



# **Quelles sont les attentes du marché en matière de technologies d'analyse des performances sportives (chez les amateurs) ?**

**Théo JAOUDET**

**MEMOIRE EN DATA & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE  
ET MANAGEMENT FINANCE**

Campus et Date : Paris La Défense, 22/05/2024

Superviseur : Éric LOMBARDOT

Confidentiel : NON

## Remerciements

Je tenais à adresser mes remerciements envers plusieurs personnes sans qui l'écriture de ce mémoire ne se serait pas aussi bien déroulée.

Tout d'abord, je remercie M. Éric LOMBARDOT, mon superviseur, pour son précieux soutien. Grâce à ses conseils, j'ai pu poser des bases solides et mettre en place des méthodes efficaces tout au long de l'écriture de ce mémoire.

J'aimerais également remercier l'équipe pédagogique du pôle et des deux écoles, et notamment Mme. Amélie CLAUZEL qui nous accompagne dans cet exercice depuis plusieurs mois.

Enfin, je souhaite remercier mes proches qui m'ont soutenu tout au long de cette année. Leurs conseils avisés et leur aide pour partager mon questionnaire à travers leur réseau ont été essentiels pour obtenir des résultats exploitables.

## Déclaration d'originalité -- Signée et datée



### Author's Declaration of Originality

*[Include this statement at the front of your Thesis document]*

I hereby certify that I am the sole author of this thesis and that it presents mainly my ideas, analyses and evaluation of the findings of my research. This work is the result of my personal writing (neither written by another human nor written by a robotic tool).

I certify that, to the best of my knowledge, this document does not infringe upon anyone's copyright and that any ideas, methodologies, quotations, or any other material from the work of other people has been completely and correctly referenced in the body of the work and in the References and/or Bibliography. All citations use the referencing system, which has been adopted by the School.

Any direct quotations from written or verbal data are shown in quotes, and appropriately referenced.

Any part of this document which has been used in previous academic assessments during my program of study has been identified and referenced in accordance with the APA regulations. I confirm that there has been no unauthorized assistance from other students or friends during the production of this document. No part of this work comes from any academic support Internet site.

I declare that this is a true copy of my own work and that I accept that it be submitted through the anti-plagiarism software used by the School for confirmation of this fact.

Date: 22/05/2024

Signature:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. B. J.', written over a horizontal line.

## **Résumé en français**

Dans ce mémoire, nous mettons en lumière l'importance croissante des technologies d'analyse des performances sportives chez les amateurs, en soulignant la diversité des outils existants et en développement dans différents sports. La recherche documentaire explore en détail les applications de ces technologies dans des disciplines variées telles que l'athlétisme, le football, la musculation, et bien d'autres, mettant en évidence les besoins des utilisateurs et les tendances du marché.

Les résultats de l'étude, basés sur l'analyse des retours d'un questionnaire, révèlent des attentes significatives des amateurs en matière de technologies d'analyse des performances sportives, offrant ainsi un aperçu précieux des besoins du marché. En conclusion, ce mémoire souligne l'importance de répondre efficacement à ces attentes pour les acteurs du secteur des technologies sportives, en vue d'améliorer l'expérience des sportifs amateurs et de répondre à leurs besoins spécifiques.

## **Résumé en anglais**

In this thesis, we highlight the growing importance of sports performance analysis technologies among amateurs, emphasizing the diversity of existing and developing tools across various sports. The literature review dives into the detailed applications of these technologies in various disciplines such as running, football, weightlifting, and others, highlighting user needs and market trends.

The study results, based on the analysis of the survey answers, reveal significant expectations from amateurs regarding sports performance analysis technologies, providing valuable insights into market needs. In conclusion, this dissertation underscores the importance of effectively addressing these expectations for stakeholders in the sports technology sector, aiming to enhance the experience of amateur athletes and cater to their specific requirements.

## Table des matières

Remerciements .....	2
Déclaration d'originalité -- Signée et datée .....	3
Résumé en français.....	4
Résumé en anglais .....	4
Introduction .....	7
Problématique.....	10
Corps Principal.....	12
Recherche documentaire et littéraire .....	12
Athlétisme .....	13
Basketball .....	15
Cyclisme.....	17
Football.....	19
Golf.....	21
Handball .....	23
Hockey sur glace .....	24
Musculature .....	26
Natation .....	29
Rugby .....	32
Ski.....	33
Sports de combat .....	35
Tennis .....	38
Sports équestres .....	40
Volleyball.....	42
Santé .....	44
Synthèse de la recherche .....	46
Partie Empirique.....	47
Résultats et discussion.....	48
Informations générales sur les participants .....	48
Informations sportives sur les participants .....	50
Informations sur les besoins des participants .....	51
Informations sur les sports .....	53
Analyses par type de profils .....	58
Informations sur les produits étudiés .....	63
Cas d'utilisation des résultats .....	65

Synthèse des résultats.....	68
Conclusion.....	70
Liste des figures .....	75
Liste des tableaux .....	77
Annexes .....	78

## Introduction

Seulement un tiers des personnes interrogées lors du [questionnaire](#) réalisé pour ce mémoire utilisent un appareil de suivi de leurs performances sportives. Toujours selon ce même sondage, on apprend que la raison principale de ce chiffre est que les participants ne voient pas l'utilité de l'utilisation d'un tel appareil à leur niveau de pratique de leur sport.

Afin de rendre ces outils technologiques accessibles au plus grand nombre de personnes possible, il est pertinent de s'intéresser à l'offre disponible au grand public, ainsi qu'aux facteurs influençant l'utilisation d'un de ces appareils dans la population. Aujourd'hui en France, entre 55 et 70% de la population pratique un sport (Baromètre national des pratiques sportives 2023). Cela représente plus de 35 millions de français qui seraient de potentiels nouveaux utilisateurs de ces technologies. Au-delà de la performance pure, ces outils sont également utiles au suivi la santé de leur utilisateur. Cela dépasse donc la vision unique de la performance sportive en compétition, et répond à une question de santé publique.

Cette étude aura pour but de regrouper un large éventail de technologies disponibles à ce jour et dans un grand nombre de sports très diversifiés. Cette recherche approfondie devra ainsi regrouper un ensemble d'outils technologiques, déjà existants ou en cours de développement, qui s'inscrivent dans ce contexte d'analyse de performances. Tout au long de ce mémoire, sera considéré comme « sportif » toute personne pratiquant une activité physique (marche, course, sport collectif, etc.) à un niveau non-professionnel. Les sportifs professionnels sont évidemment concernés par ces technologies mais ne seront pas notre cible finale. Les outils d'analyse peuvent avoir une visée individuelle, directement pour le sportif ou pour son entraîneur et équipe, ou bien une visée de groupe directement sur une performance d'équipe. Il est important de noter que cette étude inclura également les outils axés sur la santé des sportifs, plutôt qu'uniquement sur leurs performances dans un sport spécifique. Prendre en compte la santé de l'athlète est essentiel pour une analyse approfondie de ses résultats

Une fois toutes ces informations collectées, l'objectif sera d'essayer d'en ressortir des tendances. Nous essaierons de savoir si certains outils sont plus efficaces, plus confortables, plus exploitables, plus abordables, ou encore plus scalables que d'autres. De plus, afin de pouvoir connaître ces résultats, nous nous appuierons directement sur les retours des personnes concernées par ces technologies que nous interrogerons à travers un [questionnaire](#).

Ce sujet a de nombreux intérêts pour des individus pratiquant un sport et pour d'autres travaillant dans une entreprise dont le secteur touche au sport. Tout d'abord, les personnes qui verront le plus d'intérêts à cette étude seront les **sportifs** eux-mêmes. En effet, ce sont eux qui pratiquent le sport et dont les performances sont évaluées. Les chiffres sont importants mais seulement s'ils sont utilisés correctement. Il faut donc que le sportif comprenne le fonctionnement et la signification des retours de l'outil afin qu'il soit en phase avec les instructions de son entraîneur ou de son médecin. D'un point de vue personnel, il est important pour eux d'avoir les bons outils pour pouvoir évaluer leurs performances et ainsi de prendre du plaisir à pratiquer leur sport. En effet, sans avoir de grosses structures derrière eux, les sportifs doivent tout de même être en mesure de pouvoir gérer leur travail et d'éviter les blessures de façon autonome.

Ensuite, nous pouvons considérer que les **entraîneurs ou médecins**, premiers suiveurs des athlètes, seront également concernés par cette étude. Les outils présentés leur fournissent des données précises sur les performances de leurs sportifs, qui leurs permettront d'adapter le programme d'entraînement en fonction des objectifs fixés. Certains outils concernant la santé de l'athlète sont aussi primordiaux afin d'éviter un trop gros épuisement du sportif allant jusqu'à une blessure. Savoir bien utiliser ces outils et comprendre les résultats retournés doivent être la norme pour un entraîneur qui veut optimiser les performances de son élève. De ce fait, dans le cas des équipes, savoir harmoniser les données reçues pour tous les joueurs permettra in fine d'avoir les meilleures performances collectives possibles. Même à un niveau amateur, **les propriétaires de clubs ou les associations sportives** partagent des intérêts similaires à ceux des entraîneurs. Ils pourraient donc être intéressés par une étude qui explore comment ces choix sont réalisés. Cela leur permettrait alors une meilleure intégration au projet sportif mis en place, et ceux-ci pourraient à leur tour évaluer les athlètes à leur manière.

Sur le même modèle, les **entreprises** qui s'occupent de développer des technologies d'analyses et de suivi des performances pourraient également suivre le marché des technologies actuelles, et orienter leur prochain produit en fonction du manque sur certains besoins. Éviter de créer un produit déjà existant permet non seulement de gagner du temps et de l'argent, mais aussi d'éviter de proposer quelque chose qui n'apportera aucune valeur ajoutée ni au sportif ni à l'entreprise. Les résultats du questionnaire communiqueront des informations très utiles sur les attentes des futurs sportifs en matière de technologies. Nous pourrions définir pour certains sports des appareils qui sont plus demandés que d'autres en fonction du profil du sportif, et ainsi adapter l'offre et créer une formule personnalisée selon chaque utilisateur.



Nous avons déjà vu des **organisations sportives**, telles que des fédérations nationales, mettre en place de façon obligatoire des technologies portatives sur des athlètes dans plusieurs types de sports différents (rugby, course automobile, etc.). Ces technologies ont pour but premier de suivre la santé des sportifs en monitorant certaines données biométriques. Dans une optique de toujours mieux protéger ses athlètes, certaines organisations pourraient donc s'inspirer des technologies présentées dans cette étude afin de mettre en place de nouveaux outils de suivi de la santé des sportifs au niveau amateur. Les résultats obtenus grâce à certaines de ces nombreuses technologies pourraient encourager les organisations sportives à ouvrir des discussions avec leurs athlètes sur la possibilité de tester de nouveaux outils visant à réduire les blessures. De la même manière, les **organismes publics de santé** pourront s'appuyer sur les résultats de cette étude afin de mettre en place des appareils adaptés pour suivre la santé de leurs bénéficiaires, et d'ainsi réduire le nombre de rechutes et de libérer du temps aux personnels médicaux entre autres.

Si l'on se concentre sur les données pures, il est évident qu'il faut souligner le sujet portant sur la protection des données de l'athlète. Chacun doit se protéger du vol de celles-ci, et cela touche alors au domaine de la **cybersécurité**. Cela concerne principalement les utilisations professionnelles des technologies sportives, mais représente un enjeu majeur pour les équipes. Celles-ci doivent recruter des spécialistes dans le domaine de la cybersécurité. Ces derniers pourraient utiliser l'étude afin de comprendre le fonctionnement technique de l'outil et ainsi de mettre en place des plans de cyberdéfense efficaces.

Enfin, des individus qui pourraient également être intéressés par cette étude peuvent être dans un secteur **extra sportif**. En effet, ces outils pourraient être utilisés dans des secteurs où le physique des humains est mis en tension. C'est le cas de l'armée, de la police, des pompiers ou encore dans le bâtiment. La présentation de ces outils pourrait motiver certains dirigeants à en mettre en place au sein de son équipe. Pouvoir suivre en temps réel les signes vitaux de son équipage peut prévenir toute sorte de drames au cœur de l'action. De même, le suivi quotidien de la charge portée par un ouvrier peut lui éviter une blessure due à une répétition excessive d'efforts trop intenses.

À la vue de ces nombreuses parties prenantes qui pourraient être concernées par ce sujet, j'ai décidé de centrer mon étude sur la technologie sportive et médicale de performances à travers de nombreux sports, et notamment sur les outils qui sont utilisés. La problématique est la suivante :

## Problématique

### **Quelles sont les attentes du marché en matière de technologies d'analyse des performances sportives (chez les amateurs) ?**

L'objectif sera également de répondre à plusieurs questions subjacentes :

- Quelles technologies sont les plus aptes à être utilisées par le grand public ?
- Comment créer l'offre parfaite selon un profil d'utilisateur défini ?
- Comment le suivi médical peut-il être optimisé à l'aide d'outils technologiques ?

En termes d'articles sur ce sujet, certains évoquent le fonctionnement des technologies portatives mais restent généraux, sans prendre d'exemples précis ; d'autres ne parlent que de certains sports. Il existe aussi des articles sur les technologies portatives mais dans d'autres domaines que le sport. L'objectif de mon étude est d'apporter des informations sur les technologies déjà bien connues, mais également celles dont on ne parle pas et dont les sports sont moins répandus. De plus, il existe de plus en plus d'études sur les technologies destinées aux professionnels, mais beaucoup moins pour celles destinées aux amateurs. De ce fait on retrouve aujourd'hui un choix réduit d'outils disponibles pour des citoyens qui veulent simplement suivre leurs performances ou leur santé, sans devoir dépenser des sommes énormes.

Si l'on reprend la problématique, l'objectif des recherches sera de référencer un panel de technologies existantes et en développement, et ce dans un grand nombre de sports en essayant de diversifier leurs types (collectifs/individuel, intérieur/extérieur, hiver/été, sur terre/dans l'eau, etc.). En plus de ce listage, il faudra expliquer les bases techniques de ces outils de façon à rendre leur fonctionnement clair. Et dans les cas où c'est possible, également ajouter le type de données qui est renvoyé par la machine et comment elles sont exploitées par le sportif et son staff technique.

Mon travail aura pour contribution principale de simplifier la recherche et la compréhension des technologies d'analyses des performances en centralisant un grand nombre d'outils sur un seul unique document. De plus, mon questionnaire permettra de faire ressortir des tendances importantes sur les attendus des utilisateurs sur ces technologies, facilitant ainsi l'adaptation de l'offre à la demande.

Lors de mes recherches préliminaires, j'ai pu voir qu'il existe aujourd'hui beaucoup d'appareils de suivi et d'analyse des performances au plus haut niveau, et ces appareils sont en constante amélioration, devenant de plus en plus précis dans leurs prises de mesures. Mais ces produits coûtent chers et leur achat n'est pas utile aux personnes ne pratiquant pas du sport à haut niveau. Le but est donc de trouver des solutions pour permettre de rendre des appareils utiles et abordables au plus grand nombre. Dans cette direction, le questionnaire nous donne une idée du pourcentage d'utilisation des outils d'analyse des performances chez les personnes sondées, et ainsi nous pouvons définir des critères à respecter pour réussir un déploiement d'un produit selon le sport et le profil de l'utilisateur.

Ce mémoire sera ainsi constitué d'une partie dédiée à la recherche des technologies d'analyse des performances sportives et médicales actuellement utilisées dans des sports au niveau professionnel. Puis nous effectuerons ces mêmes recherches sur les technologies mais au niveau amateur. Enfin le but sera d'analyser le marché actuel et son historique, afin de comprendre sa taille, ses principaux acteurs et d'en déceler les ouvertures et potentiels inexploités.

## Corps Principal

### Recherche documentaire et littéraire

Pour cette revue de littérature, nous allons présenter un panel de technologies d'analyses des performances sportives. L'objectif sera d'étudier, pour certains sports, les technologies qui sont disponibles au plus haut niveau sportif. Ces appareils seront analysés sur plusieurs aspects, comme leur utilité, leur fonctionnement technique ou encore leur placement dans le marché face à des appareils concurrents similaires.

Une fois cette première mise en forme réalisée, nous regarderons ensuite, à travers certains prismes, lesquelles de ces technologies seraient possiblement adaptables à un public de sportif amateurs. L'objectif sera ainsi de procéder à un premier recensement de technologies scalables à une population non-professionnelle, pour pouvoir ensuite comparer cette liste avec les résultats obtenus lors du questionnaire dans la partie « Résultats et discussions ». Certaines technologies étant présentes dans plusieurs sports, les informations qui leurs sont associées ne seront pas répétées mais seulement citées. À noter que le choix des sports a été effectué de façon à diversifier leurs types (collectifs/individuel, intérieur/extérieur, hiver/été, sur terre/dans l'eau, etc.), et ne prend pas en comptes les sports difficilement accessibles (comme les sports mécaniques).

Liste des sports étudiés :

Athlétisme	Natation
Basketball	Rugby
Cyclisme	Ski
Football	Sports de combat
Golf	Tennis
Handball	Sports équestres
Hockey sur glace	Volleyball
Musculation	Santé

## *Athlétisme*

La France compte en 2024 environ 12,4 millions de coureurs annuels (Les tendances 2024 du running). Le running est probablement l'un des sports les plus simples à pratiquer, et compte de plus en plus d'adeptes chaque année. Nous considérons aujourd'hui qu'environ 90 % des coureurs amateurs utiliseraient une montre connectée ou une application mobile (Vélo, running : à quoi servent les montres connectées ?, 2023). De plus, l'athlétisme couvre une large zone de sports plus ou moins proches, allant du sprint au marathon en passant par les sauts de haies. Il existe donc de nombreuses technologies différentes qui viennent répondre aux besoins des sportifs dans leurs sports respectifs. Nous allons étudier trois types de technologies différentes.

Comme cité précédemment, lors de courses d'endurances, que ce soient des marathons ou simplement des sorties hebdomadaires de 20 min, les technologies les plus utilisées sont des montres connectées et/ou des applications mobiles, les deux pouvant être combinés. Nous allons donc commencer par étudier ces deux outils. Il existe une multitude de montres connectées qui se différencient par des détails techniques/visuels ou des données de plus grandes précisions. De façon générale, une montre connectée sportive permet à l'utilisateur de suivre son activité physique à travers plusieurs paramètres (distance parcourue, temps, fréquence cardiaque, etc.). Son utilisation est très simple car il suffit de la porter au poignet, de lancer une session sur l'application ou directement sur la montre, puis l'utilisateur peut commencer à courir.



*Figure 1 - Garmin Forerunner 255*

Ces montres sont composées d'un écran pour voir les informations (pas forcément tactile), de nombreux capteurs, d'un processeur et d'une batterie. Concernant les capteurs, les accéléromètres et les gyroscopes suivent les mouvements et l'orientation de la montre, facilitant ainsi des fonctions telles que le comptage des pas et la reconnaissance des gestes. Les moniteurs de fréquence cardiaque permettent un suivi de la condition physique, tandis que les capteurs GPS fournissent des services de géolocalisation. Enfin les capteurs de lumière ambiante ajustent la luminosité de l'écran en fonction des conditions d'éclairage environnantes, améliorant ainsi la lisibilité et préservant la durée de vie de la batterie. Certaines montres intègrent des capacités de chargement sans fil, ce qui simplifie le processus de recharge. Elles s'appuient également sur des technologies sans fil telles que Bluetooth et Wi-Fi pour établir des connexions avec des smartphones et d'autres appareils compatibles.

Une fois l'activité terminée, l'utilisateur peut retrouver un grand nombre d'informations sur sa course, que ce soit par rapport à son parcours et ses capacités physiques. Les données transmises sont mises en forme de façon à rendre leur compréhension simple, tout en communiquant des informations plus approfondies pour les personnes souhaitant plus de détails. L'utilisateur peut ainsi voir son parcours GPS (Figure 70), ses statistiques de performances (Figure 72) ainsi que des informations sur ses mouvements (Figure 71). Une étude sur la précision des montres Garmin (Szot, Specht, Dabrowski, & Specht, 2021) a par ailleurs montré que la vitesse de déplacement n'influait pas la précision du GPS, et que cette précision dépendait du nombre de satellites (GNSS). Il est aussi possible d'avoir des résultats sur sa course en se passant d'une montre et en utilisant simplement son téléphone, comme avec l'application Strava (détaillée dans [cette partie](#)). Les résultats sont un peu moins précis et détaillés, mais permettent de réduire les coûts de l'appareil. Une montre connectée de qualité va avoir un prix qui commence vers 150€ et peut aller à plus de 1000€ pour les appareils les plus développés.

Bien que la montre soit l'outil le plus utilisé, il existe également d'autres technologies qui permettent de suivre ses performances de course. Par exemple, le capteur Under Armor Record Sensor remplit les mêmes fonctionnalités que la montre (distance, vitesse, longueur de foulée, etc.) mais est présent dans la semelle de la chaussure droite. Une fois connecté à l'application dédiée, le capteur, qui est protégé de tout élément extérieur et qui ne nécessite pas de charge, va enregistrer les données le long de l'exercice. L'utilisateur peut même courir sans son téléphone et à son retour le capteur enverra les données à l'application, permettant de visualiser rapidement ses résultats. En plus des performances sportives, le duo capteur-application permet de suivre l'état d'usure de la chaussure, et analyse la foulée pour éviter les blessures. Il montre la forme actuelle du coureur et le conseille afin qu'il puisse procéder à des ajustements et atteindre sa forme idéale. Une paire de ces baskets coûte un peu plus que 100€, cependant sa production est en train d'être arrêtée et le système devrait devenir caduques en 2025. Cela n'empêche pas d'autres marques de reprendre l'idée et de réaliser quelque chose de similaire.

Pour les sportifs qui cherchent à améliorer au centimètre près leurs performances, il existe certaines technologies qui le permettent, notamment grâce à la vidéo. C'est le cas du logiciel Dartfish qui permet une analyse précise de la vidéo ainsi qu'une facilité de correction du mouvement à l'aide



Figure 2 - Logo  
Dartfish

d'outils compréhensibles (calcul d'angles, distance précises, etc.). Cela est utile notamment dans des moments où la force du muscle doit être dirigée dans la bonne direction, comme au départ d'un sprint ou lors d'un saut de haie. Leur offre va de 20€ à 110€ par mois.

Selon une étude sur le marché des montres connectées (Mordor Intelligence, 2024), la taille du marché des smartwatch en termes de volume d'expédition devrait passer de 171,38 millions d'unités en 2024 à 583,81 millions d'unités d'ici 2029 ; et en 2023 le chiffre d'affaires généré par les ventes de montres connectées dans le monde a atteint 42 milliards de d'euros (Statista, 2023). Il est difficile de séparer ce marché de celui des montres connectées purement à but sportif, mais de façon globale les leaders sur ce domaine chez les sportifs sont Garmin puis FitBit, et nous pouvons également inclure Apple, Samsung et Fossil même si l'utilisation de leur montre est plutôt orienté sur le quotidien que sur le sportif. De plus, nous notons que le plus grand marché est en Amérique du Nord, et que la croissance la plus visible est en Asie, mais que l'Europe est toutefois un marché très important dans ce secteur, et encore plus dans le domaine sportif. Le marché des baskets avec puce est lui beaucoup restreint et tend à rester très spécifique à certaines utilisations, voire pourrait disparaître dans quelques années. L'analyse vidéo est quant à elle bien plus prometteuse. En effet, elle est toujours en développement dans le milieu sportif professionnel, et cette progression permettra dans quelques années de rendre son utilisation moins chère et plus accessible aux amateurs et au milieu médical.

Finalement, dans l'optique de trouver un équipement qui pourrait être adapté à un public amateur dans des sports en lien avec l'athlétisme, aujourd'hui la solution la plus abordable reste la montre connectée dont les produits d'entrée de gamme sont autour des 100€. Pour les sportifs dans des clubs amateurs, il serait intéressant d'avoir un logiciel d'analyse vidéo commun aux membres d'un même club, car sur ce genre d'outils il est compliqué de tout gérer tout seul sans analyste vidéo ni entraîneur.

### ***Basketball***

Alors que le basketball n'est que le quatrième sport avec le plus de licenciés en France, aujourd'hui les yeux du monde entier se tournent de plus en plus vers nos sportifs français, et notamment aux Etats-Unis en NBA, ligue de basketball la plus cotée du monde. Après la carrière mémorable de Tony Parker, c'est désormais au tour de Victor Wembanyama de marquer l'histoire de la NBA de son empreinte. Et il ne fait aucun doute que ses performances vont créer des vocations au sein de la population française et en particulier des jeunes. Il est donc pertinent de s'intéresser aux technologies utilisées dans ce sport afin de savoir lesquelles pourraient être les plus bénéfiques dans les années à venir.

D'un point de vue mondial, le basketball est l'un des sports les plus développés, et il existe donc énormément de technologies similaires. Nous allons essayer d'en ressortir les utilités les plus intéressantes. Un premier outil concerne l'analyse vidéo. Un logiciel présent dans de nombreux sports



Figure 3 - Brassière Catapult

s'appelle Catapult, et permet de récolter de nombreuses informations sur le sportif. En effet, le système contient une brassière que le joueur doit porter, et à l'intérieur de laquelle nous retrouvons un boîtier qui capture tous types de données (mouvement, saut, vitesse, etc.).



Figure 4 - Boîtier Catapult

Ce boîtier de 70g contient donc plein de petits capteurs (GPS, fréquence cardiaque, gyroscopes, accéléromètres) qui renvoi les informations sur leur logiciel PC ou tablette. En plus de ce capteur nous retrouvons une caméra placée en hauteur de façon à voir l'entièreté du terrain et permettre une analyse encore plus précise. Cette combinaison boîtier et caméra permet ainsi d'obtenir des informations essentielles à l'entraîneur, que ce soit sur la tactique mais aussi et surtout sur la charge que le sportif subit lors des matchs et entraînement, et ainsi éviter les blessures. Ils collaborent avec plus de 4 000 équipes d'élite dans plus de 100 pays, dont des équipes de NBA. Les données sont retransmises de façon simplifiées pour permettre une compréhension rapide. Un ensemble brassière et boîtier coûte environ 180€, ce qui pour un club peut être supportable, mais pour un basketteur amateur est quand même un investissement. Il existe d'autres technologies similaires comme DataDunk pour l'analyse vidéo ou ShotTracker pour l'analyse statistique des tirs, mais toutes ces options restent assez chères pour un sportif non-professionnel.

Une autre solution consiste à intégrer un capteur directement dans la balle de basketball. C'est ce qu'on fait les ingénieurs de Wilson en développant la Wilson Smart Basketball. D'apparence normale, cette balle est équipée d'un petit processeur, gyroscope et accéléromètre qui permettent de savoir d'où part la balle et si elle est marquée ou pas. L'application liée permet de suivre les résultats des tirs et même de lancer des petits mini-jeux pour rendre la pratique plus ludique. Vendue à 200€, le prix reste abordable si on le divise entre les joueurs qui l'utilisent ensemble. Cette solution permet de monitorer les tirs de façon ludique, sans pour autant dépenser des milliers d'euros sur un produit similaire au panier connecté Huupe, qui ne coûte pas moins de 5000€.

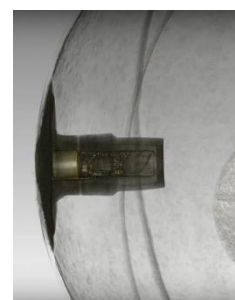


Figure 5 - Capteurs dans la balle



Malgré l'existence de très nombreuses technologies au niveau professionnel, elles peinent tout de même à s'adapter à celui du monde amateur, notamment à cause du prix et de la complexité à créer un appareil utile au niveau d'une seule personne. Les analyses vidéo peuvent s'avérer utiles pour les clubs amateurs qui peuvent se permettre de dépenser de l'argent pour s'améliorer, cependant pour les sportifs qui pratiquent ce sport sans club seulement sur des terrains libres-accès dans la ville, une balle connectée semble être la seule solution viable.

## *Cyclisme*

Depuis plusieurs années, nous constatons une augmentation du marché du vélo en termes de chiffre d'affaires et de nombre de ventes. En effet, cette croissance du marché du cycle s'explique par une adoption du vélo comme mode de transport par de plus en plus de personnes, notamment sur les vélos à assistance électrique (VAE). De fait, le vélo est aujourd'hui le moyen de transport le plus vendu en France. En 2022, près de 2,6 millions de vélos neufs ont été vendus en France, ce qui représente 43% des moyens de transport individuels vendus. Ce qui place le vélo largement en tête devant les trottinettes (26,5%) et les voitures (26%) (Le marché du vélo et du cyclisme en France en 2024). Ces chiffres en augmentation impliquent également de nouvelles opportunités pour les équipements en lien avec le vélo, comme des technologies de suivi et d'analyses des performances.

Tous les coureurs cyclistes professionnels utilisent un capteur GPS lors des compétitions et entraînements pour suivre en direct leur performance revoir leur historique, et une forte majorité de coureurs amateurs utilisent également ce genre d'appareil lors de leurs sorties à vélo. Ces appareils comme le Garmin Edge 830 se placent simplement sur le guidon du vélo, et permettent de récolter des informations comme la puissance développée, la vitesse ou encore la carte GPS du parcours. Il permet aussi de s'améliorer en prodiguant des conseils de rythme à suivre ou des repères de performances selon



Figure 6 - Capteur Garmin

l'objectif de l'utilisateur. Il pèse 80g et contient pléthore de capteurs (glonass, altimètre barométrique, accéléromètre, magnétomètre). Plusieurs données sont collectées comme le VO2 max, le nombre de watts/kg, le seuil lactique, le score d'effort, etc. En plus de garder plus de 200h de parcours, il est également possible de le connecter à un capteur de puissance sur le

pédalier, et à l'application Strava. Pour ceux qui n'ont pas la possibilité de sortir, il fonctionne aussi sur un home trainer. Cependant son prix avoisinant les 300€ est un obstacle très imposant.



Figure 7 - Logo Strava

Il y a également une possibilité de suivre ses performances sans devoir acheter un capteur ou une montre connectée. En effet, l'application Strava permet de retrouver des données similaires sans pour autant trop perdre en termes de qualité de précision. Il est évident que ces données seront moins poussées, mais cela peut correspondre aux sportifs dont la priorité ne consiste pas à optimiser au maximum leur performance. Cette application est gratuite, mais fonctionne aussi sous forme d'abonnement mensuel entre 5 et 10€ par mois permettant d'accès à plus de fonctionnalités. Elle peut être utilisée en cyclisme mais également pour courir, et peut se connecter à des montres de courses ou des capteurs GPS de vélo. L'utilisateur peut voir toutes ses données de ses courses précédentes, partager ses résultats, et les comparer avec ses amis et sportifs professionnels. Cela peut aussi être utile simplement pour avoir un suivi quotidien simple de ses trajets domicile-travail en voyant les distances parcourues, les temps de parcours ou encore les calories perdues et le nombre d'émissions de CO2 économisées par rapport à d'autres transports.

Afin de rendre le sport à l'intérieur ludique, il est aussi possible de rendre son vélo d'intérieur basique bien plus amusant. Avec l'application Zwift disponible pour 20€ par mois, il est possible de rendre son sport plus amusant. En course à pied, il suffit de connecter son tapis de course. À



Figure 8 - Vélo d'intérieur avec Zwift

vélo, il faut un vélo d'intérieur, un capteur de puissance et de vitesse, et un ordinateur. L'utilisateur peut également y connecter d'autres capteurs comme une montre connectée. Après avoir créé son avatar, il est possible de s'entraîner seul ou avec d'autres personnes en ligne, ou même de participer à des compétitions. La vraie différence avec un vélo d'intérieur basique repose sur la capacité à faire ressentir à l'utilisateur la sensation de prendre l'aspiration du cycliste devant soi, de rouler en peloton ou encore de ressentir le dénivelé d'un col. Il est possible pour un médecin de préconiser plusieurs entraînements de différentes difficultés pour permettre à son patient d'avoir un meilleur retour après une blessure. L'abonnement est plutôt abordable, mais la difficulté repose sur l'achat d'un vélo d'intérieur connecté (qui peut coûter quelques centaines d'euros).

Certaines startups ont tenté par le passé de commercialiser des petits capteurs à poser sur le pied ou dans le casque, mais leur efficacité ne leur a pas permis de plus se développer. Des pédaliers connectés ont été créés pour mesurer la puissance développée par les cyclistes et des cuissards technologiques existent pour étudier la force du muscle, et ainsi savoir si la force est répartie équitablement entre les deux jambes. Ces appareils peuvent être utiles pour optimiser la performance mais également pour suivre l'état du muscle après une blessure comme une déchirure au niveau de la cuisse.

Afin de suivre la croissance du marché du vélo, la technologie qui pourrait le mieux se répandre au sein des pratiquants amateurs pourrait donc être le capteur GPS. C'est en effet l'appareil le plus simple à faire fonctionner et avec des données facilement compréhensibles. Pas besoin de posséder le dernier modèle, les utilisateurs peuvent s'en procurer des moins chers qui réalisent les mêmes tâches mais avec une précision adaptée à leur niveau.

## ***Football***

Avec plus de 4 milliards de fans et 265 millions de joueurs fédérés, le football est sans conteste le sport le plus populaire au monde. Les plus grands clubs au monde génèrent des centaines de millions d'euros de revenus chaque année. C'est un business qui touche à tout et tout le monde. Le monde de la technologie n'y échappe pas, notamment depuis une petite vingtaine d'années avec l'explosion de la data. Aujourd'hui, tous les clubs qui veulent s'améliorer doivent passer par la data sportive (analyse de ses propres joueurs -santé et performance- et des joueurs adverses).

Tout comme d'autres sports collectifs, les footballeurs sont équipés de brassières similaires à celles de Catapult. Ces capteurs sont extrêmement utiles pour suivre les performances sportives des membres de l'équipe, mais également pour gérer l'effort demandé à ce sportif en fonction de son état médical. Nous pouvons nous appuyer sur une étude réalisée par des chercheurs polonais en 2023 (Predicting Injuries in Football Based on Data



*Figure 9 - Capteur Foot Catapult*

Collected from GPS-Based Wearable Sensors) concernant l'efficacité de ce genre de systèmes. Avec l'augmentation du nombre de matchs chaque saison, nous observons également une augmentation du nombre de blessures. En effet, l'augmentation de la charge physique sur les

joueurs sans un modèle d'entraînement adapté cause un risque plus élevé de blessure sans contact. C'est dans cette optique d'éviter les blessures évitables que les clubs investissent dans ces outils, même à des niveaux semi-pro. La démocratisation de cette technologie a permis à des concurrents comme STATSports d'investir le marché et aujourd'hui de réduire les prix de cet outil. De plus, des marques moins connues arrivent à nouer des partenariats avec des clubs plus modestes en adaptant l'offre au besoin et au budget de l'équipe, ce qui est bon signe pour les clubs amateurs qui voudraient s'en équiper dans quelques années.



Figure 11 - Chaussure avec strap

Pour une analyse plus centrée sur le joueur, il existe un appareil que l'utilisateur peut mettre sur le talon de sa chaussure pour capter des données de différents types. Le CityPlay de Playermaker est un package comprenant deux strap en silicone souple, deux capteurs avec leur boîtier de recharge, et une application mobile pour y retrouver les résultats. Une fois les capteurs rechargés dans leur boîtier, il suffit d'en mettre un dans chaque

strap, et de mettre un strap par chaussure au niveau du talon. Les capteurs à 6 axes échantillonnent le mouvement 1 000 fois par seconde, mesurant avec précision l'impact au sol, le contact avec le ballon et la rotation du pied, et vont envoyer instantanément les résultats de plus de 25 mesures (puissance, vitesse, mobilité, touches de balles, etc.). L'utilisateur va ensuite pouvoir partager ses résultats à plusieurs personnes, que ce soit sa famille, son entraîneur ou encore son médecin. L'application est faite de sorte à recenser pleins d'informations pointues, et en même temps à proposer des visuels facilement compréhensibles et ludiques. De ce fait ce la convient aux adultes comme aux enfants qui pratiquent du football. À noter que cette technologie a été testée par des joueurs professionnels qui la juge comme compatibles avec leur pratique du sport sans trop être gênant, et la FIFA l'a approuvé avec la certification EPTS autorisant son utilisation en match officiel. Aujourd'hui ce produit est en vente à 190€ le package compris avec un an d'abonnement à l'application. Ce prix ne semble pas être choquant lorsque nous savons qu'une paire de chaussures de foot de bonne qualité est rarement à moins de 100€.



Figure 10 - Strap en silicone

Après avoir volontairement ignoré des outils comme les statistiques Opta (inutile pour les amateurs), le ballon connecté (encore instable) et l'analyse vidéo (déjà abordée à multiples reprises), la technologie qui semble être la plus adaptée au niveau amateur est le CityPlay du fait de sa simplicité d'utilisation des données retournées. En effet, cet appareil permettra à des joueurs de tous niveaux d'avoir des informations exploitables sur leur propre technique de jeu.

## Golf

Quand nous demandons aux français pourquoi ils jouent au golf, 93% d'entre eux répondent : "pour la détente" (5 minutes pour tout savoir sur le golf en France). Et pourtant la Fédération Française de Golf est la 7ème fédération sportive en France avec plus de 440 000 licenciés en 2022. Alors que ce sport est au centre de spéculations écologiques qui vont potentiellement entrainer des changements dans les prochaines années, nous allons nous intéresser aux différentes technologies actuellement utilisées dans ce sport, et nous verrons que sa pratique n'est pas aussi inaccessible que ce que l'on pourrait croire.

Nous allons tout d'abord présenter une multitude de petits capteurs utiles au niveau du golfeur et de son environnement. La marque Garmin possède tout une panoplie d'outils pour répondre à différents besoins. Ainsi, ils proposent des montres connectées spécifiques à la pratique du golf. Ces montres peuvent intégrer des parcours préchargés, permettant ainsi d'avoir une vue détaillée du green avec les distances, la force du vent ou encore l'inclinaison du terrain.



Figure 13 - Montre Approach S70

Il est également possible d'y connecter un capteur à mettre au bout du club de golf pour plus de précision. D'autres variantes de la montre pour suivre les coups sont disponibles, comme le petit boîtier Approach G80 qui permet de suivre avec encore plus de précision les distances sans pour autant devoir porter une montre sur soi. Dans la même optique de libérer le bras, il est possible



Figure 12 – Boîtier Approach G80

d'accrocher un capteur au niveau de sa ceinture qui permet se guider lors du parcours, et qui est un peu plus abordable comme le boîtier Approach G12. Enfin toujours dans la même gamme mais pour encore plus de précision et donc plus cher, il existe des capteurs encore plus poussés comme des télémètres laser (une sorte de paire de jumelles connectées) ou une caméra (Figure 74) qui permet non seulement d'étudier le geste du swing mais également les métriques de la balle (vitesse, angle, etc.). Cependant, à part le capteur Approach G12, toutes les technologies sont onéreuses (entre 300 et 600€) et restent donc réservées aux professionnels.

Il existe également d'autres équipements qui permettent d'étudier le swing, comme le gant utilisé lors de cette étude (Lückemann, Haid, Brömel, Schwanitz, & Maiwald, 2018). L'analyse vidéo du geste entier comme le fait Biomécaforce permet aux golfeurs d'optimiser leur mouvement et ainsi améliorer leurs performances. Mais cette technologie peut également s'avérer être très utile dans une visée médicale. En effet, cela va permettre de comprendre

comment un geste est néfaste au corps du sportif, pour ensuite pouvoir le corriger. Un médecin pourra ainsi prodiguer des conseils pour éviter des futures blessures. Une version abordable de mesure du swing et de la trajectoire de la balle est disponible avec la boîte Trackman. Ce petit boîtier équipé d'une caméra est disponible dans certains country club lors d'une partie. L'utilisateur peut se le procurer sous forme de location pour des séances abordables à environ 25€ de l'heure (selon les country club).



Figure 14 - Trackman



Figure 15 - Topgolf

Enfin, la technologie utilisée au golf qui est probablement la plus connue au sein du grand public amateur est Topgolf. C'est un concept sportif qui n'est pas encore disponible en France, mais qui est très apprécié aux Etats-Unis et s'importe de plus en plus en Europe. Un peu comme un bowling, les participants peuvent venir à plusieurs, et chacun à leur tour vont pouvoir jouer au golf. Les joueurs en attente sont assis sur des canapés autour d'une table et peuvent prendre à manger et à boire. Il existe différents modes de jeu avec différents objectifs à atteindre. Cela permet à tous un groupe de pouvoir profiter de pratiquer ce sport de façon ludique sans les contraintes du golf « normal ». En effet, les prix sont autour d'une quinzaine d'euros la partie, et les clubs sont inclus dans la formule. En plus d'être jouable à tout moment (en journée ou soirée, au soleil ou sous la pluie), le public visé concerne les adultes et les enfants, et ne requiert aucun minimum de niveau de jeu. Bien qu'il ne faille qu'une surface de 300 x 100 mètres pour l'implanter, aujourd'hui il n'en existe encore aucun en France.

Finalement, nous avons pu voir qu'il existe aujourd'hui des technologies très poussées au golf qui permettent d'analyser le swing dans les détails les plus pointus. Mais ces outils sont beaucoup trop chers pour atteindre un public amateur. Une première solution est le Trackman qui peut être loué le temps d'une partie pour comprendre le geste qui doit être adopté. Et une fois que l'entreprise de Topgolf sera disponible en France, alors nous pourrons vraiment proposer une solution abordable économiquement et à tous les français. De plus, cette activité est bien plus écologique que le golf traditionnel. Il y a beaucoup moins d'entretien à réaliser et la consommation d'eau est bien meilleure. Sur le papier c'est donc cette solution qui devrait convenir le plus au public de cette étude.

## ***Handball***

Que ce soit chez les femmes ou chez les hommes, la France est l'une des meilleures nations au monde en handball depuis des dizaines d'années. Cette réussite sportive est la cause du nombre élevé de licenciés, faisant de ce sport le deuxième sport collectif le plus pratiqué en France. Du point de vue des équipes professionnelles, les technologies sont encore plutôt discrètes mais en pleine croissance, comme l'explique cet article sur l'équipe nantaise (Lavergne, 2023).

L'adoption de nouvelles technologies est un facteur clé de l'évolution de l'entraînement des handballeurs. L'utilisation de capteurs de mouvement, d'analyse vidéo et de logiciels de suivi de performance permettent une évaluation précise et une amélioration constante des compétences des joueurs. Le suivi des placements et mouvements des joueurs peut être fait



*Figure 16 - Capteur VERT*

grâce aux boîtiers Catapult que nous avons déjà pu voir précédemment. Il est également possible d'utiliser d'autres systèmes comme le logiciel vidéo Dartfish. Si un joueur souhaite étudier un point particulier sur ses performances de saut, il peut s'équiper d'un capteur VERT. Ce dernier se place directement sur le joueur et renvoie des données en direct. Cependant son prix supérieur aux 200€ le réserve à des clubs professionnels et non aux amateurs. D'un point de vue des statistiques, la plateforme Handball.ai permet de collecter une multitude d'informations sur le match et les joueurs. Déjà utilisée dans de nombreuses ligues professionnelles, elle pourrait continuer de se développer dans les divisions inférieures dans les prochaines années.

Les technologies d'analyses des performances au handball sont encore trop jeunes et pas assez développées pour réussir à atteindre les sportifs amateurs. En effet, il n'existe pas encore véritablement un appareil qui soit utile pour des clubs et sportifs qui ne sont pas dans les meilleurs au monde. Les capteurs Catapult étant la technologie qui se rapprocherait aujourd'hui le plus de ce que rechercheraient les équipes non-professionnelles, cela montre qu'il y a un manque d'offre technologique dans ce sport.



## *Hockey sur glace*

Bien que peu développé en France, le hockey sur glace est dans le top 5 des sports les plus suivis aux Etats-Unis. Cette popularité au-delà de l'Atlantique a permis aux clubs de s'équiper de technologies d'analyses des performances sportives de pointes. Il faudra notamment s'intéresser aux visées médicales de certains de ces outils, car c'est un sport de contact qui reste très physique et peut être dangereux pour la santé.

Aujourd'hui, la technologie qui est la plus utilisée pour suivre les joueurs d'une équipe reste la présence d'un capteur sur chaque joueur, ou une utilisation vidéo. Ces résultats peuvent être obtenus grâce aux capteurs LPS (Local Positioning System) de Kinexon,



Figure 17 - Capteur Kinexon

qui équipe aujourd'hui les plus grands clubs américains. En plus de géolocaliser le joueur, le capteur IMU (Inertial Measurement Unit) permet de collecter des informations sur la vitesse, l'accélération, la distance ou encore la puissance d'un impact. En combinant cette technologie avec celle de l'analyse vidéo de Dartfish comme présenté dans cet article (Dartfish, 2024), l'objectif sera de présenter la première solution de suivi entièrement automatisée pour le hockey sur glace. Et cela permettra notamment aux études comme celle-ci (Gamble, et al., 2022) de pouvoir pousser leurs résultats sur les LPS de Kinexon à des niveaux encore plus poussés, eux qui avaient démontré que le Kinexon LPS est fiable et précis pour étudier la charge externe sur la glace chez les joueurs de hockey sur glace lorsque les capteurs sont systématiquement fixés à l'arrière des épaulettes des joueurs. Cependant, le prix oscille entre 25.000 et 75.000 euros par équipe et par saison.



Figure 18 - Capteur Helios

Certains chercheurs ont essayé de réaliser ce genre de capteur eux-mêmes pour en réduire le prix (Vleugels, VanHerbruggen, Fontaine, & DePoorter, 2021) et leurs résultats semblaient être positifs, mais aujourd'hui une technologie pareille pour se démarquer doit nécessairement être extrêmement fiable et précise, ce qui malheureusement n'est obtainable qu'avec des gros budgets de recherche. Pour une vision individuelle abordable de ses performances, la marque Helios propose un capteur à placer au niveau de son plastron, et qui combiné à une vidéo filmée avec un simple téléphone, permet d'avoir directement tous les moments où l'utilisateur était sur la glace, en donnant certaines informations comme la fréquence cardiaque, les forces et faiblesses, et prodigue des conseils



pour s'améliorer. Sous forme d'abonnement à 30€ par mois, cela reste toutefois réservé aux plus motivés.

Concernant la vision de la santé des sportifs, tout comme le rugby il existe des problèmes concernant des commotions cérébrales. L'intensité des mises en échecs lors des matchs et entraînements ainsi que certains coups lors des bagarres pose aujourd'hui un danger sur la santé actuelle et future du sportif. Nous pouvons donc préconiser l'utilisation d'un protège-dent de type Prevent Biometrics que nous avons le voir dans [cette partie](#). Mais une fois la suspicion de commotion détectée, il faut agir pour en limiter ses conséquences. C'est



Figure 19 - Casque PolarCool

l'objectif du système PolarCap développé par la société suédoise Med Tech PolarCool. Ce dispositif de refroidissement médical portable permet un traitement aigu des commotions cérébrales. Il s'agit d'un système de régulation thermique spécialement conçu pour réduire la température cérébrale élevée après un traumatisme cérébral, et est certifié CE en tant que dispositif médical de classe IIa. Une étude publiée sur cet appareil (Marklund, Al-Husseini,



Figure 20 - Machine PolarCool

Fazel, Gard, & Tegner, 2022) a montré des effets positifs significatifs pour les joueurs traités avec PolarCap par rapport aux joueurs non traités (groupe témoin), en ce qui concerne un temps de récupération raccourci après une commotion cérébrale et un soulagement immédiat des symptômes. Plus intéressant encore, l'étude a révélé que les absences de longue durée (3 semaines ou plus) étaient considérablement réduites parmi les joueurs traités (de près de 80 %).

Composé d'une unité de refroidissement portable, d'un capuchon en silicone et d'une housse isolante en néoprène, il doit être utilisé pendant au moins 45 min immédiatement après une commotion cérébrale. Ce système peut être loué par une équipe sur une période de 2 à 3 ans selon les besoins.

Si l'on souhaite suivre ses performances sportives de façon simplifiée, la solution qui est disponible serait le capteur Helios, par son prix qui est moins cher que les plus grandes marques. Mais du point de vue de la santé, aucun appareil ne peut être utilisé par un particulier. L'objectif est donc de convaincre des médecins du sport d'investir dans des machines de type PolarCap afin de permettre de réduire les conséquences des commotions cérébrales. Nous pourrions également faire en sorte d'impliquer la sécurité sociale dans ce processus afin de rendre ce traitement disponible à tous les sportifs, et ainsi avoir un impact positif national sur la santé des pratiquants de tous les sports nécessitant ce traitement.

## ***Musculation***

Avec plus de 6 millions de clients et un chiffre d'affaires supérieur à 2 milliards d'euros, le marché du fitness en France est particulièrement disputé. Les enseignes nationales représentent environ 60% des clubs, contre seulement 40% d'indépendants. L'américain CrossFit et ses 700 box en France fait figure de leader avec son concept d'entraînement à haute intensité, et devance le néerlandais Basic-Fit qui exploite près de 720 clubs en France. Derrière ce duo, 3 réseaux français se détachent : L'Orange Bleue, Keepcool Neones et Fitness Park Group. Des acteurs spécialisés occupent également des places de choix dans le secteur à l'image des enseignes d'électrostimulation BodyHit et Iron Bodyfit qui comptent toutes deux plus de 100 studios en France. Tous ces acteurs sont d'autant plus d'opportunités de développer des technologies d'analyses des performances au sein de leurs enseignes.

Avec des abonnements allant de 20 à 40€ par mois, les salles de sport attirent en général un public qui peut se permettre de payer cette somme pour garder la forme. C'est plutôt positif car cela va permettre aux utilisateurs d'accéder à des outils qui sont de meilleures qualités, que ce soit à travers la salle de sport ou directement par eux-mêmes. Un risque important de blessures lors de séances de musculation vient du fait que le mouvement est mal effectué. En effet, avec des poids supplémentaires, il est très simple d'abimer un de ses muscles voire pire, simplement en poussant trop fort dans une mauvaise direction. Pour éviter ça, il est possible d'utiliser le logiciel l'analyse du geste de Dartfish. En regardant chaque angle, un coach va tout de suite voir pouvoir détecter un potentiel risque de blessure, et à l'aide des outils de compréhension de cette plateforme, ce dernier va pouvoir immédiatement corriger son élève de façon compréhensible (Figure 75). La marque propose différents abonnements selon les besoins, donc cela pourrait intéresser des salles de sport qui pourront ajouter cette option à certains abonnements ; ou bien les débutants qui pourraient ainsi bénéficier de cette aide pour apprendre le bon mouvement dès le début de la pratique du sport.

En 2018, la startup Phyling a été créée par des étudiants sortant de l'école polytechnique. Elle est spécialiste de la mesure embarquée et de l'analyse à destination du sport, de la recherche et de l'industrie. Elle est présente dans de nombreux sports, dont la préparation physique, pour laquelle elle propose trois solutions. La plateforme PhyPlate analyse les forces de réactions verticales. Elle peut être utilisée pour quantifier les



*Figure 21 - PhyPlate*

capacités de force explosive des membres inférieurs, la détente verticale ou encore les asymétries gauche/droite (force maximale, hauteur de saut, puissance moyenne, durée de la phase concentrique). C'est une plateforme en bois de 30x40cm qui pèse seulement 3kg et renvoie les données en direct, permettant une analyse immédiate de l'effort.



Figure 22 - PhyLift

Puis vient le PhyLift, qui permet d'analyser la vitesse et la puissance développée lors de chacun des mouvements de l'utilisateur. Il suffit de l'accrocher à la barre pour obtenir un feedback visuel immédiat sur la vitesse d'exécution du mouvement et travailler ainsi dans la zone de vitesse ciblée. Par rapport aux autres outils de mesure présents sur le

marché, le PhyLift permet également de calculer le profil Force-Vitesse-Puissance de l'utilisateur de manière automatique. Il fournit également, en plus de données de vitesse moyenne, le profil de déplacement de la barre lors de l'ensemble du mouvement. Cet appareil est d'autant plus utile qu'une étude indépendante (Balkhi & Moallem, 2022) a prouvé l'utilité réelle du développement d'un appareil portable capable de fournir des informations précises concernant le poids soulevé et le type d'activité, avec une intervention humaine minimale. Enfin, le PhyNord permet de réaliser un bilan des capacités musculaires excentriques des ischios-jambiers. Cet exercice simple est reconnu scientifiquement pour ses facultés à prévenir les blessures dans de nombreuses applications.

Le PhyNord permet de suivre de les capacités musculaires de manière objective. Après chaque essai, l'utilisateur obtient de manière automatique les valeurs maximales et moyennes développées ainsi qu'une visualisation de la courbe de force. Toutes ces technologies sont reliées à l'application Phyling qui permet de lancer des exercices, voir des instructions sur l'écran, et surtout comprendre ses résultats



Figure 23 - PhyNord

d'entraînement. Enfin, tous ces résultats pourraient être montrés à un médecin lors d'une rééducation médicale après une blessure, pour vérifier par exemple que les deux jambes produisent la même force lors d'un effort. La seule difficulté pour cette marque réside dans le fait qu'elle est encore petite, et donc que nous n'avons pas d'informations sur les prix des appareils. Mais leur vision est clairement de vendre ce produit aux salles de sport qui s'occuperont ensuite de le rentabiliser.

Chaque salle de sport peut également posséder des outils très spécifiques pour se démarquer de ses concurrents, comme des appareils très interactifs rendant la pratique du sport plus ludique, ou encore un concept de « compétition » entre les membres d'un même cours en faisant apparaître leurs résultats en direct sur des écrans, les poussant ainsi à se dépasser encore plus pour battre leurs collègues. Enfin, une dernière solution que l'on peut considérer comme une des plus simples reste la montre connectée. Ce n'est pas forcément la plus pratique pour tous les appareils de musculation utilisés car un mouvement sur le poigné pourrait déranger le sportif, mais pour des sportifs ne cherchant pas la performance optimale, cela peut être une bonne alternative pour des prix adaptables selon le budget de l'utilisateur. Une étude de chercheurs taiwanais (Liu, et al., 2019) a également montré que la présence d'un patch EMG placé directement sur la jambe d'un sportif peut être utile à des fins médicales. En effet, le patch EMG conçu dans cette étude peut surveiller les conditions de fatigue musculaire pour éviter les blessures sportives pendant l'exercice. Cela ouvre ainsi la porte à de futurs outils d'analyses de ce phénomène chez les fabricants de ce type de capteurs.

Ainsi, nous avons vu que le marché des salles de musculation est très florissant ce qui permettra aux sportifs amateurs de profiter de nombreuses innovations technologiques. Cela pourra passer directement par les salles de sport qui pourront inclure l'utilisation de ces appareils dans leurs abonnements (comme pour Dartfish et Phyling). Mais d'un point de vue strictement personnel, rien ne vaut la montre connectée qui permet de collecter tous types de données rendant ainsi la pratique de ce sport un peu plus agréable.

## Natation

Avec le déroulement des JO de Paris 2024, nos sportifs français seront au centre de l'attention. À seulement 22 ans, le prodige de la natation française, Léon Marchand, sera probablement un des athlètes internationaux le plus attendu. En effet, depuis de nombreux mois il n'arrête pas d'enchaîner les titres et de pulvériser des records, dont certains étaient détenus par la légende Michael Phelps, comme pour le 400m 4 nages dont il a relégué l'ancien record à une seconde et trois dixièmes. Ces résultats prometteurs auront probablement comme effet de créer une augmentation dans l'intérêt des Français envers la natation, comme on a pu le voir précédemment avec les sports collectifs. Et afin de suivre ces nouveaux venus, il serait intéressant d'analyser les technologies disponibles sur le marché, et d'en trouver certaines qui seraient attirantes pour des sportifs amateurs.

Les entraînements de natation sont parfois juste concentrés sur le volume plutôt que la qualité et/ou la technique. Aussi, en cyclisme et course à pied, des outils comme les capteurs de puissance aident à étalonner les séances individuellement. En natation, c'est la loi de l'horloge. Or, on s'en rend bien compte facilement, parfois une dépense d'énergie accrue ne se traduit pas forcément par une réduction significative des temps de nage. Jusqu'à ce jour, l'analyse de la technique et des paramètres déterminants de la natation se limitait à une analyse vidéo pour les plus chanceux comme avec le logiciel Dartfish. Cette étude (Lopes, et al., 2022) a montré l'importance de force propulsive et coefficient de traînée active dans la vitesse de nage. C'est



Figure 24 - Camera et capteurs Aquanex

pour étudier ces paramètres que l'entreprise Aquanex Analysis a développé une solution combinant capteurs et caméra. La configuration d'un système Aquanex ne prend que 10 minutes environ et chaque nageur peut être testé sur les quatre nages. La vidéo et les données de force sont capturés et affichés sur l'écran de l'ordinateur en temps réel. Les variables de performance calculées sont instantanément disponibles lorsque le nageur touche le mur. Le système Aquanex standard comprend une caméra sous-marine, un support de montage de caméra, deux capteurs manuels, une interface informatique et un logiciel Aquanex. Disponible pour environ 3000€, ce système est réservé aux sportifs professionnels qui souhaitent aller dans le détail de leurs performances.

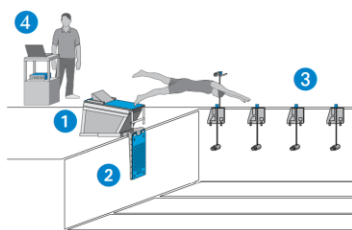


Figure 25 - Système KiSwim

Dans la même optique de vouloir améliorer les détails de sa technique pour gagner des centièmes de secondes, il existe un système qui permet d'analyser ses mouvements lors du départ de la course et des virages entre les longueurs. Le KiSwim est un système complet et portable pour une gamme variée d'analyses de performance en natation. Il est utilisé pour l'analyse et l'optimisation ciblée des départs et des virages. Le système combine la mesure de la force et de la vitesse avec l'enregistrement vidéo à haute vitesse. Ces données sont transmises à un logiciel pour analyser et comparer plusieurs tentatives de départ ou de différents athlètes. Les entraîneurs et les athlètes reçoivent immédiatement un retour critique sous la forme de données d'analyse des performances biomécaniques. Le système est composé d'un bloc de départ avec capteurs 2D piézoélectriques qui enregistre les forces pour chaque jambe séparément, d'une barre d'appui instrumentée mesure la force exercée par les mains et les bras pour différents types de départ, d'une plaque tournante avec capteurs piézoélectriques 2D, de cinq caméras vidéo à grande vitesse qui captent les mouvements du nageur au-dessus et au-dessous de l'eau à 100 images par seconde, d'un système d'acquisition de données DAQ 5695B qui synchronise image par image les données de la plaque de force et les données vidéo, et enfin du logiciel KiSwim qui affiche la vidéo ainsi qu'une analyse biomécanique des informations cinétiques et cinématiques d'une manière facile à comprendre. Cet ensemble de capteurs extrêmement poussés permet de communiquer de nombreuses informations essentielles aux nageurs, et de par sa complexité, il n'est vendu que dans certains cas particuliers, ce qui ne permet pas de savoir son prix, probablement assez élevé.

Pour une utilisation moins imposante de technologies pour suivre ses performances, il est possible de s'équiper de petits capteurs directement sur soi. Ces outils sont fiables, comme l'a démontré cette étude (Beanland, Main, Aisbett, Gastin, & Netto, 2013), dont la conclusion fut que l'accéléromètre et le GPS intégrés offrent un outil valide et précis pour la quantification du nombre de coups en brasse et en papillon ainsi que pour mesurer la vitesse de nage en milieu de piscine en style libre et en brasse. Nous pouvons donc considérer que la technologie



Figure 26 - Capteurs SwimBETTER

développée par SwimBETTER est fiable. En effet, cet outil permet de mesurer la force appliquée par les mains de l'utilisateur dans six dimensions, avec un appareil suffisamment petit pour tenir dans la paume de main. Chaque capteur pèse 30 grammes, et possède une sangle qui permet de s'adapter en fonction de la taille de la main. Selon un utilisateur (Trimax, 2023), « On les sent dans le creux de

la main, mais ils ne sont pas gênants ». La batterie permet une utilisation de 3h avec une charge complète. Les capteurs s'éteignent après 10 minutes d'inactivité pour économiser de la batterie. Ces capteurs permettent de connaître la cadence et la force par coup de bras, le champ de force, le trajet de la main et sa vitesse instantanée, les phases d'un coup de bras, la consistance des actions motrices ou encore la force en selon le temps. L'utilisateur a ensuite accès à de nombreuses données concernant ses résultats, qui sont rendues compréhensibles à travers des graphiques. Aujourd'hui, ce produit est en train de s'imposer au niveau international comme une référence, avec notamment Vincent Luis qui est l'ambassadeur pour la France, et des fédérations investissent également. Cet outil permet d'avoir des données très poussées sur le mouvement du nageur, et il est préférable d'avoir un entraîneur à ses côtés pour bénéficier de conseils afin d'améliorer ses gestes. Cet appareil coûte 700€ (900€ pour la version améliorée) et nécessite un abonnement annuel à 100€. Pour les amateurs qui souhaitent se lancer un peu plus sérieusement dans ce sport, que ce soit juste pour la nage ou pour faire des triathlons, cela peut être un achat intéressant pour perfectionner leur technique.

Il est également possible de s'équiper d'une ceinture cardiaque, pour une dizaine d'euros, afin de pouvoir suivre son rythme cardiaque tout au long de la séance de natation, ce qui peut être utile lors d'analyses médicales pour suivre un patient. Enfin, tout comme de nombreux sports, la montre connectée reste la solution la plus rentable pour un amateur de natation qui souhaite simplement pratiquer ce sport de façon occasionnelle sans avoir le besoin d'acheter un appareil très développé. Une montre qui correspond bien à ce besoin dans la piscine peut être la FitBit Charge 5 qui est au prix de 140€ et qui répondra aisément au besoin de son utilisateur. Le seul problème reste le petit dérangement que va procurer cette montre au contact de l'eau, même si tout est fait pour limiter son impact au minimum.

Nous avons donc pu voir que les technologies dans la natation sont de plus en plus développées au niveau professionnel, mais également que le milieu amateur n'est pas en reste avec de nombreux outils à leur disposition à des prix raisonnables. Que ce soit la SwimBETTER pour les plus investis, ou simplement une montre connectée, il y en a pour tous les besoins.



## **Rugby**

Le rugby est un sport avec des contacts de haute intensité. Nous observons très souvent des joueurs contraints de sortir sur blessures, que ce soient des blessures musculaires comme au football, mais aussi sur des blessures plus graves qui touchent au cerveau. Lors de la coupe du monde 2023 en France, nous avons compté 43 cas de commotion cérébrale au cours des 134 matchs disputés (Marcon & Favennec, 2023), ce qui est comparable aux chiffres du Top 14, championnat de rugby français, où l'on compte une commotion chaque deux ou trois matchs. Cela pose aussi un problème sur le long terme, comme le montre cette étude où l'on apprend que 50 % des joueurs de rugby de haut niveau présentent une modification inattendue de leur volume cérébral en raison d'impacts reçus à la tête au cours de leur carrière (Zimmerman, 2021).

Pour lutter contre ce phénomène, les instances du rugby ont mis en place des règles pour réduire les contacts dangereux en les sanctionnant plus sévèrement (carton rouge quasi-automatique en cas de plaquage touchant la tête). Et de l'autre côté, les nouvelles technologies orientées sur ce point ont également permis d'améliorer



*Figure 27 - Protège-dent Prevent Biometrics*

la prise en charge de ces commotions. Prenons l'exemple du protège-dent connecté Prevent Biometrics. Il s'utilise de la même façon qu'un protège-dents classique, et retourne des données en direct en mesurant les accélérations de la tête. Si les accélérations de la tête dépassent un certain seuil, le protège-dents envoie une alerte Bluetooth au médecin indépendant présent sur le bord du terrain. Lorsque le médecin reçoit une alerte, il en informe l'arbitre et le joueur en question est sorti pour subir un protocole commotion. L'évaluation du choc à la tête est ensuite effectuée comme d'habitude en suivant le cadre du protocole. Et après le match, l'équipe et son staff ont accès à toutes les données concernant les chocs qu'a pu subir un joueur.

Les données sont aussi accessibles aux entraîneurs, qui peuvent ainsi adapter les temps d'entraînement et de match dans les semaines qui suivent et s'assurer que le joueur reste en bonne santé. Cependant, cette technologie n'est pas fondamentalement faite pour diagnostiquer les commotions cérébrales ni pour les traiter, mais pour identifier les joueurs qui ont subi des chocs importants. Il est possible de recevoir une alerte sur le protège-dents sans que le joueur soit victime d'une commotion cérébrale, mais les instances préfèrent prévenir que guérir, surtout lorsque cela touche au cerveau. Le protège-dent coûte 200€ l'unité, mais en attendant que le prix baisse avec sa démocratisation, les instances internationales et nationales prennent en charge tout ou partie de ces coûts pour permettre aux clubs d'en profiter, et notamment au



niveau semi-professionnel. Une fois que la commotion cérébrale est diagnostiquée, les médecins de l'équipe peuvent limiter ses conséquences en utilisant par exemple le PolarCap présenté dans [cette partie](#).

Concernant l'analyse des performances, tout comme d'autre sports collectifs, les rugbymen utilisent des boîtiers de type Catapult, détaillés dans [cette partie](#). L'objectif est de combiner encore une fois ce capteur avec l'analyse vidéo pour identifier et mesurer les événements techniques et physiques clés spécifiques au rugby, comme les mêlées, les coups de pied, les contacts et le temps de retour en jeu. Il existe aussi une technologie pour mesurer la fatigue d'un joueur à travers ses crampons (Figure 73). L'étude du nombre d'impacts, du temps de contact avec le sol, ainsi que le profil de force subie par la jambe, peut permettre d'estimer la charge d'entraînement ou la fatigue et ainsi éviter les entorses ou les claquages. Cependant ce produit est encore récent et n'est disponible qu'aux clubs sportifs confirmés.

Contrairement au football ou au basketball, le rugby est un sport qui est plutôt rarement pratiqué par des amateurs en dehors des clubs. Nous pouvons donc considérer qu'aujourd'hui l'outil qui serait le plus bénéfique pour les sportifs amateurs de rugby serait le protège-dent connecté, car c'est actuellement le plus gros problème dans ce sport, et les clubs même au plus bas niveau devraient équiper leurs membres de cette technologie.

## ***Ski***

Seuls 9% des Français partent en vacances l'hiver à la montagne, selon le Crédoc (Observatoire des Inégalités, 2024). À cette période de l'année, partir reste réservé à une toute petite minorité de la population. Bien qu'il existe environ 300 stations en France, ce chiffre devrait être en continuelle baisse à cause de la fonte de la neige sur les montagnes. Malgré cette tendance, aujourd'hui nous retrouvons encore des millions de français chaque année qui dévalent les pistes. Pour ces utilisateurs, plusieurs technologies existent, que ce soit pour de l'analyse de performances, mais également pour de la sécurité.

Nous pouvons donc commencer par la protection la plus commune au ski, qui est le casque. Il existe évidemment le casque classique qui protège des chutes, mais la technologie permet aujourd'hui d'avoir des casques bien plus développés et connectés, améliorant les conditions

de sécurité de cette pratique. C'est par exemple le cas du casque Livall RS1, qui rend possible de nouveaux défis : améliorer la sécurité, rester connecté aux autres pendant les sorties, rendre les sorties plus attrayantes, etc. Le casque intelligent RS1 conçu pour la pratique du ski est basé sur l'aérodynamisme et la ventilation (15 événements) pour réduire la résistance au



Figure 28 - Casque Livall RS1

vent, une aération optimale et une protection contre le brouillard. Il intègre aussi de nombreuses fonctions comme la réception des appels téléphoniques, de la musique en Bluetooth et une navigation GPS par des haut-parleurs intégrés sur les côtés, permettant ainsi à l'utilisateur d'écouter de la musique ou de suivre les indications de l'assistant de navigation et enfin d'une alarme SOS poussée possédant un capteur de gravité 3D pour le déclenchement d'une alarme dans le cas d'une chute, et dont la fonction SOS s'active automatiquement et envoie un SMS précisant la position exacte de l'utilisateur, un partage de position essentiel lors d'une avalanche. Son poids de 750g le positionne légèrement plus lourd que la moyenne, mais est acceptable lorsque nous voyons toute la technologie qu'il embarque. Il est également possible d'utiliser ce casque dans d'autres sports comme au cyclisme. Son prix de 100€ est abordable pour un appareil de ce type, dont la simple position GPS peut permettre de sauver des vies.

Concernant les autres technologies présentes au ski, nous pouvons également relever la présence de Dartfish qui permet d'analyser la vidéo afin d'améliorer son geste, par exemple l'inclinaison de l'utilisateur, comme cette ancienne étude avait déjà pu prévoir (Chardonnes, Favre, Cuendet, Gremion, & Aminian, 2013). Il y a eu une tentative de Rossignol & PIQ d'enregistrer les virages et tricks du sportif avec notamment l'angle des trajectoires et l'explosivité des transitions. Mais après avoir été commercialisé, ce produit n'est désormais plus produit. Certaines marques comme la start-up française Black-Line propose des skis avec des capteurs d'usure, mais aujourd'hui son prix de 900€ est un peu élevé par rapport à ce qu'il



Figure 29 - Pro Ski Simulator

apport en termes de données. Et pour ceux qui souhaitent avoir cette sensation de glisse sans devoir se déplacer à plusieurs heures de chez eux ou devoir attendre la bonne saison, il est possible d'utiliser l'appareil Pro Ski Simulator. Cet outil permet en effet de vaciller de gauche à droite en utilisant seulement 3m<sup>2</sup>. Il est utilisé par les plus grands sportifs pour s'entraîner hors saison en y ajoutant un écran simulant une descente. Mais certains cours de sports s'équipent également de cet appareil afin de donner des cours de cardio/fitness à leurs membres. Pour un prix d'environ 1800€, il est possible d'obtenir cet appareil ainsi qu'une connexion avec un logiciel pour rendre cet exercice ludique à travers une descente à ski.

Dans ce sport qui entraîne souvent des blessures voire des drames, l'appareil qui semble être le plus utile pour les sportifs amateurs est le casque connecté de type Livall RS1. Et pour ceux qui préfèrent rester au chaud tout en ayant cette sensation de glisse, il est intéressant pour les salles de sport de s'équiper d'appareils comme les Pro Ski Simulator avec un écran, afin de combiner l'utile à l'agréable.

## ***Sports de combat***

Bien que la Fédération Française de Boxe ne compte qu'un peu plus de 60000 licenciés (News Tank Football, 2024), ce chiffre ne fait qu'augmenter chaque année, et avec l'autorisation depuis janvier 2020 de la pratique du MMA, cette hausse devrait continuer de s'accroître. La présence de sportifs français sur le devant de la scène internationale aux côtés des meilleurs combattants du monde a grandement contribué à cet engouement pour ce sport. Autrefois interdit en France jugé trop violent, voire barbare, nous étions très loin des shows grandioses réalisés régulièrement aux États-Unis. Pourtant, depuis sa légalisation, la discipline a le vent en poupe. Pour s'en convaincre, il suffit de regarder le nombre de stars qui ont émergé et toutes les organisations qui créent désormais des événements dans l'hexagone. Même l'UFC, plus grande organisation de MMA au monde, a posé ses valises dans la capitale à deux reprises.



Figure 30 - Résumé  
fourni par DeepStrike

Pour les sportifs qui se battent en compétition, et également pour les instances arbitrales qui s'occupent de ces événements, il peut être très intéressant de s'équiper d'une nouvelle technologie qui se base sur l'intelligence artificielle pour détecter les coups. Jabbr est une startup qui a construit la première IA de vision par ordinateur au monde spécialement conçue pour les sports de combat appelée DeepStrike. Cette IA va permettre la génération automatique de statistiques et d'analyses accessibles à tous. Dans un besoin de transparence et d'équité, cette technologie pourrait permettre de rendre des décisions claires et compréhensibles par tous, ce qui dans le passé a souvent fait débat et a notamment éloigné des spectateurs de ce sport, le voyant comme trop soumis à l'avis des arbitres. Cette technologie nécessite simplement au moins une caméra qui filme le ring, et en direct l'algorithme va pouvoir détecter les deux combattants (Figure 78), leurs mouvements, leur posture (haut et bas du corps, équilibre), le jeu de jambe et les coups portés et reçus (touchés et ratés). De plus, l'IA peut être entraînée à l'apprentissage des arts

martiaux mixtes (MMA), démontrant ainsi son potentiel pour de nombreuses applications dans les sports de combat. Cela signifie que si l'utilisateur pratique la boxe, la lutte, le judo ou toute autre forme de sport de combat, Jabbr peut être son coach virtuel, lui fournissant des commentaires personnalisés, l'aidant ainsi à améliorer ses compétences. Jabbr propose trois plans d'abonnement. Un pour le combattant individuel à 19 \$ par mois, un second pour les entraîneurs à 49 \$ par mois, et enfin un dernier pour les diffuseurs télé à 195 \$ par mois (permettant d'afficher les statistiques en direct aux spectateurs).

Pour une analyse après un combat ou un entraînement, il est possible d'utiliser le logiciel Dartfish pour analyser ses mouvements et ses gestes afin de s'améliorer (Figure 79). Il est



Figure 31 - Capteur Hykso

également possible de s'équiper d'un petit capteur afin d'avoir des informations sur ses coups donnés, comme le fait Hykso. Le produit d'Hykso est un bandage que le boxeur porte autour du poignet, avec des capteurs qui détectent la force de l'effort physique à chaque coup. Puis, les données de la vitesse du coup de poing et du nombre de coups sont combinées pour créer une mesure précise du mouvement. L'algorithme détermine ce qui constitue un vrai coup et ce qui ne l'est pas, et le capteur doit être structurellement solide, ce qui constitue un défi pour un appareil aussi petit. Pour mesurer la vitesse et la puissance d'un coup de poing, Hykso identifie précisément la position de l'appareil dans l'espace 3D et utilise des statistiques avancées pour déterminer une mesure précise de la vitesse. Ensuite, les données sont traduites en résultats compréhensibles qui peuvent aider un entraîneur à mieux former ses boxeurs. Tout ce système coûte 360€ et se met en place assez facilement.

En termes de santé, il existe également de plus en plus d'outils pour réduire au mieux les séquelles des coups, notamment ceux à la tête. Tout comme des sports comme le rugby ou le hockey sur glace, l'objectif de ces appareils va tout d'abord être de détecter une potentielle commotion, afin d'ensuite pouvoir en limiter les conséquences. Le Reebok Checklight, destiné aux amateurs de sports de combat (mais aussi footballeurs américains ou hockeyeurs), est un bonnet connecté qui permet de mesurer les impacts reçus au niveau de la tête du porteur. S'il n'est en aucun cas un détecteur de choc, il communique néanmoins des informations sur l'emplacement, la force et le nombre d'impacts au niveau de la tête, et prévient via un système d'alerte en cas de danger imminent : une LED verte signifie que tout va bien, orange = danger et rouge = stop. Ce bonnet est censé être placé sous un casque et n'est donc pas forcément visible. Il intègre un gyroscope ainsi qu'un



Figure 32 - Casque Reebok Checklight

accéléromètre et possède une autonomie d'environ 6 heures. Il est proposé aux alentours de 150€, prix que beaucoup de sportifs seraient prêts à déboursier lorsque l'on voit les dégâts que peuvent causer les chocs à répétition. Peuvent également être utilisés des protèges dents comme ceux de Prevent Biometrics dont nous avons parlé dans [cette partie](#), ainsi que le système de récupération PolarCool après une commotion, présenté dans [cette partie](#).



Figure 33 - Outil I-Percut

Enfin, pour ceux qui sont plutôt vieille école, il est possible aujourd'hui d'avoir un sac de frappe connecté, sans pour autant jeter son ancien. I-Percut est la technologie qui combine une housse de frappe connectée, l'I-Perskin, avec une application mobile aux possibilités multiples. Il suffit d'enfiler l'I-Perskin sur le sac de frappe, de la connecter à l'application et de planifier une session. Une fois que le programme est lancé, des LEDs vont allumer successivement les cibles, l'objectif de l'utilisateur étant de frapper ces cibles. Pendant l'exercice, I-Percut mesure les coups afin de suivre la progression de l'utilisateur grâce à des données précises. Ce dernier peut ensuite retrouver sur l'application toutes les données sur la vitesse, la force, la réactivité, la répartition et le nombre de coups qu'il a porté. Pour le moment, l'I-Perskin est distribuée uniquement auprès des professionnels (salles de boxe, salles de sport, coachs, boxeurs pro...) à un prix de 800€. Cette solution peut être utile afin d'autonomiser certains entraînements et ainsi faciliter le travail des entraîneurs.

Finalement, nous avons vu que le futur des sports de combats professionnels possède de beaux outils technologiques qui vont révolutionner les matchs mais également les entraînements. Cette belle avancée au niveau professionnel permet également au niveau amateur de profiter de cette dynamique, avec notamment des capteurs qui sont de plus en plus accessibles (comme le Hykso). La santé de tous les sportifs sera meilleure grâce à des outils précis qui seront bientôt présent partout chez les amateurs de combat. Et pour ceux qui préfèrent boxer sans prendre de coups, les futurs sacs de frappe sont déjà disponibles dans des clubs de boxe, en attendant leur déploiement chez les particuliers dans les prochains mois ou années.

## Tennis

Le tennis est le sport individuel numéro 1 en France et représente 36 % du PIB du sport dans le pays. Avec plus d'un million de licenciés (Fédération Française de Tennis, 2023), ce sport continue d'être présent à travers toute la France. Et malgré son statut de sport populaire, le tennis français traverse une période de transition. Les performances des joueurs français ont connu des hauts et des bas, ce qui a un impact sur la médiatisation du sport. On assiste à un croisement entre l'ancienne génération des « 4 mousquetaires » et une nouvelle génération qui peine à émerger, ce qui influence la dynamique du tennis dans le pays. Ce sport attire un public diversifié, touchant toutes les tranches d'âge avec presque autant d'enfants que d'adultes licenciés. De plus, le tennis est le deuxième sport le plus pratiqué par les femmes en France, avec 1 femme sur 4 parmi les licenciés. Cette mixité est une caractéristique notable du tennis français.

Une partie très importante au tennis pour réussir à gagner des matchs réside dans la technique de frappe dans la balle. En effet, un joueur aura beau avoir énormément de puissance et de vitesse, s'il ne frappe pas dans la balle dans le bon angle, il commettra une faute et perdra le point. L'importance de l'angle du coup a été démontrée dans cette étude (Pedro, Cabral, & Veloso, 2021) qui a analysé l'influence de l'inclinaison de l'épaule et du coude dans

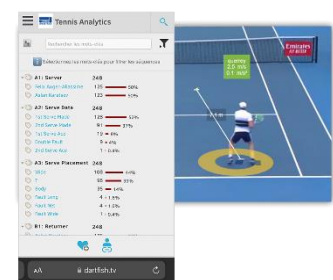


Figure 34 - Exemple d'analyse Dartfish au Tennis

une frappe. C'est entre autres pour améliorer ce point que l'entreprise Dartfish propose un logiciel très complet à utiliser lors de matchs et entraînements. L'analyse vidéo permettra tout d'abord d'analyser image par image le geste du tennisman afin de mieux comprendre la façon dont il tape dans la balle, puis à l'aide de son entraîneur et des outils de dessin et de mesure ainsi que la relecture instantanée, l'utilisateur pourra alors améliorer son geste avec des retours de performances qu'il pourra quantifier en regardant son nouveau geste à travers la caméra. Une fois cette étape passée, le logiciel myDartfish Live S va pouvoir être utilisé pendant les matchs (officiels et en entraînement) afin de collecter toutes les informations statistiques de façon automatisée. Que ce soit le type de coup, le pourcentage de premiers services passés ou encore le nombre de montées à la volée, toutes ces informations sont enregistrées de façon à fournir des statistiques en direct mais également utilisables après le match. Le joueur et son staff pourront filtrer facilement les événements du match pour identifier les tendances du joueur et de son adversaire afin de fournir une rétrospective objective. Ce logiciel fournit donc une

analyse vidéo qui est utile pour comprendre les mouvements et déplacements des joueurs avec un suivi en temps réel du score du match (Figure 80), mais comme nous avons vu précédemment, il collecte également des statistiques. Ces données sont donc directement accessibles au joueur et à son entraîneur de façon compréhensible en Power Bi. Les dashboard des résultats sont proposés au staff (Figure 81) pour mieux comprendre les points forts et faibles des deux joueurs, et ainsi mieux préparer le prochain match. Pour des prix allant de 40 à 100€ par mois, ce système pourrait intéresser les joueurs souhaitant améliorer leurs performances de façon significative.

Depuis une dizaine d'années, nous voyons fleurir toutes sortes de capteurs censés être utiles aux joueurs de tennis professionnels et amateur. Cependant, ces appareils se retrouvent souvent hors du marché après seulement quelques années. Bien que cette étude (Wang, et al., 2019) a montré l'intérêt d'un capteur pour analyser un coup de raquette, ces capteurs peinent à s'installer dans la durée. Nous pouvons par exemple citer le capteur PIQ & BABOLAT qui est porté au poignet pour analyser le geste, le pod Tennis Personal Coach d'Artengo qui se place au niveau du triangle de la raquette, le Sony Smart Tennis Sensor qui s'accroche au bas du manche de la raquette, ou encore la Babolat Play Pure Drive qui était une raquette connectée équipée d'une multitude de capteurs. L'entièreté de ces outils ne sont aujourd'hui plus commercialisés, et cela pourrait s'expliquer par plusieurs obstacles, comme le coût élevé, le temps de prise en main, l'interprétation compliquée des données, l'évolution technologique rapide rendant ces capteurs obsolètes en peu de temps ou encore la collecte et le stockage des données personnelles des athlètes professionnels qui pose des questions de confidentialité et de sécurité. Pour surmonter ces obstacles, les fabricants de capteurs doivent non seulement améliorer la technologie elle-même, mais aussi travailler sur l'éducation et la formation des utilisateurs potentiels, ainsi que sur l'intégration de ces outils dans les routines d'entraînement de manière fluide et avantageuse. Nous pouvons toutefois noter l'appareil Coollang Koospur qui, pour 120€, se place en bout de raquette et permet d'analyser le mouvement.

Aujourd'hui, le marché des technologies d'analyses des performances au tennis semble être bien trop instable et en constante évolution rapide. Cette dynamique ne permet pas à un fabricant de s'installer de manière stable et durable avec une de ses créations. Ainsi, la seule technologie, à part la montre connectée, dont un amateur peut profiter, est simplement une analyse vidéo et statistique de son match ou entraînement. Cette technologie pourrait être installée par les clubs sur leurs courts, permettant ainsi aux pratiquants de profiter de cette technologie sans devoir déboursier de sommes importants chaque mois.



## *Sports équestres*

Au 31 août 2023, la Fédération Française d'Équitation (FFE) comptait 675 186 licenciés et 158 663 licences compétition (Fédération Française d'Équitation, 2023). Durant ce millésime, la reprise des activités s'est poursuivie tout en observant un ralentissement depuis le second semestre 2022 en raison de l'inflation. Cette hausse du coût de la vie impactant le budget des familles a entraîné un léger recul du nombre de primo-pratiquants. Concernant les compétitions, on note le retour d'une activité proche de celle d'avant la crise sanitaire.

Bien que le cavalier se doit d'être en bonne forme, ce sont généralement les chevaux qui réalisent le plus gros de l'effort lors des séances d'entraînements et de compétitions. C'est donc naturellement que les technologies d'analyses des performances se tournent sur la santé et la performance du cheval. Une première technologie dont nous allons parler



Figure 35 - Selle CWD iJUMP

est la selle CWD iJUMP, une selle connectée à une application smartphone pour mesurer les paramètres de locomotion du cheval. À l'aide d'un petit capteur à placer sur la selle, le cavalier et son entraîneur vont pouvoir suivre les mouvements du cheval. Il suffit de filmer l'entraînement avec une caméra classique de téléphone pour que le capteur et la vidéo se synchronisent, communiquant ainsi des informations sur chaque parcours. L'utilisateur reçoit comme données la régularité de foulées, la vitesse moyenne, la fréquence des foulées avant un obstacle, la vrille du garrot et la reprise d'équilibre après la réception de l'obstacle. Toutes ces données, une fois analysées par l'entraîneur, vont pouvoir aider le cavalier à améliorer sa position sur son cheval ou encore la prise d'élan des foulées avant un obstacle. Ces données sont sauvegardées sur le long terme permettant ainsi une vision temporelle de l'amélioration à travers les séances. Ce système est disponible à un prix de 900€, ce qui pourrait être un obstacle pour les néophytes de ce sport mais pas pour les pratiquant réguliers, même chez les amateurs.



Figure 36 - Capteur Equisense

Il existe également des capteurs qui permettent de se concentrer sur l'état physique du cheval, afin d'éviter des blessures. Plusieurs capteurs ont pour but de mesurer la fréquence cardiaque du cheval pendant l'effort, évitant ainsi une surcharge à l'entraînement. C'est le cas du Motion Sport de la marque française Equisense. Ce petit capteur se place sous le cheval de façon à ne pas le gêner, et permet de récupérer une multitude de données sur le cheval et le parcours. Nous y retrouvons notamment la fréquence cardiaque du cheval, des indicateurs



locomoteur (cadences, ration main gauche/ main droite, régularité), les types de courses, le tracé GPS ou encore l'analyse des enchaînements. Toutes ces informations sont disponibles directement sur l'application Equisense et sont présentées sous forme de graphiques compréhensibles. D'un poids de 50g, il intègre des capteurs de mouvement sur 9 axes : un accéléromètre (3 axes), un gyromètre (3 axes) et un magnétomètre (3 axes), et résiste aux éclaboussures et aux chocs. Il est disponible à 450€, ce qui plus abordable que le produit vu précédemment.

Pour réduire les blessures après une chute du cavalier, nous avons vu apparaître depuis quelques années un système d'airbag. Ce mécanisme se déclenche lorsque la sangle reliant le cheval et son cavalier se détache, activant ainsi l'airbag. Pour appuyer ce système, la technologie Ceefit de Seaver permet d'ajouter une partie technologique pour améliorer la prise en charge de la chute. Ce capteur se clipse facilement à la sangle, donne certaines informations techniques sur le cheval (symétrie au trot, données sur les sauts, vitesse), mais communique surtout des informations importantes comme la position GPS en direct et la détection de chute (SafeRide), envoyant automatiquement un SMS à la personne à contacter en cas d'urgence avec la position GPS. Ce système disponible à 250€ permet de profiter de sorties à cheval, sans risque de chuter sans que personne ne soit au



Figure 38 -  
Capteur Ceefit



Figure 37 - Garmin  
Forerunner 945

Et comme toujours nous retrouvons une montre connectée qui permet de suivre de manière globale l'entraînement à cheval comme avec la Garmin Forerunner 945 qui possède un cardiofréquencemètre, un altimètre, un baromètre, un GPS de haute précision et un compas électronique. De plus, elle est compatible avec les applications de suivi d'entraînement équestre, ce qui en fait un choix idéal pour les cavaliers. Elle offre une gamme de fonctionnalités spécialement adaptées aux besoins des cavaliers, notamment la possibilité de suivre la vitesse, l'allure et la distance parcourue, ainsi que la fréquence cardiaque et la cadence de foulée.

Nous avons vu qu'il existe des technologies intéressantes pour les cavaliers bien qu'assez similaires. Pour des cavaliers professionnels et amateurs, il serait utile de s'équiper d'une technologie de type Equisense pour suivre leurs performances et surtout gérer la charge d'entraînement du cheval par l'analyse de sa fréquence cardiaque afin d'éviter toute blessure. Pour une utilisation plus ponctuelle comme avec des touristes par exemple, les établissements équestres pourraient s'équiper de capteur Ceefit afin de suivre les activités et éviter les blessures humaines.

## ***Volleyball***

À la fin de l'année dernière, le nombre de licenciés en volleyball en France a atteint le cap des 200000 membres (Fédération Française de Volley, 2023), et une autre grande satisfaction tient au fait que la progression touche les hommes et les femmes, la répartition des licenciés est aujourd'hui de 53-47%. Cette bonne progression est dû à plusieurs facteurs. Le premier, c'est que le volley-ball a pris une autre dimension depuis la médaille d'or olympique à Tokyo. Et plus surprenant, le président Éric Tanguy a souligné l'impact du manga à la télévision et en bande dessinée, en disant « Quand je vais dans des salles et que je discute avec des jeunes, je constate qu'il y en a plus qui sont venus par Haikyu que par la médaille d'or. ». Malgré ça, ce sport n'est pas encore dans le top 10 des sports les plus pratiqués en France.

Bien que ce soit un sport mondialement connu et développé, un peu comme le handball il n'existe pas beaucoup de technologies d'analyses des performances même au niveau professionnel. Nous pouvons noter des outils qui reviennent souvent avec une analyse vidéo Dartfish couplée à une analyse statistique des joueurs avec des capteurs Catapult ou Kinexon.



*Figure 39 - Capteur Catapult Volley*

Cette technologie aide les entraîneurs à améliorer les performances de leurs joueurs et à prévenir les blessures. Ce sport comporte des efforts à court terme et de haute intensité. Les joueurs sprintent, s'arrêtent, sautent, atterrissent, sautent à nouveau et plongent de temps en temps. Tous ces facteurs se combinent pour un jeu exigeant physiquement et mentalement. De plus, avec des matchs d'une durée allant jusqu'à deux heures, voire plus, les joueurs doivent avoir de bonnes capacités techniques et athlétiques. Les changements brusques de direction, les arrêts, les accélérations et les sauts créent beaucoup d'usure aux articulations et aux muscles. C'est là qu'interviennent les analyses du volleyball. En étant capables de suivre la charge sur les joueurs, les entraîneurs peuvent adapter leur plan d'entraînement en tenant compte de la forme physique et du niveau de performance des joueurs, individuellement et en équipe. Les données permettent de guider les athlètes vers leur maximum et de gérer leur charge pour éviter les blessures. Les données analysées sont principalement les sauts, l'accélération et le rythme cardiaque. Pouvant suivre leurs joueurs en temps réel et analyser les mesures avec le ballon encore en jeu, les entraîneurs peuvent s'adapter en direct. Durant un match, ils peuvent ainsi peaufiner leur tactique ou remplacer les joueurs qui montrent les premiers signes de fatigue.

Une étude a également montré l'importance que pourrait avoir des capteurs positionnés sur les athlètes pour suivre leurs compétences (Liu, Long, Yang, & Xing, 2022). Cette étude a montré des signes prometteurs en étudiant les attaques dans ce sport, ouvrant la voie à de futurs outils plus performants. C'est déjà ce qu'il s'était passé à la suite de cette étude (Sousa, Marques, Marinho, Neiva, & Marques, 2023) qui avait montré que la hauteur de saut étant une variable essentielle dans la performance sportive au volleyball, les entraîneurs et les chercheurs pourraient envisager d'utiliser des appareils portables pour évaluer et surveiller les changements de performance physique chez les joueurs de volleyball. Sur ce type d'analyse, c'est ce que le capteur VERT, dont nous avons parlé dans [cette partie](#), réalise lorsqu'il monitor les données des athlètes équipés de ce capteur.

Enfin, depuis quelques années la Fédération Française de Volley a mis en place une plateforme pour simplifier la gestion des effectifs et permettre une meilleure gestion de l'état de forme des joueurs. Entièrement gratuite pour les éducateurs licenciés, la plateforme permet de gérer et organiser la vie de son équipe grâce à de multiples



Figure 40 - Logo MyCoach

fonctionnalités. Il est possible d'archiver toutes les informations des joueurs (administratives, sportives, médico-physiques, physiologiques), de planifier et préparer les entraînements en consultant les fiches exercices créées par la DTN (directeur technique national), en créant ses propres fiches ou en s'inspirant de celles créées par les autres utilisateurs, de préparer les matchs et d'en suivre les statistiques. Déjà adopté par plus de 2000 éducateurs, MyCoach by FF Volley est un outil évolutif, qui s'améliore grâce aux retours des utilisateurs et à l'intégration régulière de nouveaux contenus selon les nouveaux besoins.

Bien que les possibilités de technologies d'analyses des performances au volleyball soient assez limitées, des études ont montré leurs importances pour améliorer les résultats dans ce sport, que ce soit pour optimiser ses gestes, mais également éviter les blessures en adaptant la charge du joueur selon son historique et son état de forme en direct. Pour les amateurs qui jouent en club, la plateforme MyCoach peut être utile par les conseils qu'elle prodigue pour éviter les blessures ainsi que par sa gratuité. Et pour ceux qui ne sont pas en club, mise à part la présence d'un système d'analyse vidéo directement sur place, il n'y a pas réellement d'outil qui permette de suivre ses performances de façon simplifiée, les montres connectées étant logiquement totalement incompatibles avec la pratique de ce sport.

## *Santé*

Les médecins utilisent divers questionnaires d'auto-évaluation et des tests bien connus pour signaler les symptômes des patients et évaluer leur capacité fonctionnelle. Ces évaluations prennent du temps et dépendent de la sensation du patient. De plus, les mesures peuvent ne pas démontrer avec précision la capacité fonctionnelle du patient à son domicile. Les capteurs portables peuvent être utilisés pour détecter et quantifier des mouvements spécifiques dans différentes applications, comme l'a montré cette étude (Vijayan, Connolly, Condell, McKelvey, & Gardiner, 2021) en listant toute une série de différents types de capteurs existant et de leur utilité médicale (Figure 82).

D'un point de vue cérébral, une approche pour comprendre les processus qui sont à la base d'une performance mesurée a consisté à étudier l'activité électrique du cerveau par EEG (électroencéphalographie). Cependant, un problème notoire de l'EEG est que les véritables données cérébrales sont souvent contaminées par d'autres signaux. Cette étude (Thompson, Steffert, Ros, Leach, & Gruzelier, 2008) a montré qu'une connaissance des aspects pratiques de l'enregistrement EEG ainsi que l'avènement de nouvelles technologies et de modèles de traitement de plus en plus sophistiqués offriront une approche prometteuse pour minimiser, voire contourner complètement, le problème de l'obtention de données EEG fiables pendant le mouvement. Ce résultat est positif pour les fabricants de capteurs cérébraux qui pourront ainsi pouvoir se lancer sur le marché des performances sportives et ce sans se limiter à certains sports, l'analyse cérébrale pour un sportif étant utile dans tous les sports. Mais cette technologie sera certainement réservée, au moins au début, aux sportifs professionnels.

Il y a quelques années, cette étude (Xin & Wu, 2017) a travaillé sur un appareil portable sans brassard pour la mesure quotidienne de la pression artérielle. Ils ont mesuré la pression artérielle de plus de 60 sujets, et en comparaison au tensiomètre au mercure traditionnel, aucune erreur évidente dans la pression artérielle systolique (PAS) et la pression artérielle diastolique (PAD) n'est détectée. Un tel dispositif non-invasif peut être utilisé pour une détection continue de la pression artérielle. Et plus récent, il semblerait que la prochaine Apple Watch Series X intégrera un nouveau capteur qui sera logé dans la montre. Cependant, ce tensiomètre ne serait pas capable de mesurer avec exactitude la pression du sang dans les artères. L'outil préviendra uniquement le porteur de la montre en cas de hausse ou de baisse de la tension. Cela reste toutefois prometteur en attendant une future version de la montre plus précise.

Pour une rééducation réussie après une blessure, il est important pour le patient de profiter d'un suivi précis et adapter. La startup française Ted Orthopedics a créé une genouillère qui agit comme un assistant de rééducation. Elle est certifiée dispositif médical, délivrée sur prescription du chirurgien, kinésithérapeute, rhumatologue ou médecin et est remboursée en partie par la mutuelle et la sécurité sociale, ce qui permet d'autre part de réduire les coûts médicaux. L'idée est de donner la possibilité au patient de gagner en autonomie dans sa rééducation grâce à une application qui propose des exercices. Il suffit pour cela d'ajouter le nom du médecin, ce qui donne accès à ce dernier aux données de son patient. La prescription du protocole détermine ensuite la séance personnalisée de rééducation. Il y a un retour au médecin pour qu'il voit si tout se passe bien et qu'il puisse surveiller à distance la progression de la personne. Que la séance soit réalisée en cabinet ou au domicile du patient, l'ensemble des résultats sont communiqués automatiquement au professionnel de santé. Le taux de réussite est annoncé, le niveau de douleurs également (reporté par le patient). De ce fait, le médecin peut ajuster la difficulté, le nombre de répétitions, la durée des pauses, l'exercice etc. Cette genouillère



Figure 42 -  
Genouillère Ted  
Orthopedics



Figure 41 - Orthèse  
Ascend

connectée s'utilise uniquement pour faire de la rééducation et n'a pas vocation à aider à marcher. L'étape suivante pour accompagner et faciliter la marche, c'est le constructeur Roam Robotics qui l'a franchie avec son orthèse Ascend destinée à améliorer la mobilité des patients et à diminuer les douleurs au genou.

Equipée de capteurs et d'algorithmes d'intelligence artificielle, l'orthèse détecte les mouvements de son porteur et s'adapte automatiquement afin de fournir le soutien adéquat. Elle est dotée de capteurs afin de détecter les mouvements du corps, comme le fait de se lever d'une position assise ou de monter et descendre des marches, afin de soutenir au mieux son porteur. Le but est de fournir un soutien précis au moment adéquat pour les groupes musculaires cibles. De plus, il existe également une seconde version de cette protège qui agit comme un exosquelette qui va accompagner le mouvement de la jambe même lorsque celle-ci n'est pas blessée. Cela peut être utile pour les militaires, les pompiers ou encore les personnes qui doivent déplacer des charges lourdes ou se baisser fréquemment. Disponible à un prix de 7000\$, cet appareil est en général accessible soit par le biais médical et des assurances maladies, soit pour une utilisation par les services de l'état.

## Synthèse de la recherche

À travers cette partie de recherche documentaire et littéraire, nous avons pu prendre connaissance de nombreuses technologies d'analyses des performances sportives dans différents sports et dans différentes conditions d'utilisations. En nous appuyant tout d'abord sur les résultats de cette étude (Seçkin, Ateş, & Seçkin, 2023), nous avons pris conscience de l'étendue des technologies qui existent et des différents besoins auxquels elles répondent. Certaines technologies, comme l'analyse vidéo, sont répliquables dans de nombreux sports, collectifs ou individuels, mais doivent toujours être adaptés aux besoins de l'équipe ou du sportif.

Évidemment, la majorité des technologies d'analyses des performances poussées sont principalement disponibles aux sportifs professionnels, que ce soit par rapport au prix, mais également par rapport à la compréhension des données et de l'utilisation qui en est faite par la suite. Cependant, cela n'impacte pas négativement les sportifs amateurs, car ils n'ont pas nécessairement besoin de ce type de technologies à leur niveau d'utilisation. L'intérêt va donc être de connaître les besoins des utilisateurs à travers un questionnaire, afin de pouvoir proposer les solutions les plus adaptées que ce soit d'un point de vue de la performance, mais également de la santé des pratiquants.

## Partie Empirique

Afin de répondre aux questions posées dans ce mémoire, nous avons réalisé un questionnaire s'adressant à toute la population, comprenant les sportifs confirmés pratiquant régulièrement un sport, ainsi que ceux qui pratiquent ponctuellement un sport sans être de grands passionnés de sports. L'objectif est de recueillir des avis venant de personnes qui ont déjà de l'expérience dans leur sport et éventuellement dans des appareils d'analyses des performances afin de connaître leurs besoins, et de l'autre côté de savoir ce qu'un public de sportifs néophytes rechercherait comme outils lors de la pratique d'un sport.

Nous avons donc employé une méthode quantitative à travers ce questionnaire. Comme dit précédemment, le public visé est la population dite « normale ». Cela ne prend donc pas en compte les sportifs professionnels, l'objectif final étant de sortir des tendances sur les sportifs amateurs. Les réponses des sportifs professionnels fausseraient donc les résultats de par leur expérience dans certaines technologies, mais également par leur condition sociale (comme une aisance économique bien supérieure à la normale) qui nous donnerait de mauvaises indications pour des produits dont la cible serait trop différente de ces sports professionnels. Les personnes interrogées étaient au début dans mon entourage personnel, avec rapidement plusieurs degrés de profondeur qui sont apparus à travers des amis d'amis ou encore de la famille d'amis, l'objectif étant de cibler des personnes de tout âge, de secteurs différents, et si possible de catégorie sociale différente.

Pour chaque question, le répondant avait en général plusieurs choix possibles, ainsi qu'une possibilité de rajouter une réponse personnelle qui lui correspondait mieux. L'objectif était également de déterminer le profil du répondant, que ce soit par rapport à sa relation au sport et aux technologies d'analyses des performances sportives et médicales, mais également par rapport à son profil, afin de mieux catégoriser les résultats et ainsi avoir des tendances plus précises et exploitables.

Les réponses ont ensuite été traitées en Python à travers Jupyter Notebook de façon à pouvoir réaliser les graphiques et les transformations que nous souhaitions étudier. Il est possible de retrouver le détail du code complet sur mon GitHub à travers ce lien (<https://github.com/tatouti/MemoireA5>) ainsi que le lien du questionnaire (<https://forms.gle/7XtXgjeKLH1PsDTe6>).

## Résultats et discussion

Après avoir partagé notre questionnaire pendant plus d'un mois au plus de personnes possibles, nous avons récolté 130 réponses au total. Les réponses sont collectées de manière anonyme et confidentielle. L'enregistrement des réponses ne contient aucune information permettant d'identifier le répondant. Seules les personnes âgées de 15 ans et plus ont pu répondre à ce questionnaire (cf. [article 45 de la Loi Informatique & Libertés](#) modifiée par ordonnance du 12 décembre 2018). Nous garantissons que la confidentialité des données sera préservée conformément à la loi de protection des données personnelles (cf. [article 13 du Règlement général sur la protection des données](#) 2016/679/UE).

### Informations générales sur les participants

Commençons par faire une analyse générale sur les profils des répondants.



Figure 43 - Genre des participants

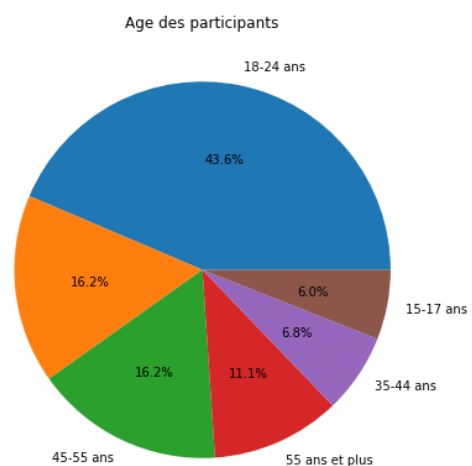


Figure 44 - Age des participants

Nous pouvons tout d'abord noter une répartition presque égalitaire entre le nombre de participants hommes et femmes. Cette donnée est positive car elle nous permettra d'analyser le comportement de ces deux genres différents à travers de multiples questions, et ainsi éventuellement ajuster le produit selon la cible visée par une certaine technologie d'analyse des performances.

Concernant l'âge des participants, on retrouve une grande majorité de participants âgés entre 18 et 24 ans. Ce chiffre s'explique par le fait qu'étant actuellement moi-même dans cette tranche d'âge, les participants dans mon entourage qui ont répondu à ce questionnaire sont également dans la même tranche d'âge que moi. Toutefois, nous pourrions également exploiter d'autres



tranches d'âge dont le nombre de participants est tout de même acceptable, avec une vingtaine de personnes dans chacune des tranches d'âge 25-34 ans, 45-55 ans et 55 ans et plus. Cependant, pour les tranches d'âge 35-44 ans et 15-17 ans, les résultats obtenus ne seront pas forcément fiables car l'échantillon est trop petit.

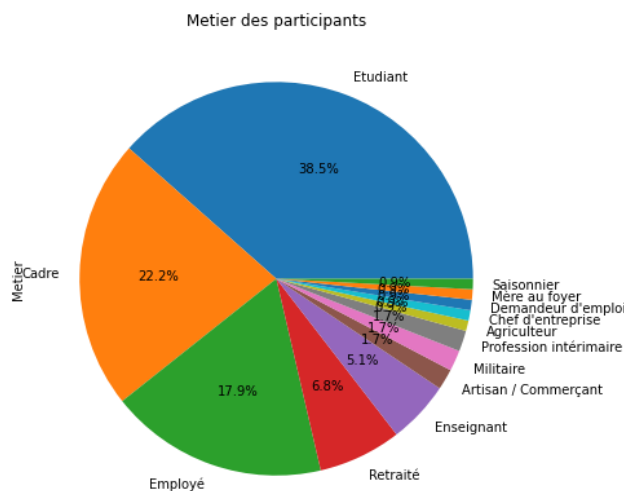


Figure 45 - Métier des participants

Les statuts chez les participants sont intrinsèquement corrélés à leur âge. En effet, une majorité des personnes entre 18 et 24 ans sont encore étudiants, et certains sont déjà sur le marché du travail, ce qui explique ces 5% de différence. Nous retrouvons ensuite une bonne partie de cadres et d'employés, ce qui correspond également aux résultats précédents sur l'âge. Sur les pourcentages restants, il sera compliqué de réaliser des graphiques

parlants, sauf peut-être sur les quelques pourcentages de retraités si une tendance commune est visible.

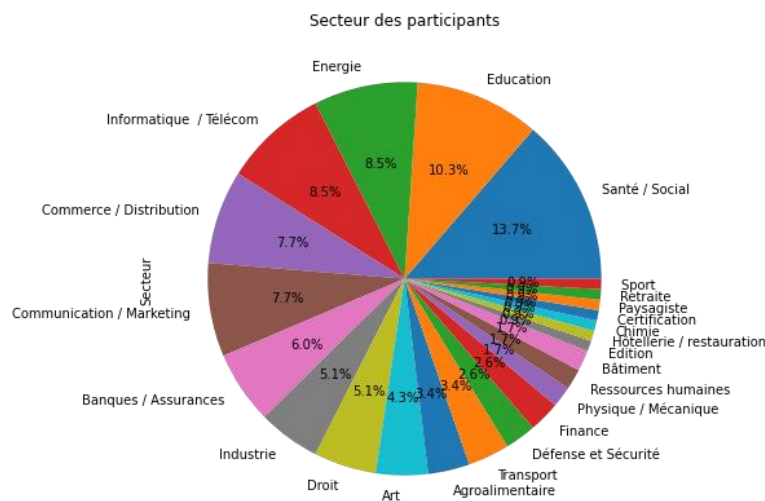


Figure 46 - Secteur de travail des participants

Si nous regardons les secteurs des participants, nous pouvons rapidement comprendre que la diversité des secteurs ne nous permettra pas d'utiliser cette donnée de façon isolée, mais pourrait être utile si nous l'utilisons pour aller plus en profondeur sur la compréhension de certaines analyses.

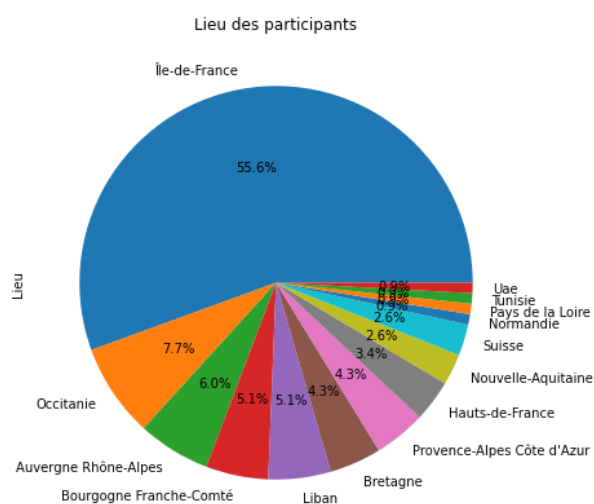


Figure 47 - Lieu des participants

Enfin si nous nous intéressons au lieu de résidence des participants, nous remarquons une majorité de personnes habitants en Ile-de-France. Encore une fois cela est dû au fait que moi-même j'habite en Ile-de-France et que mon école, et donc une bonne partie des répondants, est également en Ile-de-France. Ce public de convenance a également entraîné un effet boule de neige ce qui fait qu'une partie importante de mes résultats concerne un public qui est plutôt similaire à mon profil. Ce

n'est toutefois pas du tout un problème car cela reste une partie très intéressante de la population à étudier, car la pratique sportive est très élevée entre 15 et 24 ans, puis décroît avec l'âge (INJEP, 2022). Néanmoins la pratique sportive régulière continue à mobiliser une personne sur deux âgée de 60 ans ou plus.

### Informations sportives sur les participants

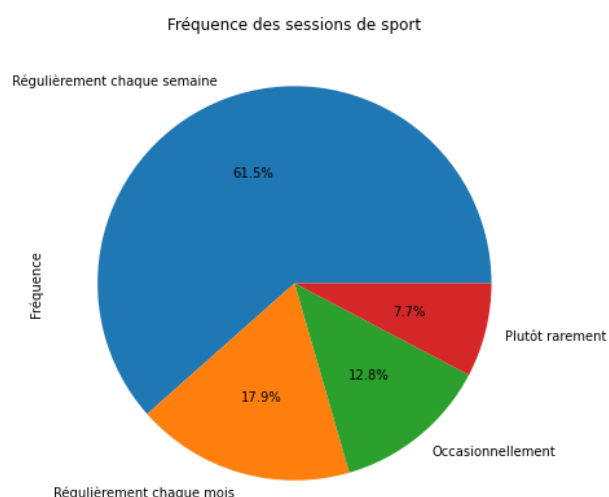


Figure 48 - Fréquence de la pratique du sport

Lorsque nous demandons aux participants la fréquence à laquelle ils pratiquent du sport, plus de 60% répondent en faire régulièrement chaque semaine. Cependant, il est important de noter que nous avons également des répondants qui en pratiquent moins souvent, voire de manière occasionnelle. Ces données sont très intéressantes car elles nous permettront de comparer les besoins des sportifs en fonction de leur fréquence de

pratique sportive. Par exemple, cela pourrait être utile pour adapter l'appareil selon le client qui sera ciblé par ce produit, que ce soit en termes de fonctionnalité ou de prix. En comprenant mieux les habitudes et les besoins spécifiques de chaque groupe de pratiquants, nous pourrions développer des solutions plus adaptées et personnalisées, améliorant ainsi l'expérience utilisateur et répondant de manière plus précise aux attentes de la clientèle diversifiée. De cette

manière, nous pourrions non seulement satisfaire les sportifs réguliers mais aussi attirer ceux qui pratiquent le sport de manière moins fréquente.

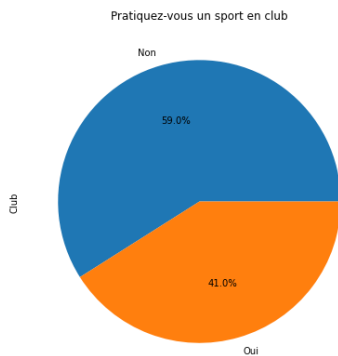


Figure 49 - Pratique en club

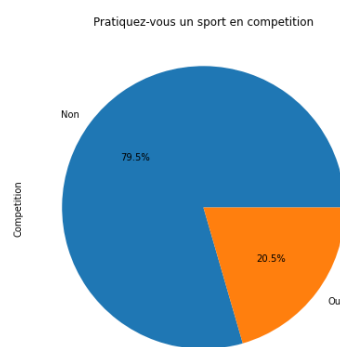


Figure 50 - Pratique en compétition

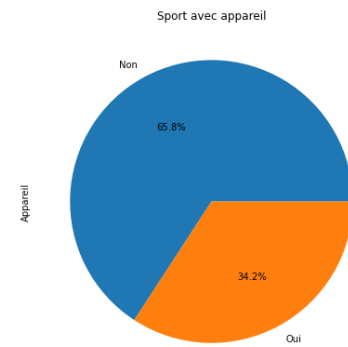


Figure 51 - Pratique avec appareil

Enfin, pour compléter les profils sportifs des participants, nous leur avons posé plusieurs questions sur la pratique même du sport. Tout d'abord, près de 40% pratiquent un sport dans un club (salle de sport, club de football, cours de boxe, etc.) mais seulement 20% le font en compétition (tournois sportifs, marathon, championnats, etc.). Ce qui est intéressant à noter, c'est qu'environ 35% des participants disent utiliser un appareil de suivi des performances sportives (montre connectée, capteur sur soi, application mobile, etc.). Et lorsqu'ils précisent l'appareil qu'ils utilisent, plus de 70% possèdent une montre connectée (Garmin, Apple ou Samsung), le reste étant une application de téléphone (Strava ou Santé sur iPhone).

### Informations sur les besoins des participants

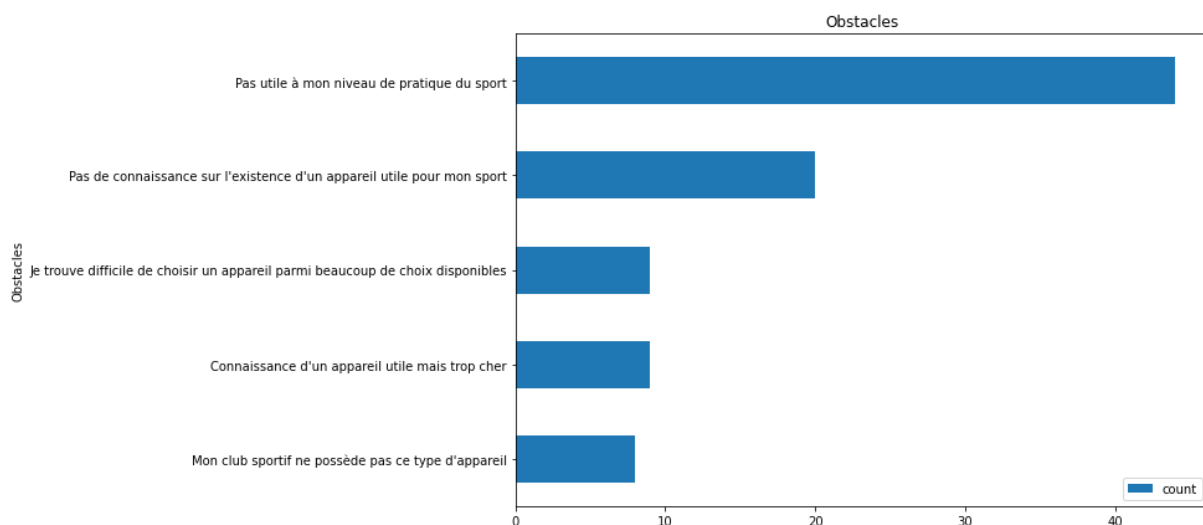


Figure 52 - Raisons de la non-utilisation d'un appareil de suivi des performances

Afin de savoir pourquoi les personnes n’ont pas d’appareil connecté lorsqu’ils pratiquent leur sport, nous les avons questionnés sur ce point. Et il s’avère que l’obstacle principal est que cet appareil leur serait inutile, la méconnaissance de l’existence d’un appareil pour leur sport venant en seconde raison. Il semblerait donc qu’il y a une priorité pour les vendeurs de faire comprendre l’utilité de leur produit en présentant ses biens faits au grand public.

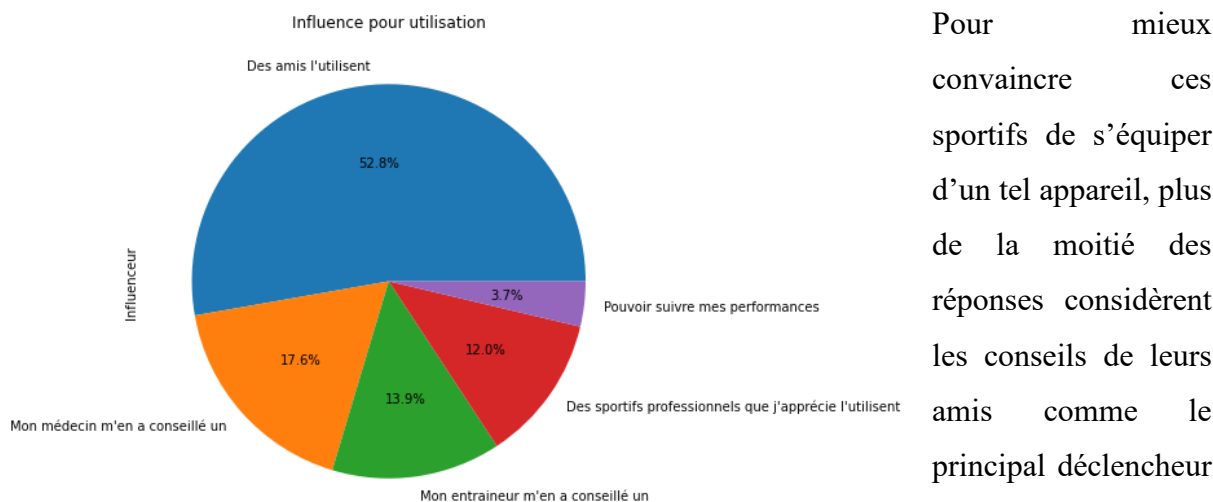


Figure 53 - Influences à l'utilisation

oreille étant l’influence première à l’achat, il faut donc s’assurer que le premier acheteur soit content de son achat pour avoir l’effet boule de neige positif. Sachant que pour un pratiquant sur deux, la santé est l’une des principales raisons de pratiquer un sport (INJEP, 2022), il n’est pas surprenant de voir que le médecin est la deuxième source d’influence. Cependant, lorsque nous nous penchons sur l’analyse des raisons en fonction d’autres paramètres, nous remarquons des variations intéressantes sur le tableau des influences ci-dessous.

Oui \ Non	Compétition OUI	Compétition NON
Club OUI	Entraîneur 40% Amis 40% Suivi des performances 20%	Amis 63% Médecin 18% Entraîneur 18%
Club NON	Sportifs Pro 100% (Seulement 3 votes)	Amis 63% Médecin 18% Sportifs Pro 14% Entraîneur 7%

Tableau 1 - Influences à l'achat

Avec ce tableau, les marques pourront ainsi adapter leur point d’entrée de l’appareil en fonction de la personne en face d’eux.

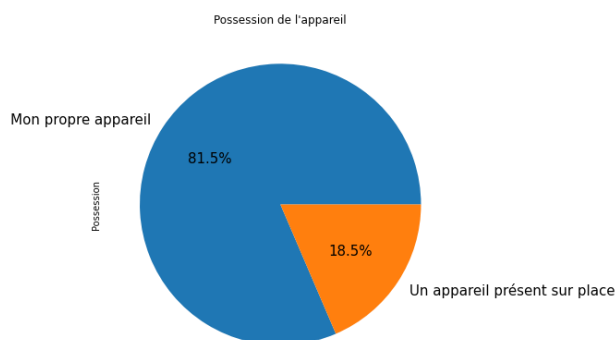


Figure 54 - Possession de l'appareil

De façon générale, les participants s'accordent à dire qu'ils préféreraient avoir leur propre appareil plutôt que d'utiliser un appareil présent sur place. Cela va donc vers la direction de créer un outil qui serait directement possédé par l'utilisateur, et non par un abonnement y donnant accès dans une salle de sport par exemple.

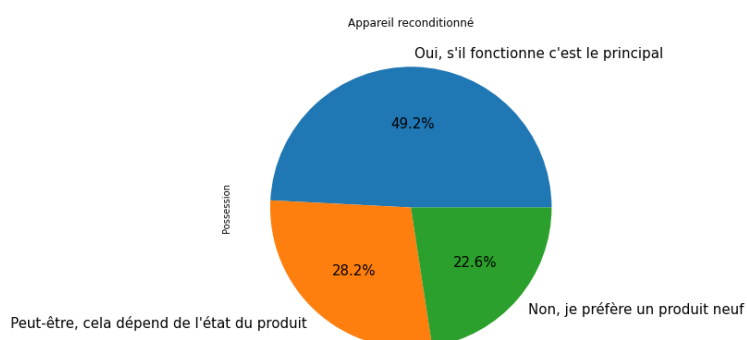


Figure 55 - Produits reconditionnés

Concernant les appareils reconditionnés, la tendance globale accepte à 50% un produit d'occasion fonctionnel, tandis que 22% n'accepteraient d'utiliser qu'un produit neuf. À noter que ce résultat diffère selon les âges, ce que nous verrons dans une partie suivante.

## Informations sur les sports

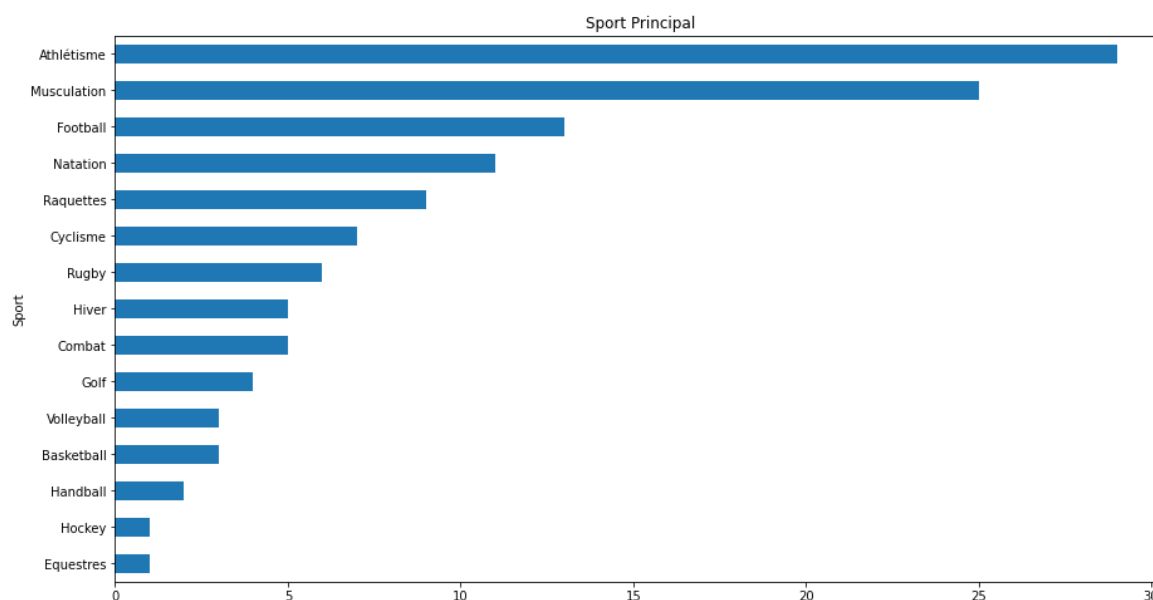


Figure 56 - Nombre de participants par sports

Ci-dessus nous pouvons voir le nombre de participants par sport, ce qui nous permet de nous concentrer que sur les sports les plus choisis, l'échantillonnage étant le plus grand. Bien que ce

tableau ne soit en rien représentatif de la population, il est intéressant de noter le grand nombre de sportifs en athlétisme et en musculation par rapport aux autres sports.

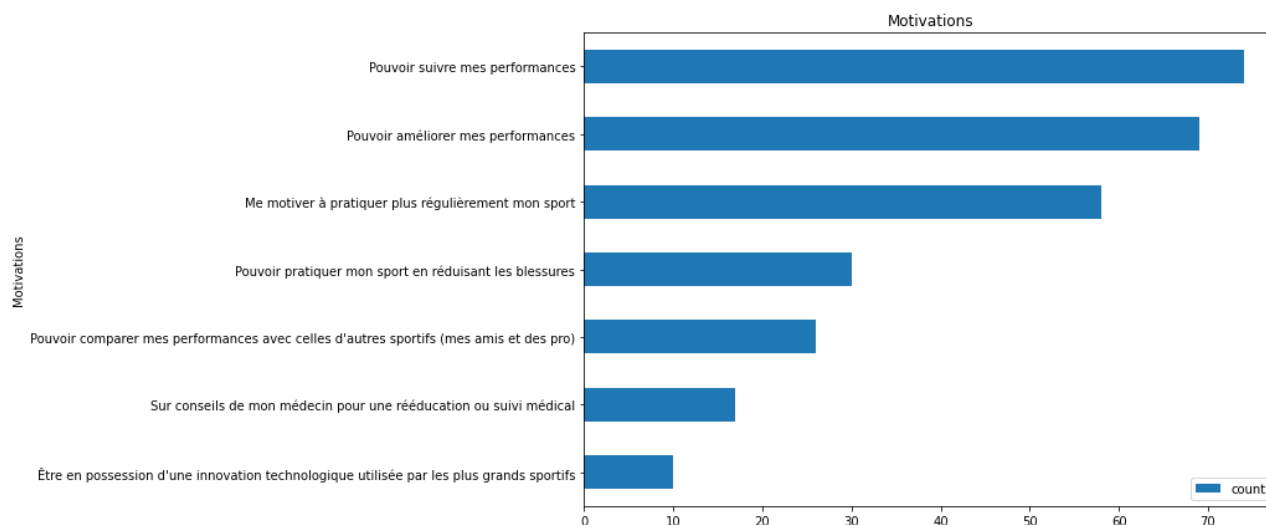


Figure 57 - Intérêt de l'appareil

Les motivations principales pour l'utilisation des appareils sont assez claires. L'objectif principal consiste à étudier ses propres performances et de les améliorer tout en se motivant à pratiquer un sport plus régulièrement.

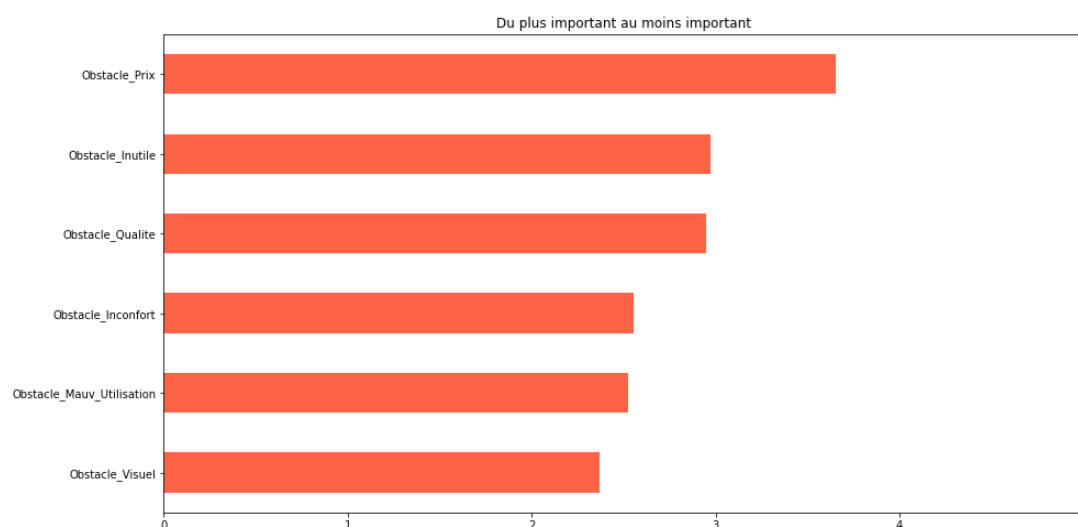


Figure 58 - Obstacles à l'achat

En étudiant tous les sports, nous pouvons noter que l'obstacle principal à l'achat est le prix de l'appareil avec une avance considérable ; et à l'inverse le visuel est le problème qui fait le moins peur aux utilisateurs.

Concernant les outils en eux-mêmes, celui qui semble être le plus plébiscité est l'analyse vidéo de type Dartfish, suivi de deux types de montres connectées d'un outil à but médical

avec le PhyNord (bilan des capacités musculaires) et enfin du Strava, que l'on peut considérer comme une version simplifiée de la montre connectée.

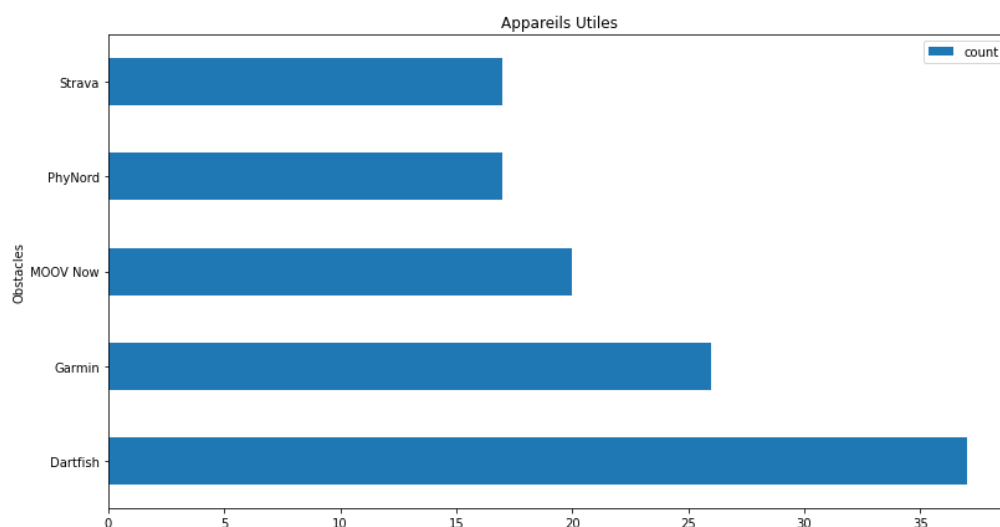


Figure 59 - Appareils les plus demandés

Comme le montrent les trois graphiques ci-dessous, environ 70% des participants seraient prêts à mettre entre 50 et 200€ pour l'achat d'un produit, et entre 0 et 10€ pour un abonnement mensuel. De plus, un produit simplifié aura plus de facilité à s'imposer sur un marché de sportifs amateurs, car plus friands de technologies moins poussées mais compréhensibles.

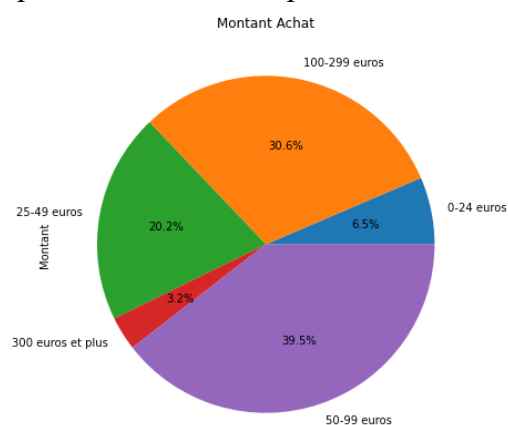


Figure 62 - Montant achat

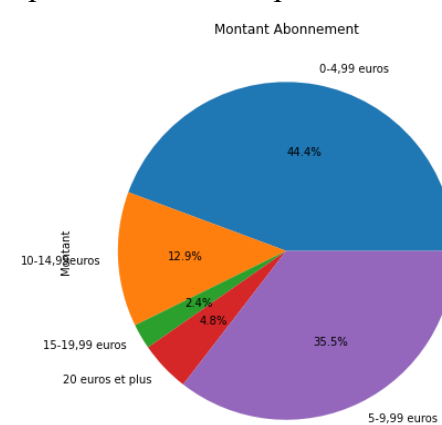


Figure 61 - Montant abonnement

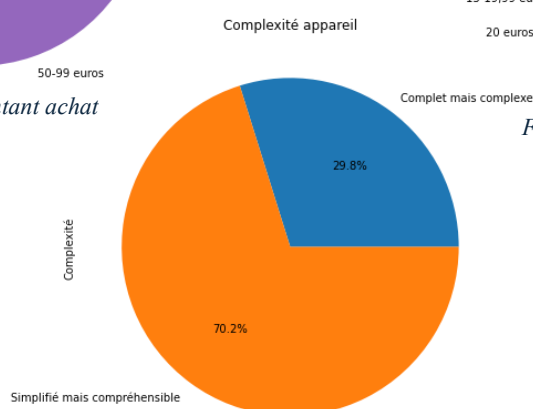


Figure 60 - Complexité de l'appareil

<b>Sport</b>	<b>Montant Location</b>	<b>Montant Achat</b>	<b>Complexité</b>	<b>Possession</b>	<b>Influence</b>	<b>Technologie Préférée</b>
<b>Athlétisme</b>	5-9,99€	100-299€	Simplifié	Achat	Suivi	Montre connectée
<b>Basketball</b>	10-14,99	50-99€	Complet	Achat	Amis	Ballon connecté
<b>Cyclisme</b>	5-9,99€	100-200€	Simplifié	Achat	Motivation	Strava
<b>Football</b>	0-4,99€	50-99€	Simplifié	Achat	Suivi	Vidéo
<b>Golf</b>	10-14,99€	100-200€	Complet	Achat	Améliorer	TopGolf
<b>Handball</b>	5-9,99€	25-49€	Complet	Achat	Entraîneur	Baskets
<b>Hockey</b>	0-4,99€	0-24€	Complet	Achat	Entraîneur	Helios
<b>Musculation</b>	0-4,99€	100-200€	Simplifié	Achat	Améliorer	PhyNord
<b>Natation</b>	0-4,99€	50-99€	Simplifié	Achat	Suivi	Fréquence cardiaque
<b>Rugby</b>	0-4,99€	25-49€	Simplifié	Achat	Améliorer	Catapult
<b>Ski</b>	0-4,99€	100-200€	Complet	Achat	Amis	Ski connectés
<b>Combat</b>	5-9,99€	25-49,99€	Simplifié	Achat	Suivi	Hykso
<b>Tennis</b>	0-4,99€	50-99€	Simplifié	Achat	Améliorer	Zeep
<b>Equitation</b>	10-14,99€	50-99€	Complet	Achat	Médecin	CWD iJUMP
<b>Volleyball</b>	0-4,99€	50-99€	Simplifié	Achat	Médecin	Vidéo

*Tableau 2 - Récapitulatif par sport*

Enfin, ce tableau présente un récapitulatif lisible des données collectées sur le comportement d'achat et d'utilisation des appareils selon les sports étudiés. Nous n'allons pas analyser cette donnée car ça serait paraphraser ce tableau, mais il peut se révéler utile lors de la mise en place d'un produit pour mieux viser sa clientèle en adaptant les caractéristiques du produit à la demande. Simplement pour l'explication des colonnes, le montant location est la somme que l'utilisateur serait prêt à mettre chaque mois pour utiliser un appareil, le montant achat est la somme pour l'achat de l'appareil, la complexité est soit simplifiée (compréhensible) soit complète (complexe), l'influence correspond au plus grand facteur qui influence à l'utilisation de l'outil et la technologie correspond au type de technologie, voire même à une marque en particulier, d'outil qui serait le plus utile dans la pratique du sport.



<b>Sport</b>	<b>Age</b>	<b>Région</b>	<b>Secteur</b>	<b>Catégorie</b>
<b>Athlétisme</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Santé / Social	Employé
<b>Basketball</b>	25-34 ans	Liban	Commerce / Distribution	Cadre
<b>Cyclisme</b>	35-44 ans	Bourgogne Franche-Comté	Santé / Social	Cadre
<b>Football</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Finance	Etudiant
<b>Golf</b>	18-24 ans	Bourgogne Franche-Comté	Energie	Cadre
<b>Handball</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Défense et Sécurité	Etudiant
<b>Hockey</b>	15-17 ans	Ile-de-France	Education	Etudiant
<b>Musculation</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Informatique / Télécom	Etudiant
<b>Natation</b>	45-55 ans	Ile-de-France	Communication / Marketing	Employé
<b>Rugby</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Energie	Etudiant
<b>Ski</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Education	Enseignant
<b>Combat</b>	25-34 ans	Ile-de-France	Communication / Marketing	Etudiant
<b>Tennis</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Agroalimentaire	Etudiant
<b>Equitation</b>	18-24 ans	Ile-de-France	Physique / Mécanique	Etudiant
<b>Volleyball</b>	18-24 ans	Liban	Art	Cadre

*Tableau 3 - Profil type des répondants par sport*

Finalement, nous pouvons également définir des profils types d'utilisateurs en fonction de chaque sport en ne prenant en compte que les résultats de notre questionnaire. Evidement l'échantillonnage ne permet pas de définir certaines informations avec certitudes, mais ça nous permet d'avoir une petite idée sur le ciblage possible dans certains de ces sports auprès des participants à ce questionnaire.

À présent, pour chaque profil, nous allons réaliser des tableaux qui résument ce que la majorité de la population ciblée a choisi lors de ce questionnaire. Nous n'allons pas analyser toutes les statistiques existantes, mais nous allons essayer de noter les spécificités selon certains critères.

## *Analyses par type de profils*

### Genre

Lorsque nous comparons les résultats entre les hommes et les femmes, dont les graphiques sont tous présents sur le notebook disponible sur le lien GitHub, nous observons plusieurs caractéristiques assez similaires, mais dont l'étude approfondie peut être la clef d'une campagne d'achat réussie. À noter que les deux genres ont l'athlétisme et la musculation comme sports principaux, mais qu'ensuite les femmes se tournent vers la natation et les hommes le football.

En effet, concernant le montant de l'abonnement mensuel, les deux parties s'accordent à rendre des données presque égales. Mais concernant l'achat d'un de ces appareils, nous voyons tout d'abord que seuls les hommes interrogés seraient prêts à mettre 300€ et plus dans un produit. Et tandis que près de 40% des femmes trouvent que le produit a un prix acceptable entre 50 et 99€, les hommes se répartissent équitablement entre les intervalles 50-99€ et 100-299€. Un outil pourrait donc être vendu un peu plus cher si le public visé est masculin.

Alors que près de 60% des femmes considèrent que leur influence principale serait leurs amis, puis loin derrière le médecin puis l'entraîneur, les hommes font eux aussi confiance à leurs amis, mais suivent ensuite l'entraîneur, les sportifs professionnels puis le médecin. Cela nous montre donc que la promotion d'une technologie par le biais d'un sportif professionnel marcherait beaucoup moins bien chez les femmes (7%) que chez les hommes (14%), et que les femmes seraient plus aptes à écouter leur médecin, que les hommes le seraient.

Concernant la possession d'un appareil, l'achat ou location et l'utilisation d'un appareil reconditionné, les deux genres ont le même avis sur la question, bien que les femmes semblent préférer légèrement l'utilisation d'un produit neuf. Cependant, un point sur lequel nous retrouvons une grosse différence, concerne la complexité de l'appareil. En effet, 80% des femmes préfèrent utiliser un produit simplifié mais compréhensible, tandis que ce chiffre descend à 60% chez les hommes. Encore une fois, cette petite différence pourrait s'exprimer dans la construction d'un produit pour faciliter la vente

Genre	Montant Location	Montant Achat	Complexité	Influences
Homme	0-4,99€	50-99€ ou 100-200€	Simple 60%	Amis, Entraîneur, Sportifs
Femme	0-4,99€	50-99€	Simple 80%	Amis, Médecin, Entraîneur

*Tableau 4 - Analyse selon le genre*

### Age

En analysant les résultats en fonction de l'âge, nous pouvons tout d'abord remarquer que les prix des abonnements sont en général tous autour de 0 à 4,99€ par mois, même si nous notons une proportion similaire chez les 18-24 ans pour les prix entre 5 et 9,99€, tandis que les 35-44 ans sont plus enclins à accepter un prix entre 10 et 14,99€ par rapport aux autres tranches d'âge. En termes de prix d'achat, il est difficile de définir une tendance claire pour tous les âges. Nous pouvons tout de même avoir des données intéressantes pour les 18-24ans (50-99€), ensuite les résultats sont un peu moins évidents, même si nous remarquons logiquement une capacité économique plus importante avec l'augmentation de l'âge des participants, avec par exemple des budgets supérieurs à 300€ seulement à partir des 25 ans. Mais de manière globale cette échelle de prix est peu populaire, augmentant la difficulté de sa vente si le besoin n'est pas nécessairement existant.

Concernant les influences à l'utilisation, il est important de noter que les sportifs professionnels exercent une influence sur les 25-34 ans, tandis que les 55 ans et plus sont influencés positivement par leur médecin avant même que par leur entourage. Mise à part les 35-44 ans (50% de produits neufs) et les 44-55 ans (30% pour chaque choix), toutes les autres tranches d'âge sont à plus de 50% d'acceptation d'un produit reconditionné qui fonctionne.

Tout comme pour le genre, toutes les tranches d'âge préfèrent avoir leur propre appareil plutôt que d'en louer un (à environ 80%). Il existe une petite différence sur la localisation de l'appareil. En effet, les 18-24 ans et les 55 ans et plus préfèrent avoir leur propre appareil à plus de 85% alors que les autres participants sont plutôt autour de 75%. Certes c'est une différence non-significative, mais dans le cas d'un appareil réservé à un certain type d'âge, cela peut modifier le nombre d'utilisation de cet appareil à un certain niveau.

Age	Montant Location	Montant Achat	Complexité	Influences
15-17	0-5,99€	0-24€	Complet 56%	Amis, Entraîneur
18-24	0-9,99€	50-99€	Simple 75%	Amis, Entraîneur
25-34	0-5,99€	50-99€	Complet 53%	Amis, Sportifs
35-44	5-9,99€	100-299€	Simple 73%	Amis
45-55	0-5,99€	50-99€	Simple 83%	Amis, Médecin
55 et plus	0-5,99€	100-299€	Simple 73%	Médecin, Amis

Tableau 5 - Analyse selon l'âge

## Lieu

Pour cette analyse des lieux, nous allons seulement prendre les lieux avec plus de 7 réponses. L'analyse ne concernera donc que l'Auvergne Rhône-Alpes, la Bourgogne Franche-Comté, l'Occitanie et l'Île-de-France.

Mise à part pour l'Île-de-France, les autres régions comptent une dizaine de participants chacune, limitant malheureusement l'exploitabilité des résultats. Du côté économique, les participants auvergnats et bourguignons semblent être plus disposés à dépenser un peu plus d'argent pour accéder à un appareil, que ce soit à travers un abonnement ou un achat. Nous remarquons toutefois que les participants d'Auvergne sont plus ouverts à l'utilisation d'un produit reconditionné (70%) que la moyenne, alors qu'à l'inverse en Bourgogne ils préfèrent majoritairement utiliser un produit neuf (75%), tandis que les deux autres régions sont dans la moyenne avec un peu plus de 50% de participants pour le reconditionné.

Les autres données sont plutôt conformes aux résultats généraux et nous ne trouvons pas d'autre spécificité à certaines régions, si ce n'est certains sports qui semblent être plus présents dans des régions, comme en Ile-de-France ci-dessous.

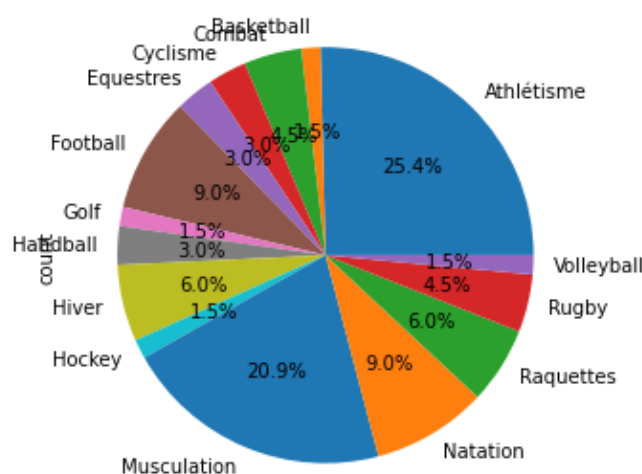


Figure 63 - Répartition des sports en IDF

Nous remarquons en effet que près de la moitié des participants pratiquent soit de l'athlétisme soit de la musculation. Ces chiffres sont compréhensibles étant donné les nombres de salles de sports et de coureurs, et surtout au peu d'autres choix possibles réalisables facilement dans cette zone géographique.

Lieu	Montant Location	Montant Achat	Complexité	Influences
Auvergne Rhône-Alpes	5-9,99€	100-200€	Simplifié 72%	Amis
Bourgogne Franche-Comté	5-9,99€	100-200€	Simplifié 75%	Amis, Médecin
Occitanie	0-4,99€	50-99€	Complet 55%	Amis, Entraîneur
Île-de-France	0-4,99€	50-99€	Simplifié 73%	Amis

Tableau 6 - Analyse selon le lieu de résidence

### Catégorie socio-professionnelle

Enfin concernant cette dernière analyse, nous allons prendre les statuts des participants ayant reçu au moins une dizaine de réponse, donc les cadres, les employés, les enseignants, les étudiants et les retraités.

Si nous regardons les montants des abonnements, les cinq catégories sont au même niveau en moyenne de la majorité des participants, mais trois catégories se différencient du reste.

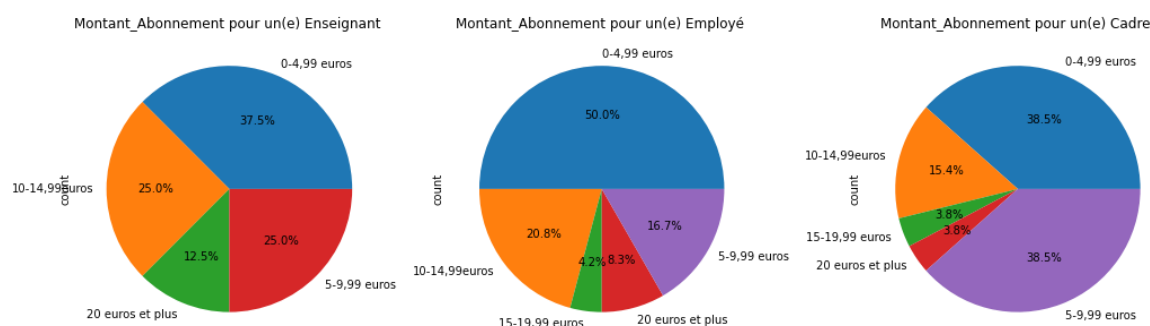
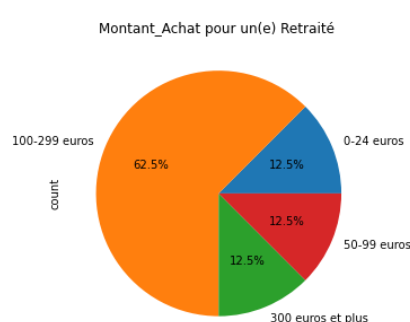


Figure 64 - Montants abonnements catégories

En effet, pour les montants de 10-14,99€, nous retrouvons en premier les enseignants, puis les employés et enfin les cadres. Cette dynamique est également visible sur les montants de l'achat



d'un appareil. Cependant, alors que les retraités ne comptent dépenser qu'entre 0 et 4,99€ sur un abonnement, ils sont bien plus dépensiers s'il s'agit d'un achat, comme nous pouvons le voir ci-dessous. Ce sont d'ailleurs les seuls parmi ces cinq catégories à pouvoir payer plus de 300€ pour se procurer un appareil. Ainsi, dans le cas où une technologie a pour cible des retraités, afin de rentabiliser le produit il vaudrait mieux

le proposer à la vente plutôt qu'à travers un abonnement.

Figure 65 - Montant achat retraités

Statut	Montant Location	Montant Achat	Complexité	Influences
Cadre	0-9,99€	50-299€	Simplifié 57%	Amis, Sportifs
Employé	0-4,99€	50-99€	Simplifié 75%	Amis
Enseignant	0-4,99€	50-299€	Simplifié 62%	Amis, Médecin
Etudiant	0-9,99€	50-99€	Simplifié 73%	Amis, Entraîneur
Retraité	0-4,99€	100-299€	Simplifié 87%	Médecin, Amis

Tableau 7 - Analyse selon le statut

## Fréquence

Une autre possibilité d'analyse, qui est très importante pour réussir à cibler les besoins des sportifs amateurs qui vont utiliser régulièrement le produit, consiste à étudier les préférences des sportifs en fonction de leur fréquence de pratique du sport.

Première chose que nous remarquons est la volonté bien plus présente chez les sportifs réguliers de posséder leur propre appareil (90%) que les autres (en moyenne 70%), alors que les chiffres sur l'achat d'un appareil reconditionné sont équilibrés entre les différentes classes, ce qui est positif d'un point de vue écologique. Sur le point de la complexité de l'appareil, les sportifs pratiquants rarement et occasionnellement sont nombreux à préférer un outil simple (80%) à l'instar des sportifs hebdomadaires (70%). Cependant, les sportifs mensuels sont bien plus partagés sur ce point. Cela peut s'expliquer par la volonté de bien pratiquer son sport sans se blesser et en se motivant avec des données complexes, alors que les sportifs plus expérimentés ont peut-être déjà passés ce cap et préfèrent des outils qui vont à l'essentiel des résultats.

Enfin, il est intéressant d'étudier les sports principaux pratiqués par les plus et moins investis de manière récurrente. Alors que la natation est le sport préféré pour une pratique ponctuelle, ce sont l'athlétisme et la musculation qui sont pratiqués régulièrement chaque semaine par les participants au questionnaire, ce qui peut être utile à savoir pour des appareils à abonnements.

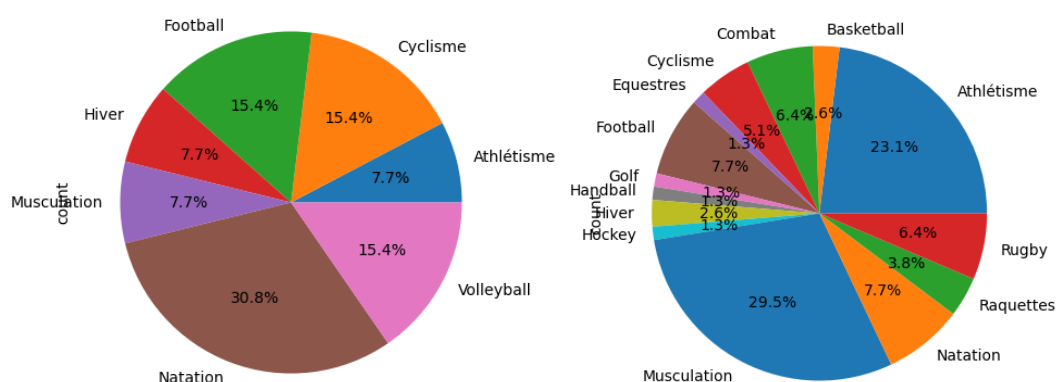


Figure 66 - Sports pratiqués par les utilisateurs Rarement VS Hebdomadairement

Fréquence	Montant Location	Montant Achat	Complexité	Influences
Rarement	0-4,99€	50-99€	Simplifié 77%	Amis
Occasionnellement	0-4,99€	25-99€	Simplifié 81%	Amis, Médecin
Chaque mois	0-4,99€	50-99€	Simplifié 55%	Amis, Médecin, Sportifs
Chaque semaine	5-9,99€	50-299€	Simplifié 70%	Amis, Entraîneur, Médecin

Tableau 8 - Récapitulatif selon la fréquence de pratique

## Informations sur les produits étudiés

Liste des sports :

Athlétisme (1), Basketball (2), Cyclisme (3), Football (4), Golf (5), Handball (6), Hockey (7), Musculation (8), Natation (9), Rugby (10), Ski (11), Combat (12), Tennis (13), Equitation (14), Volleyball (15) et Santé (16).

Technologie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Prix min (en €)
Montre connectée	☒	☐	☒	☐	☒	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☒	100
Strava	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	5*
Dartfish (vidéo)	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☒	☐	☒	☒	20*
Capteurs Catapult	☐	☒	☐	☒	☐	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☒	180
Wilson Smart Basketball	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	200
Huupe	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	5000
Capteur Garmin	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	300
App Zwift	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	20*
CityPlay	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	190
Boitiers Approach	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	300
Trackman	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	25**
TopGolf	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	15**
VERT	☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	200
Helios	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	30*
Aquanex	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	3000
SwimBETTER	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	700
Prevent Biometrics	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☒	200
Casque Livall RSI	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	100
Black-Line	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	900
Pro Ski Simulator	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	1800
DeepStrike	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	20*
Hykso	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	360
Checklight	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☒	150
I-Percut	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	800
Coollang	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	120
Koospur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	900
Selle CWD	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	900
iJUMP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	450
Equisense	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	450

<i>Ceeffit</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	250	
<i>MyCoach</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	
<i>Ted</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	200	
<i>Orthopedics</i>																	
<i>Orthèse</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7000	
<i>Ascend</i>																	
<i>PolarCool</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	?
<i>PhyPlate</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	?
<i>PhyLift</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	?
<i>PhyNord</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	?
<i>Crampons</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	?
<i>Phyling</i>																	
<i>KiSwim</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?

Tableau 9 - Tableau récapitulatif de toutes les technologies

(\*) Prix mensuel d'un abonnement

(\*\*) Prix d'une session d'une heure

Ce grand tableau récapitulatif permet ainsi d'avoir une vision par technologie étudiée dans ce mémoire, de manière à trouver facilement tous les outils utiles pour un certains sport, ainsi que les outils utiles dans plusieurs sports différents. Le prix est également renseigné dans le tableau afin de rendre le filtre des technologies disponibles plus rapide. À noter que ces prix ont été pris en mai 2024, et que la version la moins élevée est montrée, car certaines technologies existent en version premium et donc plus cher. Dans les quelques cas où le prix est renseigné par un point d'interrogation (?), cela veut dire que le prix n'a pas été trouvé, que ce soit pour des raisons de confidentialité des fabricants (car ils travaillent directement avec les équipes et adaptent les prix aux besoins de ces derniers), ou bien des raisons de jeunesse de la technologie qui fait que son prix est discuté directement avec l'acheteur intéressé (comme avec les produits Phyling). De plus, certains systèmes qui fonctionnent à travers des équipes voient également des couts supplémentaires s'ajouter au prix initial de l'appareil, comme avec les systèmes de type Kinexon dont le prix oscille entre 25.000 et 75.000 euros par équipe et par saison.



## Cas d'utilisation des résultats

Nous avons donc étudié les différents paramètres possibles selon les profils des participants. L'objectif sera maintenant de mettre en place un flux de travail afin de trouver la meilleure cible pour un produit existant, et à l'inverse de trouver le meilleur produit pour une certaine cible.

Nous pouvons tout d'abord réaliser une matrice de corrélation pour mieux comprendre quelles données s'influencent entre elles (ci-dessous).

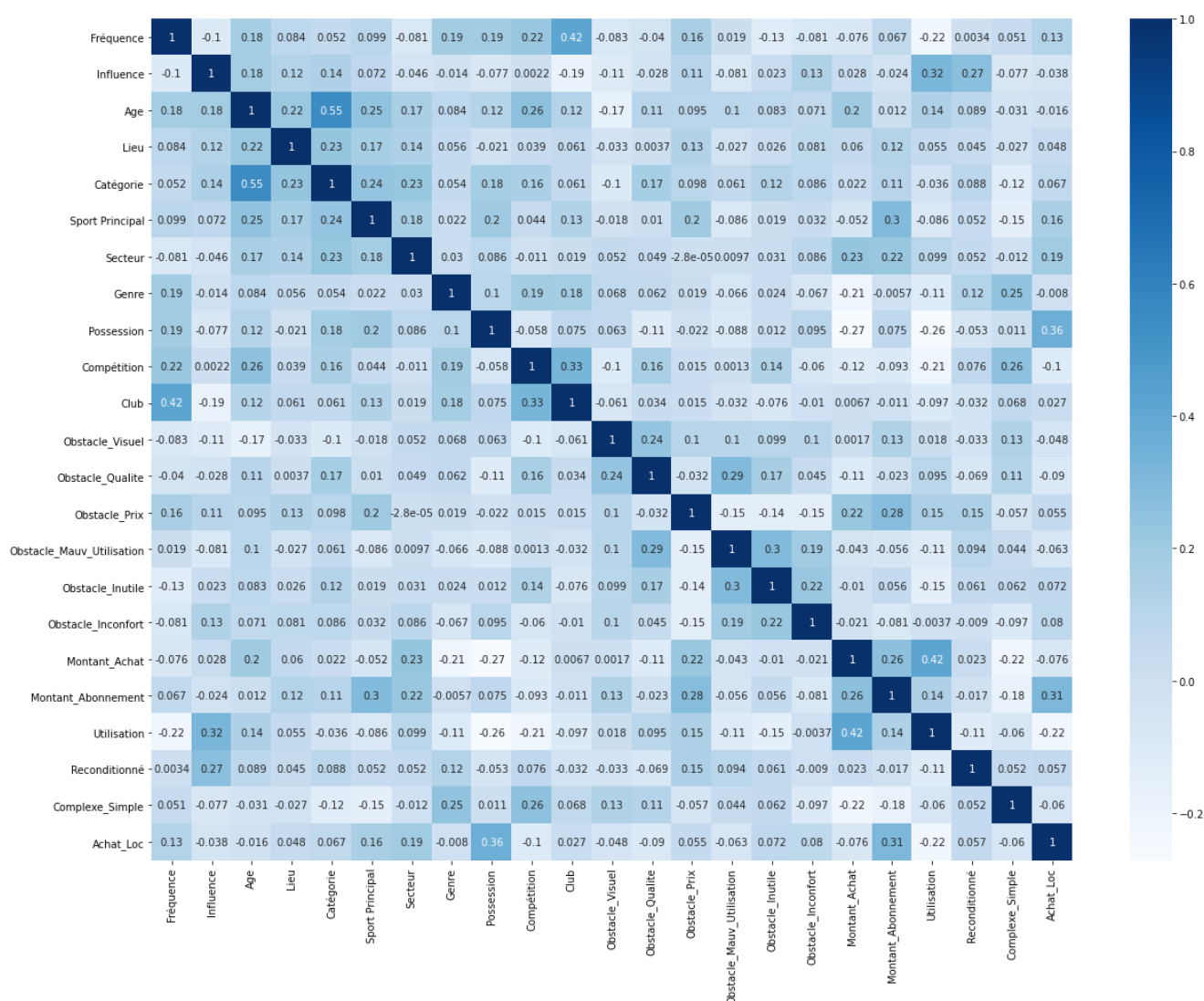


Figure 67 - Matrice de corrélation des données

La lecture est assez simple : plus une case est foncée (ou blanche), et plus les deux caractéristiques sont liées. Nous pouvons par exemple voir que l'âge et la catégorie sont très liés (0.55), ce qui veut dire que nous pouvons « déduire » l'âge du participant en fonction de sa catégorie et inversement. Puis, la pratique en club et la fréquence de pratique du sport sont liées à 0.42, suivi du montant d'achat et de l'actuelle utilisation d'un appareil à 0.42. Sans surprise, la question sur la possession d'un appareil ou la présence sur la place, avec celle de l'achat ou

location, sont également liées à 0.36. Le pratique en club et celle en compétition sont elles aussi plutôt bien liées à 0.33, et enfin les raisons de l'influence sur l'achat ont comme premier lien la possession au préalable d'un appareil avec 0.32 de corrélation. En général, dans les raisons de non-possession d'un appareil, les réponses « inutiles » et « mauvaises utilisations » viennent souvent ensemble à 0.30.

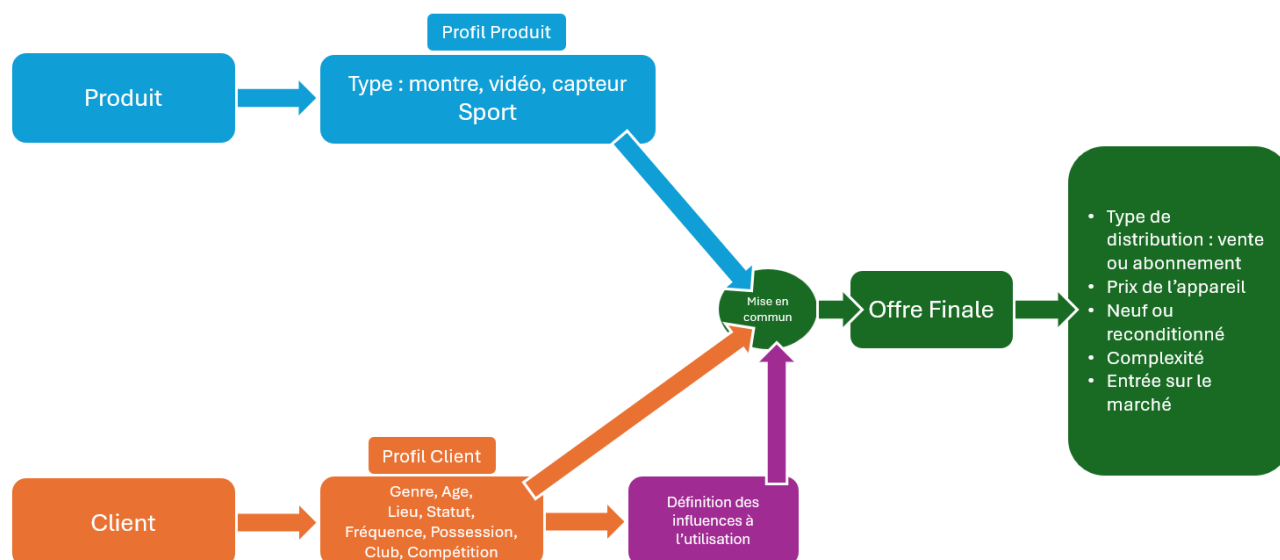


Figure 68 - Schéma d'optimisation de l'offre

Dans la partie recherche documentaire et littéraire, nous avons vu de nombreux produits qui semblaient être bons sur le papier, mais qui n'ont pas réussi à perdurer dans le temps. Afin d'éviter ce problème et d'obtenir une offre qui peut correspondre à un public cible, et qui surtout peut s'installer sur le moyen terme voire long terme, il est important de créer un produit utile, car c'est la première raison que les participants de notre questionnaire ont définie comme étant un frein à l'utilisation d'une technologie d'analyse des performances sportives.

Pour réussir à atteindre cet objectif, nous allons suivre le schéma réalisé ci-dessus (Figure 68). En s'appuyant sur les statistiques récoltées dans cette partie ([Analyse par type](#)), nous pouvons déduire un type de technologies selon une certaine cible. Par exemple, il faut être conscient qu'un produit plus complexe aura un peu moins de succès auprès des femmes qu'auprès des hommes, et que le prix d'un produit est différent selon les genres. Les campagnes marketing pourront aussi être adaptées selon le genre (sportifs professionnels chez les hommes et médecins chez les femmes). Dans le cas où le produit serait à visé plus précise, que ce soit par rapport à

l'âge des utilisateurs, ou par rapport à leur localisation, il pourrait également être intéressant pour les fabricants de s'intéresser aux besoins et attendus de ces différentes catégories, car nous avons vu que certains points peuvent grandement différer selon la catégorie des personnes visées. Cette première analyse permet d'avoir une première sélection des critères attendus par le public ciblé, et ainsi commencer à remplir certains éléments de l'offre finale.

En même temps, il est important de se concentrer sur le besoin de l'utilisateur. Concernant la conception du produit, il faut tout d'abord choisir le type de l'appareil, ainsi que le ou les sports dans lesquels il sera utilisé. En s'appuyant sur le Tableau 9 - Tableau récapitulatif de toutes les technologies, il est facilement possible de reconnaître les outils déjà existants, et de s'en inspirer pour la création d'un produit qui se différencie de l'existant, tout en ayant une vision de l'utilité que peut avoir ce produit sur plusieurs sports. Ce tableau permet également d'avoir une idée des prix des produits déjà sur le marché, et ainsi se positionner en fonction. Il est possible de retrouver tous les détails des produits préférés pour chaque sport par les participants (comme la Figure 69) sur le notebook du lien GitHub en début de document.

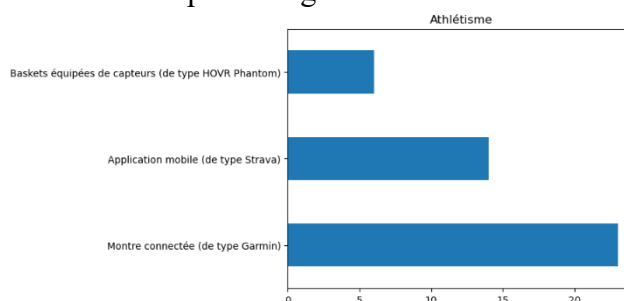


Figure 69 - Appareils préférés en athlétisme

Un fois le profil du client bien défini, il est ensuite important de s'intéresser aux sources d'influences à l'achat des utilisateurs. Selon des critères comme la pratique du sport en club ou en compétition, ainsi que l'âge et le statut social, les éléments qui influencent l'utilisation diffèrent. Savoir par quels moyens obtenir la confiance d'un acheteur est important, surtout que nous avons vu que la majorité seraient influencés directement par leurs amis. Plus l'appareil est cher, et plus l'utilisateur aura besoin de validations autour de lui. C'est à ce moment que les sources secondaires d'influences auront réellement leur utilité (médecins, entraîneurs ou sportifs professionnels).

Enfin, après que ces trois étapes sont réalisées, nous devrions avoir suffisamment d'informations pour avoir une vision claire de l'utilité de notre produit chez un certain public, ainsi que des caractéristiques de vente du produit, et de la façon dont nous allons intégrer le marché et faire les campagnes marketing.

## ***Synthèse des résultats***

Comme l'illustrent les parties précédentes de ce mémoire, l'utilisation des technologies sportives numériques est devenue plus une règle qu'une exception dans les sociétés numériquement avancées. La technologie sportive numérique est un marché en croissance valant 12 milliards de dollars en 2023 (Research and Market, 2024). Il est composé de milliers d'appareils et d'applications différents, dont nous avons pu en découvrir quelques-uns dans la partie de recherche documentaire et littéraire. Outre des appareils spécifiques tels que les montres de sport, environ 368 millions de personnes ont utilisés diverses applications mobiles de fitness l'année dernière, générant 3,58 milliards de dollars de revenus en 2023, soit une augmentation de 9,1 % par rapport à l'année précédente (Curry, 2024). Mais ces systèmes ne sont pas compatibles dans tous les sports, d'où l'intérêt de cette recherche approfondie effectuée le long du mémoire. S'il fallait faire un tableau pour retenir une seule technologie d'analyse des performances sportives et médicale accessible à des sportifs amateurs selon chaque sport, ce serait le suivant.

<b><i>Sport</i></b>	<b><i>Appareil recommandé</i></b>
<b><i>Athlétisme</i></b>	Montre connectée
<b><i>Basketball</i></b>	Wilson Smart Basketball
<b><i>Cyclisme</i></b>	Strava
<b><i>Football</i></b>	CityPlay
<b><i>Golf</i></b>	Trackman
<b><i>Handball</i></b>	VERT
<b><i>Hockey</i></b>	Helios
<b><i>Musculation</i></b>	Montre connectée
<b><i>Natation</i></b>	Montre connectée
<b><i>Rugby</i></b>	Prevent Biometrics
<b><i>Ski</i></b>	Casque Livall RS1
<b><i>Combat</i></b>	Hykso
<b><i>Tennis</i></b>	Coollang Koospor
<b><i>Equitation</i></b>	Equisense
<b><i>Volleyball</i></b>	MyCoach

*Tableau 10 - Appareils recommandés pour les sportifs amateurs*

Cette liste est une sélection subjective selon les appareils étudiés dans les parties précédentes. Il faut évidemment adapter leur utilité en fonction du profil de l'utilisateur et de son besoin. Cependant, à l'aide des nombreux tableaux, il est plus facile pour une marque d'intégrer de façon réussie le marché avec un produit ciblant de façon plus efficace les utilisateurs en adaptant l'appareil selon les attendus que nous avons noté.

Ce mémoire nous montre aussi que certains utilisateurs, qui avaient adopté une technologie d'analyse ou de suivi des performances sportives, les ont abandonnés, le plus souvent après une période restreinte d'utilisation. Plusieurs raisons y sont évoquées : déficit de précision, difficulté à donner du sens aux données et à les exploiter, utilisation chronophage, etc. De plus, pour certains adeptes de la montre connectée, quantifier le soi conduit à ressentir son activité davantage sur le mode du travail contraint que du loisir librement choisi et pratiqué. Ainsi, la motivation intrinsèque (le plaisir de pratiquer la course à pied pour elle-même) tend à être remplacée par une motivation extrinsèque (récompenses, comparaisons), engendrant une peur anticipée de l'échec ainsi qu'un sentiment de honte et de culpabilité en cas de contre-performances.

La très grande majorité des technologies d'analyses des performances sportives peuvent être considérées comme étant également des technologies d'analyses médicales. En effet, nous avons parlé de technologies comme le protège-dents Prevent Biometrics ou la machine PolarCool dont le but principal est d'améliorer la santé des joueurs en détectant ou limitant une blessure. Mais il y a également des outils qui permettent de déduire la santé de l'utilisateur en même temps que ses performances, comme les données de Catapult qui permettent de suivre la fatigue du joueur et ainsi d'éviter de le pousser au-delà de ses limites, augmentant alors le risque de blessures. Quant aux raisons de l'arrêt de la course à pied, les blessures et douleurs récurrentes arrivent en tête avec 21% (Petit, 2024). Pouvoir réduire ces blessures à l'aide de nouvelles technologies doit être accessible au plus grand nombre de sportifs. Il serait donc intéressant, un peu comme la genouillère Ted Orthopedics, que les frais de cet appareil soient pris en compte, au moins partiellement, par l'Assurance Maladie en France, afin de permettre une meilleure rééducation et in fine diminuer le risque d'un retour de la blessure rapidement après la guérison.

## Conclusion

Ainsi, ce mémoire sur les attentes du marché en matière de technologies d'analyse des performances sportives chez les amateurs met en lumière plusieurs points essentiels. Tout d'abord, l'étude a permis de dresser un panorama varié des technologies existantes et en développement dans un large éventail de sports, mettant en avant l'importance croissante de ces outils chez les sportifs amateurs. En identifiant les besoins des utilisateurs et en analysant les retours des personnes interrogées à travers notre questionnaire, nous avons pu dégager des tendances significatives sur les attentes du marché.

Pour les fabricants et vendeurs de ces technologies, cette recherche offre des pistes précieuses pour les acteurs du secteur afin d'adapter et de développer des solutions technologiques répondant aux besoins spécifiques des sportifs amateurs. Du point de vue théorique, cette étude contribue à enrichir la compréhension des enjeux liés à l'utilisation des technologies d'analyse des performances sportives chez les amateurs, en mettant en avant l'importance de prendre en compte la santé des athlètes dans ces analyses. Les besoins principaux des utilisateurs, en fonction de leurs profils, ont également été extraits et analysés.

De plus, la centralisation des informations sur un grand nombre d'outils dans un document unique facilite grandement la recherche et la compréhension de ces technologies pour les utilisateurs, ainsi que pour les personnes souhaitant s'appuyer sur ce document pour approfondir certains points. Cependant, des limites ont été identifiées, notamment en ce qui concerne la disponibilité et l'accessibilité financière de ces outils pour les amateurs. Le nombre de participants et leur représentabilité par rapport à la population française est également une limite non négligeable sur les déductions découlant du questionnaire. Pour poursuivre cette recherche, il serait pertinent d'explorer davantage les solutions techniques et commerciales permettant de rendre ces technologies plus abordables, et de les adapter de façon précise à un public de sportifs amateurs.

En conclusion, ce mémoire offre une vision approfondie des attentes du marché en matière de technologies d'analyse des performances sportives chez les amateurs, tout en ouvrant la voie à de nouvelles pistes de recherche pour améliorer l'accessibilité et l'efficacité de ces outils pour un plus grand nombre de ces sportifs.

## Bibliographies

- Balkhi, P., & Moallem, M. (2022). A Multipurpose Wearable Sensor-Based System for Weight Training. *MDPI, Musculation*.  
<https://www.mdpi.com/2673-4052/3/1/7>
- Beanland, E., Main, L., Aisbett, B., Gatin, P., & Netto, K. (2013). Validation of GPS and accelerometer technology in swimming. *JSAMS, Natation*.  
[https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(13\)00094-7/abstract#%20](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(13)00094-7/abstract#%20)
- Chardonens, J., Favre, J., Cuendet, F., Gremion, G., & Aminian, K. (2013). A system to measure the kinematics during the entire ski jump sequence using inertial sensors. *ScienceDirect, Ski*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021929012005805>
- Curry, D. (2024). Fitness App Revenue and Usage Statistics (2024). *Business of Apps*.  
<https://www.businessofapps.com/data/fitness-app-market/>
- Dartfish. (2024). KINEXON Sports et Dartfish annoncent une collaboration inédite. *Blog Dartfish, Hockey*.  
<https://blog.dartfish.com/fr/2024/03/08/kinexon-and-dartfish-collaboration/>
- Fédération Française d'Équitation. (2023). Assemblées générales ordinaires 2023 de la FFE et du CNTE. *Fédération Française d'Équitation, Equitation*.  
<https://www.ffe.com/actualites/assemblees-generales-ordinaires-2023-de-la-ffe-et-du-cnte>
- Fédération Française de Tennis. (2023). Un million de licenciés, la barre est franchie ! *Fédération Française de Tennis, Tennis*.  
<https://www.fft.fr/actualites/un-million-de-licencies-la-barre-est-franchie>
- Fédération Française de Volley. (2023). Nouveau record de licenciés pour la FFVolley. *Fédération Française de Volley, Volley*.  
<http://www.ffvb.org/index.php?mduseid=Mw%3D%3D&dsgtypid=37&page=actu&actid=NjkyMg%3D%3D>
- France.fr, R. (2024). 5 minutes pour tout savoir sur le golf en France. *France.fr, Golf*.  
<https://www.france.fr/fr/article/5-minutes-tout-savoir-golf-france>
- Gamble, A., Bigg, J., Pignanelli, C., Nyman, D., Burr, J., & Spriet, L. (2022). Reliability and validity of an indoor local positioning system for measuring external load in ice hockey players. *Taylor & Francis, Hockey*.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461391.2022.2032371>
- INJEP. (2022). Baromètre national des pratiques sportives. *INJEP, Sport*.  
[https://injep.fr/tableau\\_bord/les-chiffres-cles-du-sport-2023-pratiques-sportives-selon-lage/](https://injep.fr/tableau_bord/les-chiffres-cles-du-sport-2023-pratiques-sportives-selon-lage/)
- Lavergne, M. (2023). Innovations dans l'entraînement des handballeurs nantais. *Tribune Nantaise, Handball*.

- <https://tribunenantaise.fr/actus-fcnantes/innovations-dans-lentrainement-des-handballeurs-nantais/>
- Liu, S.-H., Lin, C.-B., Chen, Y., Chen, W., Huang, T.-S., & Hsu, C.-Y. (2019). An EMG Patch for the Real-Time Monitoring of Muscle-Fatigue Conditions During Exercise. *MPDI, Musculation*.  
<https://www.mdpi.com/1424-8220/19/14/3108>
- Liu, W., Long, Z., Yang, G., & Xing, L. (2022). A Self-Powered Wearable Motion Sensor for Monitoring Volleyball Skill and Building Big Sports Data. *MPDI, Volleyball*.  
<https://www.mdpi.com/2079-6374/12/2/60>
- Lopes, T., Sampaio, T., Oliveira, J., Pinto, M., Marinho, D., & Morais, J. (2022). Using Wearables to Monitor Swimmers' Propulsive Force to Get Real-Time Feedback and Understand Its Relationship to Swimming Velocity. *MDPI, Natation*.  
<https://www.mdpi.com/2076-3417/13/6/4027>
- Lückemann, P., Haid, D., Brömel, P., Schwanitz, S., & Maiwald, C. (2018). Validation of an Inertial Sensor System for Swing Analysis in Golf †. *MDPI, Golf*.  
<https://www.mdpi.com/2504-3900/2/6/246>
- Marcon, G., & Favennec, O. (2023). Coupe du monde : les commotions cérébrales, fléau du rugby ? *FranceBleu, Rugby*.  
<https://www.francebleu.fr/infos/sante-sciences/coupe-du-monde-les-commotions-cerebrales-fleau-du-rugby-5263721>
- Marklund, N., Al-Husseini, A., Fazel, M., Gard, A., & Tegner, Y. (2022). Shorter Recovery Time in Concussed Elite Ice Hockey. *Journal of Neuotrauma, Hockey*.  
[https://www.polarcool.se/\\_files/ugd/92d096\\_1c33898762c44f378dd4071051f223cb.pdf](https://www.polarcool.se/_files/ugd/92d096_1c33898762c44f378dd4071051f223cb.pdf)
- Modeles de Business Plan, M. (2024). Le marché du vélo et du cyclisme en France en 2024. *Modelesdebusinessplan, Cyclisme*.  
<https://modelesdebusinessplan.com/blogs/infos/marche-velo-cyclisme>
- Mordor Intelligence, M. (2024). Analyse de la taille et de la part du marché des montres intelligentes – Tendances de croissance et prévisions (2024-2029). *Mordor Intelligence*.  
<https://www.mordorintelligence.com/fr/industry-reports/smartwatch-market>
- Müller, J. (2023). Baromètre national des pratiques sportives 2023. *INJEP*.  
<https://injep.fr/publication/barometre-national-des-pratiques-sportives-2023/>
- News Tank Football. (2024). MMA : « 10 % de licenciés sur les plus de 60 000 pratiquants du MMA en France » (L. Brézéphin, FF Boxe). *News Tank Football, Boxe*.  
<https://football.newstank.eu/article/view/319094/mma-10-licencies-plus-60000-pratiquants-mma-france-brezephin-ff-boxe.html>
- Observatoire des Inégalités. (2024). Les sports d'hiver, une pratique de privilégiés. *Observatoire des inégalités, Ski*.  
<https://inegalites.fr/Les-sports-d-hiver-une-pratique-de-privilegies>



- Pedro, B., Cabral, S., & Veloso, A. P. (2021). Concurrent validity of an inertial measurement system in tennis forehand drive. *Journal of Biomechanics*, Tennis.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021929021001901>
- Petit, C. (2024). Les tendances 2024 du running. *Ouest-France*.  
<https://www.ouest-france.fr/sport/running/12-4-millions-de-coueurs-9-sorties-par-mois-120-euros-les-chaussures-les-tendances-2024-du-running-ca121f16-f2c9-11ee-b9d6-e26e1f1545b0>
- Pilka, T., Grzelak, B., Sadurska, A., Gorecki, T., & Dyczkowski, K. (2023). Predicting Injuries in Football Based on Data Collected from GPS-Based Wearable Sensors. *MDPI*.  
<https://www.mdpi.com/1424-8220/23/3/1227>
- Quidu, M., & Favier-Ambrosini, B. (2023). Vélo, running : à quoi servent les montres connectées ? *The Conversation*.  
<https://theconversation.com/velo-running-a-quoi-servent-les-montres-connectees-210409#:~:text=90%20%25%20des%20coueurs%20amateurs%20utiliseraient,connect%C3%A9e%20ou%20une%20application%20mobile>
- Research and Market. (2024). Global Sports Technology Market (2023-2028) by Technology, Sports, End-user, Geography, Competitive Analysis, and Impact of Covid-19 with Ansoff Analysis. *Research and Market*.  
<https://www.researchandmarkets.com/reports/5601676/global-sports-technology-market-2023-2028-by>
- Seçkin, A., Ateş, B., & Seçkin, M. (2023). Review on Wearable Technology in Sports: Concepts, Challenges and Opportunities. *MDPI*.  
<https://www.mdpi.com/2076-3417/13/18/10399>
- Sousa, A., Marques, D., Marinho, D., Neiva, H., & Marques, M. (2023). Assessing and Monitoring Physical Performance Using Wearable Technologies in Volleyball Players: A Systematic Review. *MDPI*, Volleyball.  
<https://www.mdpi.com/2076-3417/13/7/4102>
- Statista. (2023). Prévision du chiffre d'affaires généré par les ventes de montres connectées dans le monde de 2017 et 2023. *Statista*, Athlétisme.  
<https://fr-statista-com.devinci.idm.oclc.org/previsions/650892/montres-connectees-chiffre-d-affaires-monde>
- Szot, T., Specht, C., Dabrowski, P. S., & Specht, M. (2021). Comparative analysis of positioning accuracy of Garmin Forerunner wearable GNSS receivers in dynamic testing. *ScienceDirect*, Athlétisme.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263224121007922>
- Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., & Gruzelier, J. (2008). EEG applications for sport and performance. *ScienceDirect*, Santé.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1046202308001163>

- Trimax, A. (2023). EO SWIMBETTER : DANS LE CREUX DE LA MAIN ! *Trimax Magazine*, Natation.  
<https://www.trimax-mag.com/eo-swimbetter-dans-le-creux-de-la-main/>
- Vijayan, V., Connolly, J., Condell, J., McKelvey, N., & Gardiner, P. (2021). Review of Wearable Devices and Data Collection Considerations for Connected Health. *NIH, Santé*.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8402237/>
- Vleugels, R., VanHerbruggen, B., Fontaine, J., & DePoorter, E. (2021). Ultra-Wideband Indoor Positioning and IMU-Based Activity Recognition for Ice Hockey Analytics. *MDPI, Hockey*.  
<https://www.mdpi.com/1424-8220/21/14/4650>
- Wang, H., Li, L., Chen, H., Li, Y., Qiu, S., & Gravina, R. (2019). Motion Recognition for Smart Sports Based on Wearable Inertial Sensors. *Springer, Tennis de table*.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34833-5\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34833-5_10)
- Xin, Q., & Wu, J. (2017). A novel wearable device for continuous, non-invasion blood pressure measurement. *ScienceDirect, Santé*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1476927117302803>
- Zimmerman, K. (2021). Professional rugby may be associated with changes in brain structure. *The Drake Foundation, Rugby*.  
<https://www.drakefoundation.org/professional-rugby-may-be-associated-with-changes-in-brain-structure/>

## Liste des figures

Figure 1 - Garmin Forerunner 255 .....	13
Figure 2 - Logo Dartfish.....	14
Figure 3 - Brassière Catapult.....	16
Figure 4 - Boîtier Catapult .....	16
Figure 5 - Capteurs dans la balle .....	16
Figure 6 - Capteur Garmin .....	17
Figure 7 - Logo Strava .....	18
Figure 8 - Vélo d'intérieur avec Zwift .....	18
Figure 9 - Capteur Foot Catapult.....	19
Figure 10 - Strap en silicone .....	20
Figure 11 - Chaussure avec strap.....	20
Figure 12 – Boîtier Approach G80 .....	21
Figure 13 - Montre Approach S70.....	21
Figure 14 - Trackman .....	22
Figure 15 - Topgolf.....	22
Figure 16 - Capteur VERT .....	23
Figure 17 - Capteur Kinexon.....	24
Figure 18 - Capteur Helios .....	24
Figure 19 - Casque PolarCool .....	25
Figure 20 - Machine PolarCool .....	25
Figure 21 - PhyPlate.....	26
Figure 22 - PhyLift.....	27
Figure 23 - PhyNord.....	27
Figure 24 - Camera et capteurs Aquanex .....	29
Figure 25 - Système KiSwim .....	30
Figure 26 - Capteurs SwimBETTER .....	30
Figure 27 - Protège-dent Prevent Biometrics .....	32
Figure 28 - Casque Livall RS1 .....	34
Figure 29 - Pro Ski Simulator .....	34
Figure 30 - Résumé fourni par DeepStrike .....	35
Figure 31 - Capteur Hykso .....	36
Figure 32 - Casque Reebok Checklight.....	36
Figure 33 - Outil I-Percut .....	37
Figure 34 - Exemple d'analyse Dartfish au Tennis .....	38
Figure 35 - Selle CWD iJUMP .....	40
Figure 36 - Capteur Equisense .....	40
Figure 37 - Garmin Forerunner 945 .....	41
Figure 38 - Capteur Ceefit.....	41
Figure 39 - Capteur Catapult Volley.....	42
Figure 40 - Logo MyCoach.....	43
Figure 41 - Orthèse Ascend.....	45
Figure 42 - Genouillère Ted Orthopedics .....	45
Figure 43 - Genre des participants .....	48
Figure 44 - Age des participants.....	48
Figure 45 - Métier des participants .....	49

Figure 46 - Secteur de travail des participants .....	49
Figure 47 - Lieu des participants .....	50
Figure 48 - Fréquence de la pratique du sport.....	50
Figure 49 - Pratique en club .....	51
Figure 50 - Pratique en compétition .....	51
Figure 51 - Pratique avec appareil.....	51
Figure 52 - Raisons de la non-utilisation d'un appareil de suivi des performances .....	51
Figure 53 - Influences à l'utilisation .....	52
Figure 54 - Possession de l'appareil .....	53
Figure 55 - Produits reconditionnés .....	53
Figure 56 - Nombre de participants par sports .....	53
Figure 57 - Intérêt de l'appareil .....	54
Figure 58 - Obstacles à l'achat.....	54
Figure 59 - Appareils les plus demandés.....	55
Figure 60 - Complexité de l'appareil .....	55
Figure 61 - Montant abonnement .....	55
Figure 62 - Montant achat .....	55
Figure 63 - Répartition des sports en IDF .....	60
Figure 64 - Montants abonnements catégories.....	61
Figure 65 - Montant achat retraités .....	61
Figure 66 - Sports pratiqués par les utilisateurs Rarement VS Hebdomadairement .....	62
Figure 67 - Matrice de corrélation des données .....	65
Figure 68 - Schéma d'optimisation de l'offre .....	66
Figure 69 - Appareils préférés en athlétisme.....	67
Figure 70 - Parcours GPS de la course.....	81
Figure 71 - Statistiques des mouvements de la course .....	81
Figure 72 - Statistiques des performances de la course .....	82
Figure 73 - Fonctionnement d'un crampon Phyling .....	83
Figure 74 - Retour sur l'application du capteur .....	83
Figure 75 - Exemples d'utilisation du logiciel Dartfish en musculation .....	84
Figure 76 - Données PhyLift.....	85
Figure 77 - Données Aquanex sur une nage croul et papillon.....	85
Figure 78 - Vue du retour de l'IA DeepStrike.....	86
Figure 79 - Exemple d'utilisation du logiciel Dartfish en boxe.....	86
Figure 80 - Analyse du match .....	87
Figure 81 - Dashboard des statistiques.....	87
Figure 82 - Capteurs portables et leurs emplacements sur le corps humain .....	88


## Liste des tableaux

Tableau 1 - Influences à l'achat .....	52
Tableau 2 - Récapitulatif par sport .....	56
Tableau 3 - Profil type des répondants par sport .....	57
Tableau 4 - Analyse selon le genre .....	58
Tableau 5 - Analyse selon l'âge .....	59
Tableau 6 - Analyse selon le lieu de résidence .....	60
Tableau 7 - Analyse selon le statut .....	61
Tableau 8 - Récapitulatif selon la fréquence de pratique .....	62
Tableau 9 - Tableau récapitulatif de toutes les technologies .....	64
Tableau 10 - Appareils recommandés pour les sportifs amateurs .....	68

## Annexes

### Questionnaire utilisé pour le mémoire

Lien du questionnaire [ICI](#), images à lire de gauche à droite.



### Questionnaire sur les technologies d'analyse des performances sportives

Dans le cadre de mon mémoire de fin d'études, je réalise une analyse de l'intérêt chez les sportifs non-professionnels, de tous types de technologies d'analyse des performances.

Répondre à ces questions vous prendra au plus 5 min :)

Les réponses sont collectées de manière anonyme et confidentielle. L'enregistrement de vos réponses ne contient aucune information permettant de vous identifier.

Seules les personnes âgées de 15 ans et plus pourront répondre à ce questionnaire (cf [article 45 de la Loi Informatique & Libertés](#) modifiée par ordonnance du 12 décembre 2018).

Nous vous garantissons que la confidentialité des données sera préservée conformément à la loi de protection des données personnelles (cf [article 13 du Règlement général sur la protection des données](#) 2016/679/UE).

theojaudet@gmail.com [Changer de compte](#)

Non partagé

#### Questions sur votre activité sportive

Cette section consiste en plusieurs questions concernant votre pratique sportive.

À quelle fréquence pratiquez-vous une activité sportive ? \*

☐ Plutôt rarement  
☐ Occasionnellement  
☐ Régulièrement chaque mois  
☐ Régulièrement chaque semaine

Pratiquez-vous un sport en club sportif ? (salle de sport, club de football, cours de boxe, etc)

☐ Oui  
☐ Non

Pratiquez-vous un sport en compétition ? (tournois sportifs, marathon, championnats, etc) \*

☐ Oui  
☐ Non

Lors de la pratique de votre sport, utilisez-vous un appareil de suivi de vos performances ? (montre connectée, capteur sur soi, application mobile, etc) \*

☐ Oui  
☐ Non

Si oui quel(s) appareil(s) utilisez-vous ?

Votre réponse

Si non pour quelles raisons ?

☐ Pas utile à mon niveau de pratique du sport  
☐ Pas de connaissance sur l'existence d'un appareil utile pour mon sport  
☐ Connaissance d'un appareil utile mais trop cher  
☐ Mon club sportif ne possède pas ce type d'appareil  
☐ Je trouve difficile de choisir un appareil parmi beaucoup de choix disponibles  
☐ Autre : \_\_\_\_\_

Qui serait votre principale influence à l'utilisation d'un appareil de suivi des performances ? \*

☐ Des amis l'utilisent  
☐ Des sportifs professionnels que j'apprécie l'utilisent  
☐ Des fédérations sportives professionnelles / clubs sportifs l'utilisent  
☐ Mon entraîneur m'en a conseillé un  
☐ Mon médecin m'en a conseillé un  
☐ Autre : \_\_\_\_\_

Préférez-vous avoir votre propre appareil, ou bien utiliser un appareil présent directement à l'endroit où vous pratiquez votre sport ? \*

☐ Mon propre appareil  
☐ Un appareil présent sur place

Est-ce que l'achat d'un appareil reconditionné / d'occasion, et donc moins cher, vous intéresserait ? \*

☐ Oui, s'il fonctionne c'est le principal  
☐ Peut-être, cela dépend de l'état du produit  
☐ Non, je préfère un produit neuf

Quel est votre sport principal dans la liste ci-dessous ? \*

☐ Athlétisme (course à pieds, saut de haies)
☐ Basketball
☐ Cyclisme
☐ Football
☐ Golf
☐ Handball
☐ Hockey (sur glace ou gazon)
☐ Musculation
☐ Natation
☐ Rugby
☐ Sports d'hiver
☐ Sports de combat
☐ Sports de raquettes (tennis, tennis de table)
☐ Sports équestres
☐ Volleyball

**Outils d'analyse de performances en Athlétisme**

Il existe plusieurs technologies d'analyse des performances associées à ce sport qui vous seront présentées ci-dessous.

Seriez-vous plutôt intéressés par un outil très approfondi mais complexe à prendre en main, ou par un outil plus simple d'utilisation mais avec moins de données disponibles ? \*

☐ Complet mais complexe
☐ Simplifié mais compréhensible

Si l'on ne prend pas en compte les coûts de l'appareil, lesquels pourraient vous être utiles ? N'hésitez pas à rajouter une ou plusieurs technologies \*

☐ Analyse vidéo extrêmement poussée du mouvement (de type Dartfish)
☐ Application mobile (de type Strava)
☐ Baskets équipées de capteurs (de type HOVR Phantom)
☐ Montre connectée (de type Garmin)
☐ Starting-block connectés (de type Smart Blocks)
☐ Autre : \_\_\_\_\_

Quelles seraient les raisons de vous en procurer un ? \*

☐ Pouvoir suivre mes performances
☐ Pouvoir améliorer mes performances
☐ Pouvoir comparer mes performances avec celles d'autres sportifs (mes amis et des pro)
☐ Pouvoir pratiquer mon sport en réduisant les blessures
☐ Être en possession d'une innovation technologique utilisée par les plus grands sportifs
☐ Me motiver à pratiquer plus régulièrement mon sport
☐ Sur conseils de mon médecin pour une rééducation ou suivi médical
☐ Autre : \_\_\_\_\_

Quels seraient les obstacles à vous en procurer un ? \*

(1 n'étant pas un problème, 5 étant un gros problème)

	1	2	3	4	5
Prix trop élevé	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Peur de l'inconfort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Peur qu'il soit inutile	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Peur qu'il soit mal utilisé	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Peur d'acheter un produit de mauvaise qualité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visuel esthétique désagréable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quel serait le montant maximum que vous pourriez dépenser pour vous procurer un de ces appareils ? \*

Sélectionner

0-24 euros
25-49 euros
50-99 euros
100-299 euros
300 euros et plus

Quel serait le montant maximum que vous pourriez dépenser mensuellement comme abonnement pour utiliser un de ces appareils ? \*

Sélectionner

0-4,99 euros
5-9,99 euros
10-14,99 euros
15-19,99 euros
20 euros et plus

Seriez-vous plus intéressé par l'achat d'un appareil, ou par sa location ? \*

☐ Achat
☐ Location

Questions socio-démographiques

Cette dernière section consiste en plusieurs questions concernant votre profil.

Quel est votre genre ? \*

☐ Femme  
☐ Homme  
☐ Je ne souhaite pas le préciser

Quelle est votre tranche d'âge ? \*

Sélectionner

15-17 ans  
18-24 ans  
25-34 ans  
35-44 ans  
45-55 ans  
55 ans et plus

Quelle est votre catégorie socio-professionnelle ? \*

☐ Agriculteur  
☐ Artisan / Commerçant  
☐ Cadre ou profession intellectuelle supérieure  
☐ Chef d'entreprise  
☐ Demandeur d'emploi  
☐ Enseignant  
☐ Employé  
☐ Etudiant  
☐ Militaire  
☐ Ouvrier  
☐ Profession intérimaire  
☐ Retraité  
☐ Autre : \_\_\_\_\_

Quel est votre secteur d'activité ? \*

☐ Agroalimentaire  
☐ Art  
☐ Banques / Assurances  
☐ Bâtiment  
☐ Chimie  
☐ Commerce / Distribution  
☐ Communication / Marketing  
☐ Défense et Sécurité  
☐ Droit  
☐ Education  
☐ Energie  
☐ Informatique / Télécom  
☐ Industrie  
☐ Physique / Mécanique  
☐ Ressources Humaines  
☐ Santé / Social  
☐ Transport  
☐ Autre : \_\_\_\_\_

Quelle est votre principale région de résidence ? \*

☐ Auvergne Rhône-Alpes  
☐ Bourgogne Franche-Comté  
☐ Bretagne  
☐ Centre-Val de Loire  
☐ Corse  
☐ Grand-Est  
☐ Hauts-de-France  
☐ Île-de-France  
☐ Normandie  
☐ Nouvelle-Aquitaine  
☐ Occitanie  
☐ Pays de la Loire  
☐ Provence-Alpes Côte d'Azur  
☐ DOM-TOM  
☐ Autre : \_\_\_\_\_

**Merci d'avoir participé à ce questionnaire !**

Merci d'avoir passé quelques minutes à répondre à ce questionnaire, vos réponses me seront très utiles.

N'hésitez pas à partager ce questionnaire à votre entourage.

En cas de remarques ou de questions, vous pouvez me contacter par mail à l'adresse suivante : theojaduet@live.fr

Retour

Envoyer

Effacer le formulaire



## Statistiques de la course



Figure 70 - Parcours GPS de la course

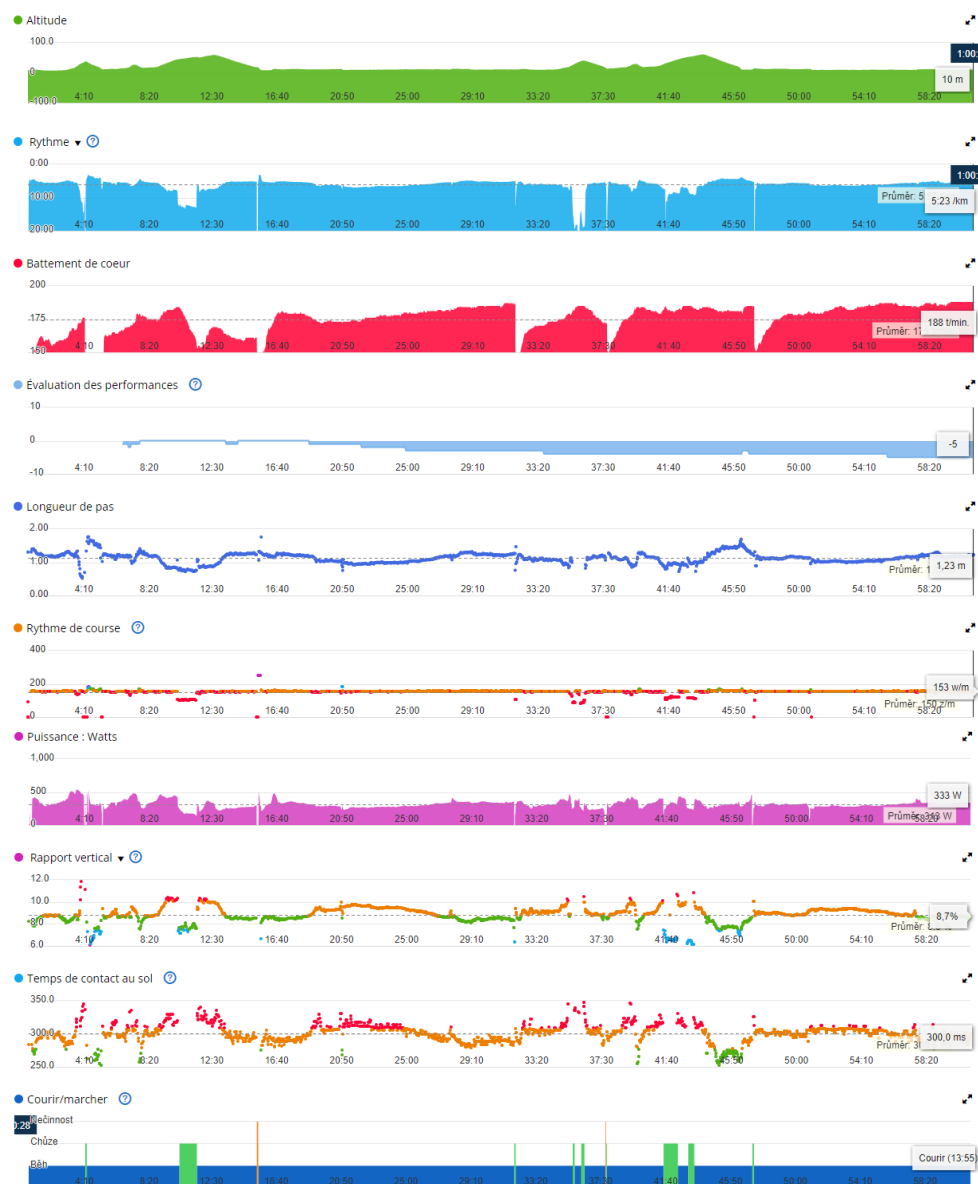


Figure 71 - Statistiques des mouvements de la course

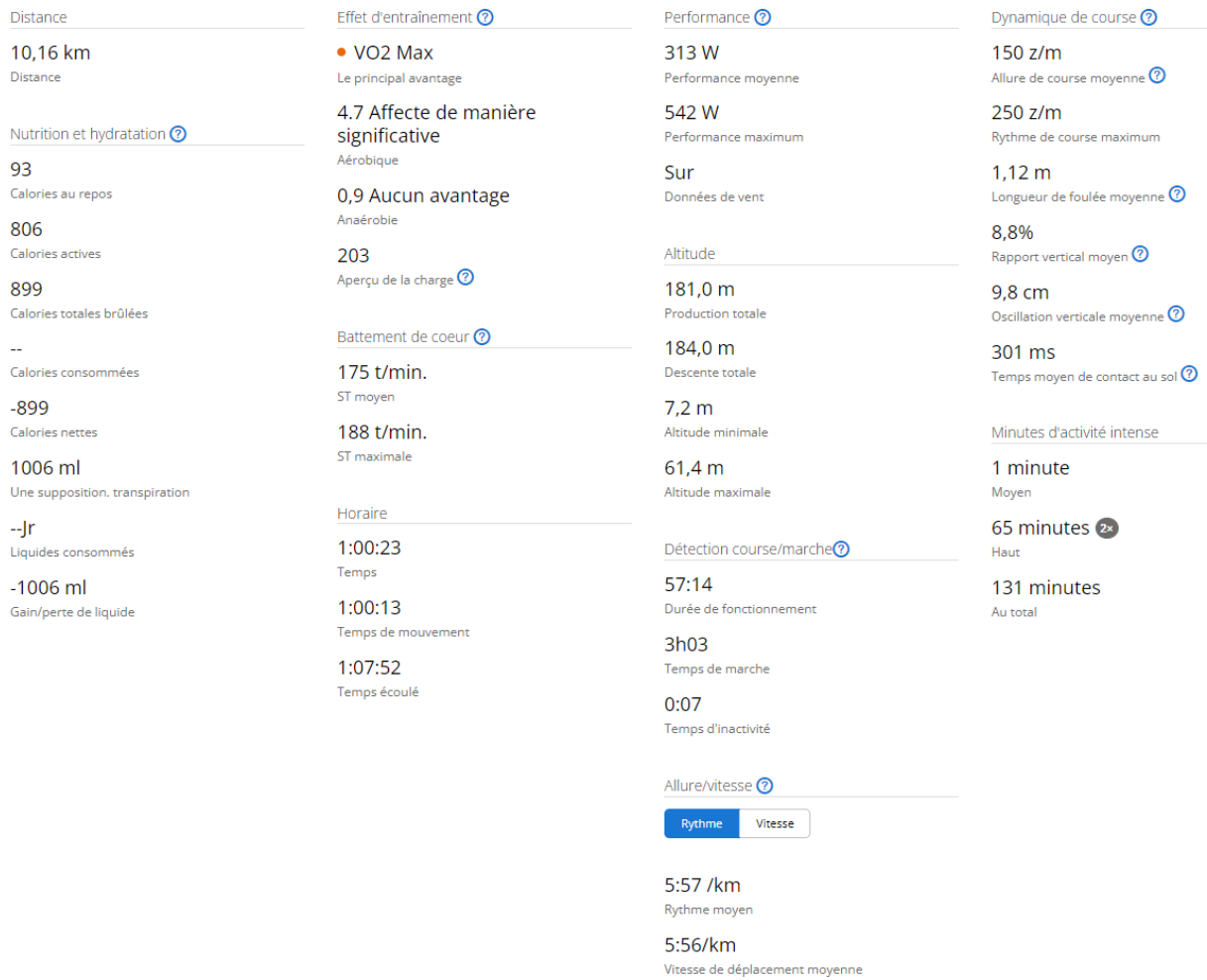


Figure 72 - Statistiques des performances de la course

## Crampons Phyling

Ces chaussures de foot équipées avec des crampons à capteurs permettent de mesurer la force exercée par le sol sur la jambe. Le but est de prévenir les blessures, en ayant une indication de la fatigue du joueur lors des entraînements.

### L'expérience

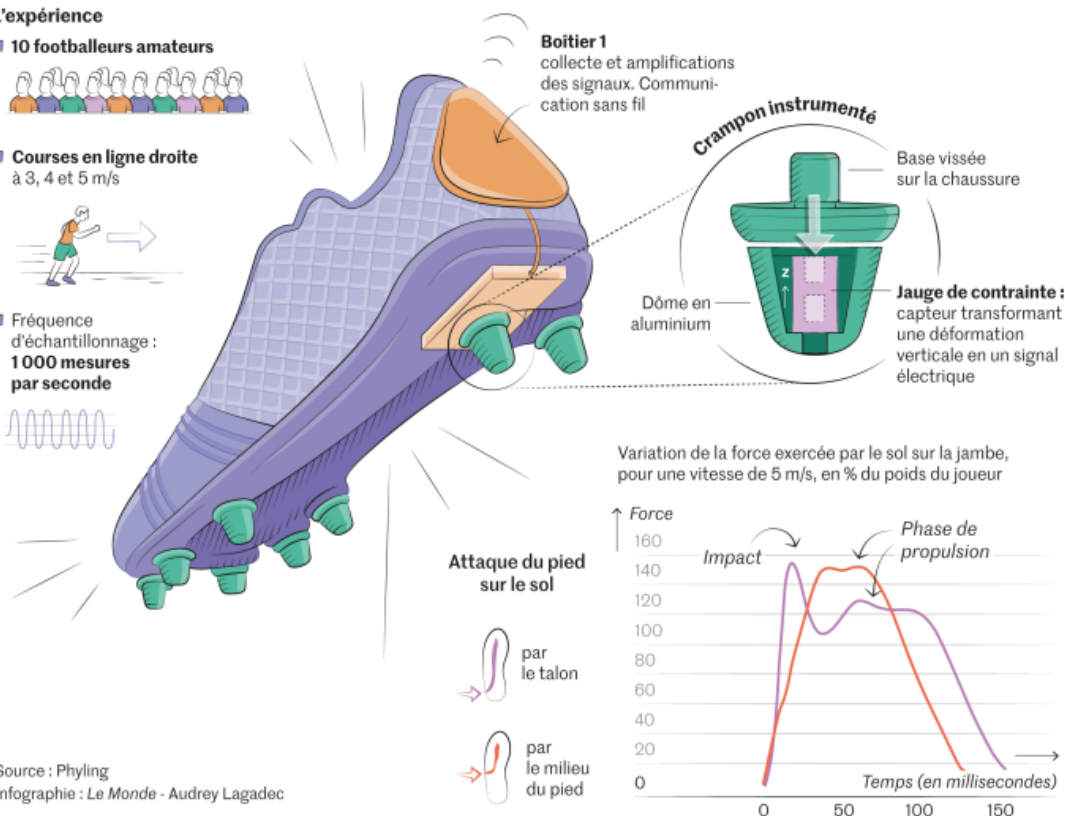
#### 10 footballeurs amateurs



#### Courses en ligne droite à 3, 4 et 5 m/s



#### Fréquence d'échantillonnage : 1000 mesures par seconde



Source : Phyling  
Infographie : Le Monde - Audrey Lagadec

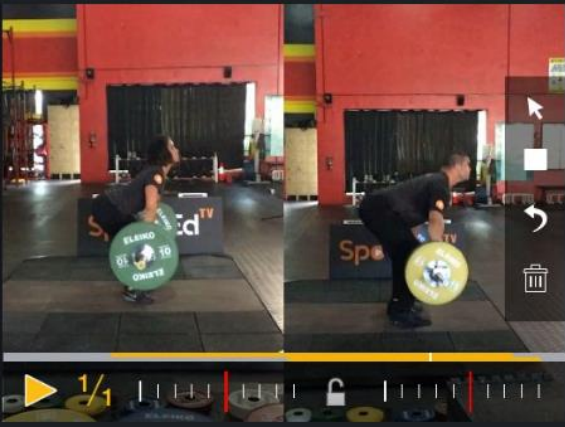
Figure 73 - Fonctionnement d'un crampon Phyling

## Camera Approach R10




Figure 74 - Retour sur l'application du capteur

## Caméra Dartfish en Musculation




**Comparaison en écran partagé**

Analysez la même performance sous différents angles ou comparez simultanément la performance de deux athlètes



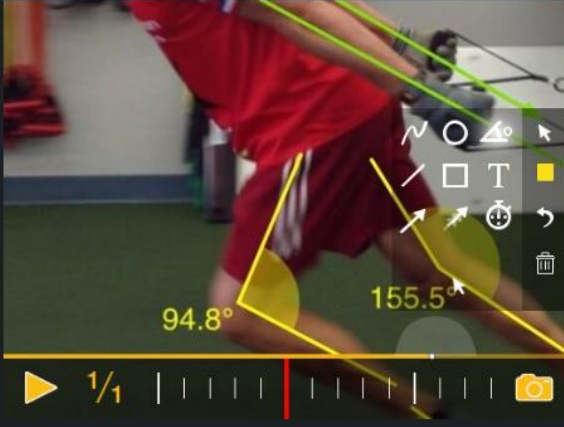
**Lecture vidéo au ralenti**

Identifiez plus facilement les problèmes biomécaniques et évitez les blessures grâce à la lecture vidéo au ralenti.



**Dessins**

Transmettez des idées ou des messages de manière claire, simple et descriptive.



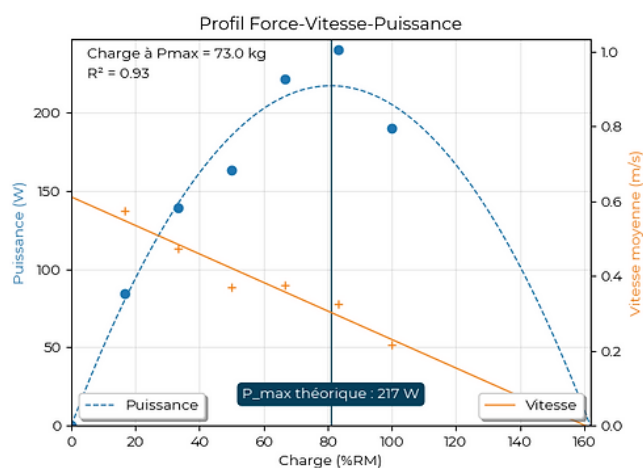
**Mesures**

Mesurez l'amplitude, la vitesse et la distance du mouvement des vos athlètes.

Figure 75 - Exemples d'utilisation du logiciel Dartfish en musculation



## Données PhyLift



## Fonctionnalités

Obtenez votre profil Force-Vitesse-Puissance de manière automatique en effectuant plusieurs répétitions à des charges différentes.

Déterminez ensuite le pourcentage de vitesse (par rapport à votre puissance maximale) à laquelle vous souhaitez travailler et monitorer votre séance.

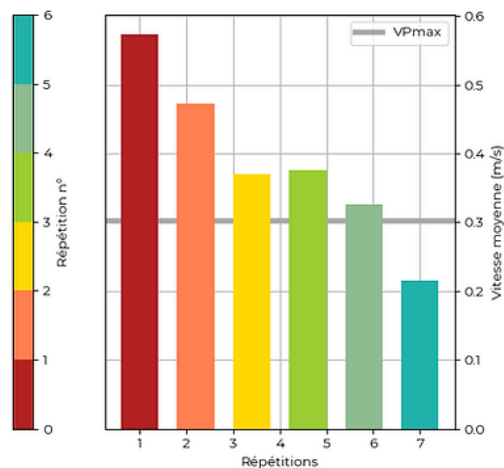
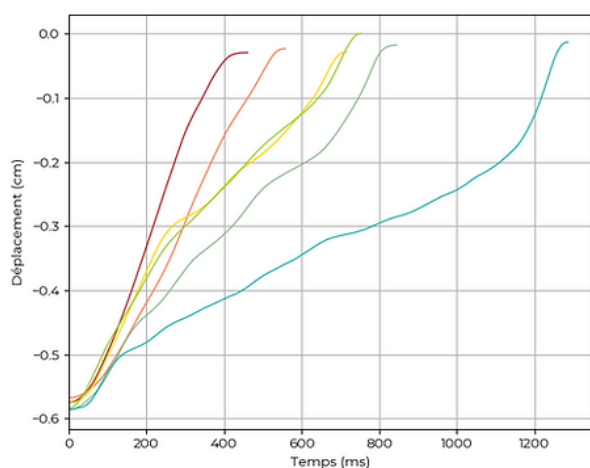


Figure 76 - Données PhyLift

## Résultats Aquanex

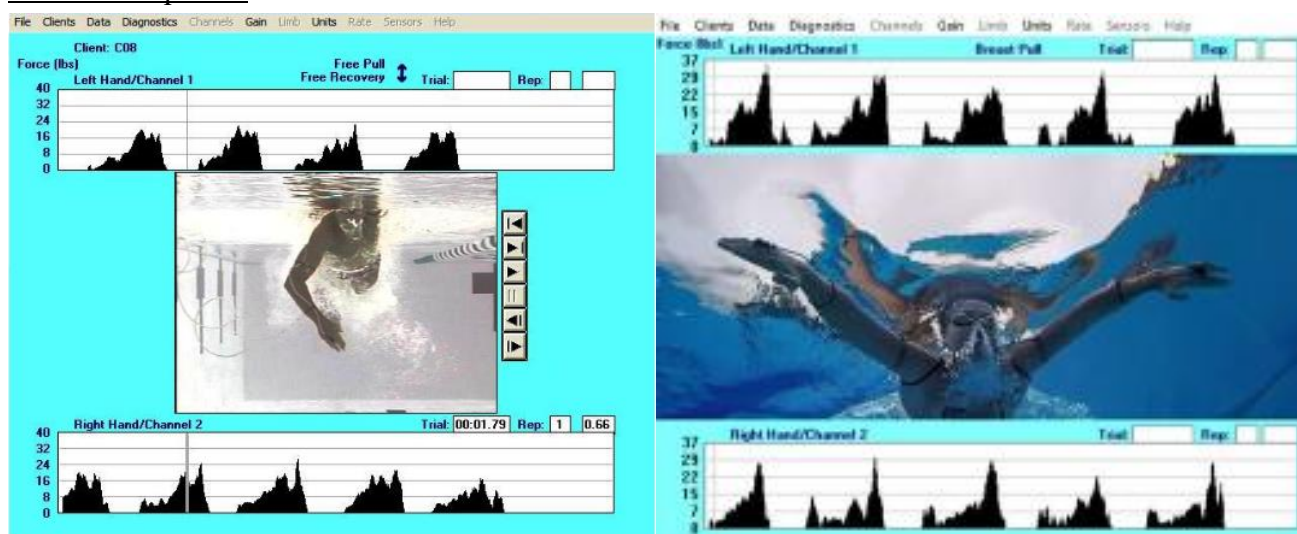


Figure 77 - Données Aquanex sur une nage crawl et papillon

## Résultats de Jabbr.ai

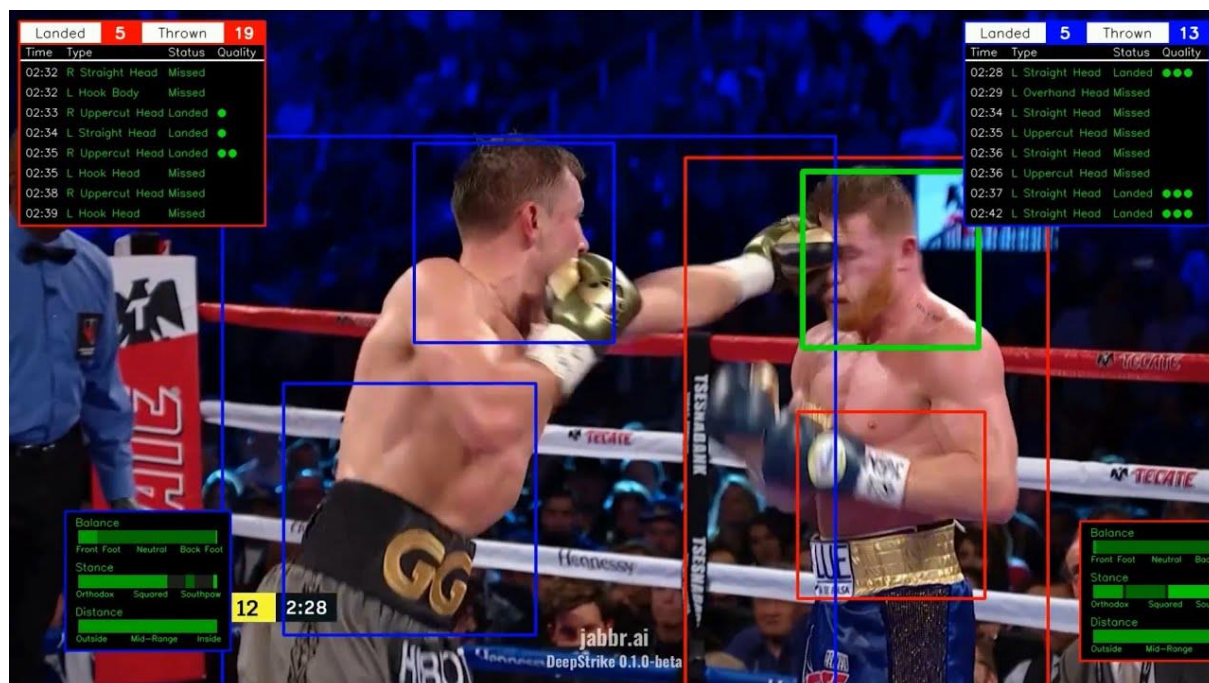


Figure 78 - Vue du retour de l'IA DeepStrike

## Caméra Dartfish en Boxe

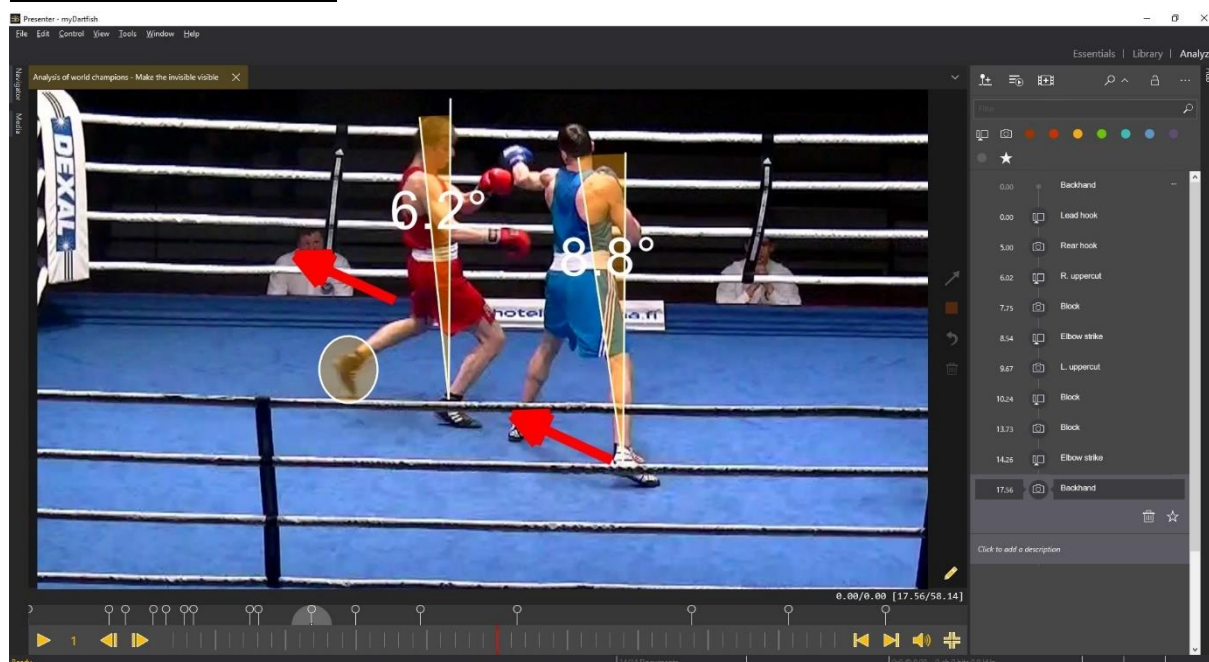


Figure 79 - Exemple d'utilisation du logiciel Dartfish en boxe

## Statistiques Dartfish en Tennis

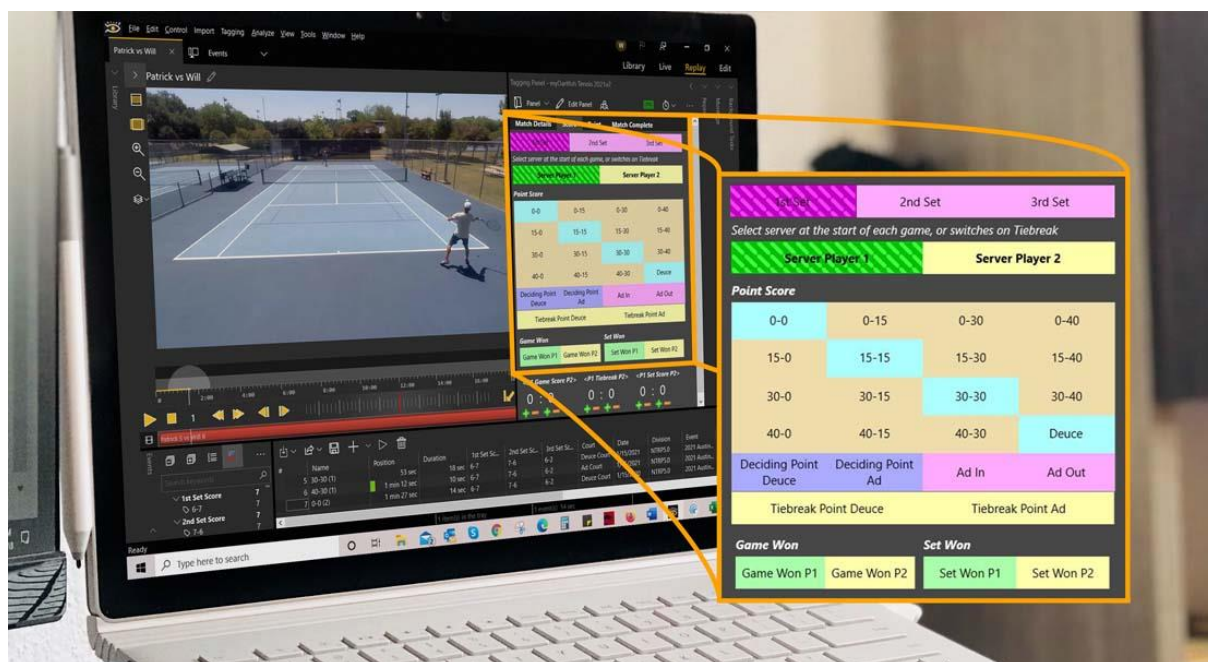


Figure 80 - Analyse du match

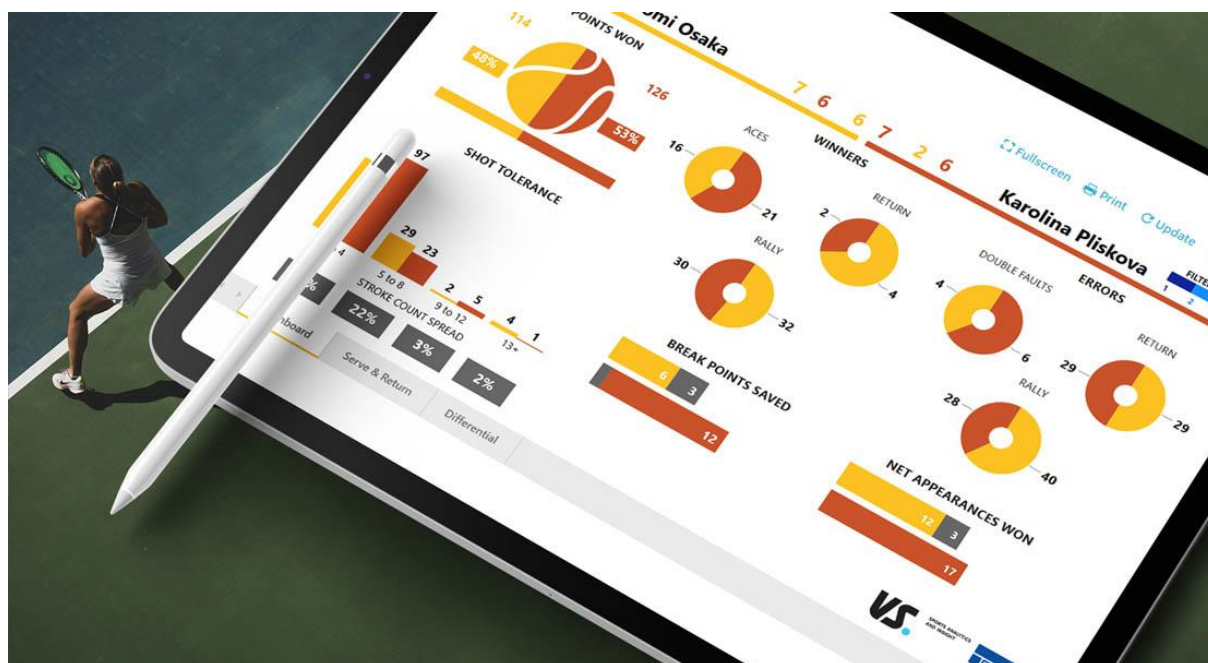


Figure 81 - Dashboard des statistiques



## Capteurs portables et fonctionnalités

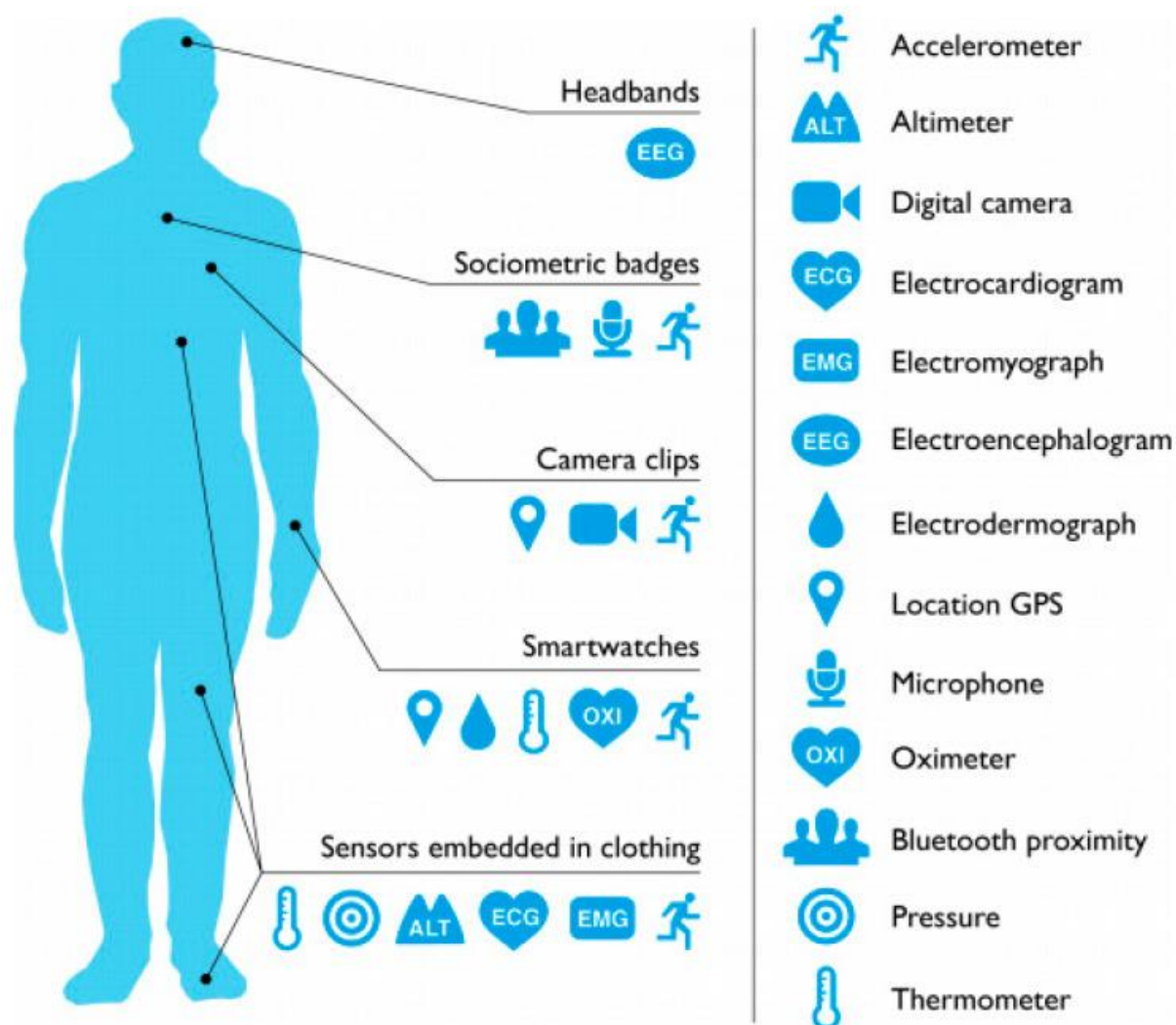


Figure 82 - Capteurs portables et leurs emplacements sur le corps humain