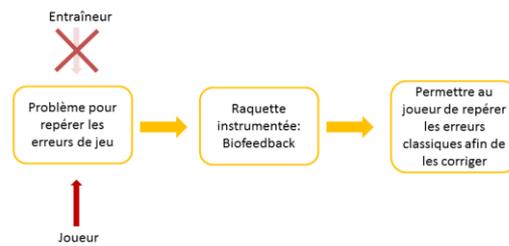
4

### Cahier des charges fonctionnel



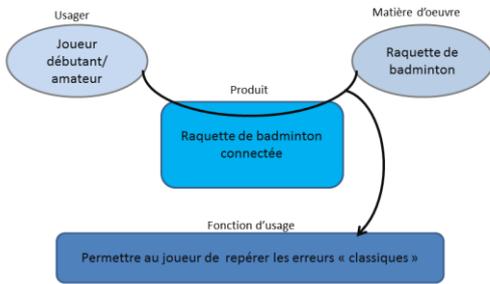
5

#### 1. Contexte

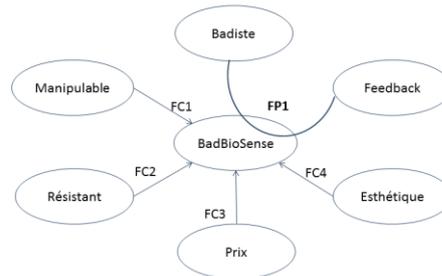


6

2. Environnement:



7



FP1 : Permettre au badiste d'avoir un feedback :  
pression exercée au manche et inclinaison du bras portant la raquette  
FC1 : Ne doit pas gêner le joueur  
FC2 : Doit être résistant au choc (notamment du volant)  
FC3 : Doit être à un prix raisonnable  
FC4 : Doit être esthétique et discret

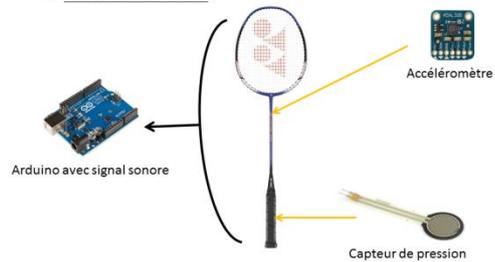
8

Projection d'un choix technologique



9

1. Idée de réalisation:



Des IMU seront sans doute ajoutés sur le joueur dans un premier temps

10

2. Prix du prototype:

Composants	Coût	Nombre	Total
Raquette	30 €	1	30 €
IMU	NC	2	-
Capteur de pression	12 €	2	24€
Arduino (kit)	(20 €)	1	-
<b>Total</b>		<b>54 €</b>	

11

Planification



12

Calendrier:

Date	Objectif
Fin octobre	Achat des capteurs
Novembre	Fabrication du prototype et tests: • Capteur de pression • IMU } Arduino
Jalon 3 : 6/12/16	Prototype utilisable
Jalon 4: 3/01/17	Prototype fini

Merci de votre attention



13

14

# Annexe n°3 : 3<sup>ème</sup> jalon

Projet TSS02 – A16

Mélissa Moulart

**BadBioSense**

Jalon 3:  
Professeur référent: Frédéric Marin

BadBioSense

## Sommaire:

- Contexte et objectif
- Fonctions du prototype
- Matériel et méthode
- Résultat
- Discussion

BadBioSense

## Contexte et Objectif

### I- Contexte

- Le badminton fait parti des 5 sports les plus pratiqué en Asie (sport nationale).
- En France :

D'après la Fédération Française de Badminton

### II- Objectif

- Permettre au joueur amateur ou débutant d'avoir un feedback de certaines de ses erreurs.

BadBioSense

## Fonctions du prototype

\* Erreurs retenues :

- Main trop serrée sur le manche
- Raquette non prête à jouer

BadBioSense

## Matériel et méthode

### I- Matériel

a. Hardware

- Pas de modification de poids ou de géométrie de la raquette.
- Fonctionnement bluetooth (IMU + EMG).
- Plus élégant.

b. Software

- Facile d'utilisation.
- Permet de créer des interfaces graphiques (GUI).

BadBioSense

## Matériel et méthode

### II- Méthode

BadBioSense

## Matériel et méthode

II- Méthode

**Pression :**

**Inclinaison :**

7

BadBioSense

## Résultat

Start Stop

**Normalisation**

**Angle bras**

8

BadBioSense

## Résultat

9

BadBioSense

## Discussion

Ce qu'il reste à faire:

- Tester en condition de jeu :
  - Seuil de la moyenne des EMG ?
  - Seuil de l'angle 90° ?

Jalon 4:

- Contexte / Objectif
- Matériel
- Démonstration vidéo du BadBioSense

10

Merci de votre attention

Y a-t-il des questions ?