



Révision de la technologie d'analyse des joueurs approuvée par l'ITF (PAT)

Antonio Vaquer Castillo

Analyse de la performance et biomécanique dans le sport", Faculté des sciences du sport, Université de Murcie.

RÉSUMÉ

Dans cet article, une revue instrumentale est effectuée d'un point de vue technique/tactique des dispositifs et appareils de mesure appliqués au tennis. Plus spécifiquement, une revue du panorama actuel de la "Player Analysis Technology" (PAT) ou Technologie d'Analyse du Joueur approuvée par l'ITF (Fédération Internationale de Tennis) est proposée. La raison en est l'importance et l'application croissantes qu'elles acquièrent depuis l'approbation de la règle 31 par l'ITF qui autorise l'utilisation de ces PAT dans les tournois.

Mots-clés : Technologie d'Analyse du Joueur, Fédération internationale de tennis, nouvelles technologies, formation.

Reçu : 8 Janvier 2023

Accepté : 23 Février 2023

Correspondance : Antonio Vaquer.
Email: vaquercastillo@gmail.com

INTRODUCTION

Le tennis est un sport aux caractéristiques de jeu et aux exigences physiques spécifiques. Comme indiqué par Sanz Rivas et al. (Sanz Rivas et al., 2009) " le match de tennis est caractérisé par un exercice intermittent, alternant des séries courtes (4-10 secondes) d'exercices de haute intensité et des séries courtes (10-20 secondes) de récupération, interrompues par plusieurs périodes de repos de plus longue durée (60-90 secondes)". C'est pourquoi, dans le processus d'enseignement-apprentissage du tennis, il est très important de savoir quantifier et travailler les charges au niveau technico-tactique, physique et mental. Pour cette raison, il y a eu une utilisation croissante de nouveaux outils d'analyse et leur application dans le processus de développement du jeu, qui fournit des preuves du niveau technique en temps réel, permet la comparaison entre les différentes sessions d'entraînement ou les matchs et les données recueillies peuvent être partagées et communiquées sur différentes plateformes (Quinlan, 2013).

En 2006, le Hawk-Eye a été officiellement présenté lors du tournoi ATP Open de Miami, NASDAQ-100, ce qui a créé un précédent technologique révolutionnaire au sein du sport qui a servi de précurseur à de nombreuses autres innovations technologiques (Gellard et al., 2018) et qui s'est avéré être un outil très utile à la fois pour les arbitres de chaise dans leur travail et pour le personnel d'encadrement du joueur comme moyen d'évaluer la performance du joueur (Baodong, 2014 ; Gellard et al., 2018).

En conséquence de la mise en œuvre du Hawk-Eye, l'ITF a intégré en 2014 la règle 31 dans son règlement qui autorise les joueurs à porter des équipements " intelligents " lors des tournois. Les dispositifs placés autour du court pour suivre le joueur sont également autorisés. Seuls les dispositifs PAT approuvés par l'ITF sont autorisés pendant les compétitions (Tennis Industry, 2014 ; ITF, 2019). Cette règle 31 est complétée par l'annexe III des règles de l'ITF qui définit la " Technologie d'analyse du joueur " comme tout équipement qui peut remplir les fonctions d'enregistrement, de stockage, de transmission, d'analyse et de communication avec le joueur

pendant un match. Ces informations doivent être accessibles au joueur conformément à la règle 30 (entraînement) et à l'annexe II (la raquette).

Cette technologie d'analyse des joueurs a la capacité de mesurer et de comparer une grande variété de variables liées au temps et à la performance, divisées en trois groupes en relation avec :

- Joueur. Les variables primaires sont la position et l'accélération, la longueur et la fréquence des foulées, la fréquence cardiaque et la fréquence de transpiration. Les variables secondaires font référence à la distance totale et moyenne parcourue ; au rythme de travail ; et au taux de sueur. (Reilly, 2005 ; Ugarte, 2014) et la consommation d'énergie. Comme variables tertiaires, un exemple serait la fatigue.
- Frappe. Les variables primaires sont la position et l'orientation de la raquette. Les variables secondaires sont le point d'impact de la raquette avec la balle, le type de coup (service, volée, coup droit, revers), le type d'effet (slice, topspin) et la puissance (de la raquette).
- Balle. La variable primaire est la position. Les variables secondaires comprennent la trajectoire, la vitesse et le résultat (entrée ou sortie). Les variables tertiaires sont le résultat, la durée du match et la simulation du match.

Ces technologies ont été présentées par un total de 19 entreprises de 14 pays différents, dont l'Autriche, la République tchèque, la Finlande, la France, l'Allemagne, la Pologne, la Slovénie, l'Espagne, la Suisse et la Grande-Bretagne en Europe ; Hong Kong, Israël et le Japon en Asie ; et les États-Unis en Amérique. La Finlande, la France et le Royaume-Uni abritent deux développeurs et seuls les États-Unis comptent trois entreprises sur cette liste.

Cet article présente les différents PAT approuvés à ce jour par l'ITF, regroupés par catégorie. En outre, certaines de leurs caractéristiques, telles que les variables que ces appareils sont capables d'analyser, seront discutées plus en détail.

MÉTHODOLOGIE

Pour l'examen procédural de ces dispositifs, la liste des PAT a été approfondie en janvier 2022 avec un total de 28 produits. Dans le document "Analyse des acteurs Aperçu technologique" (ITF, 2019) établit trois catégories distinctes :

- **Équipement intégré.** Équipement qui peut être porté ou utilisé sur le court par les joueurs. Cela comprend les vêtements, les articles à porter, les équipements spécifiques au tennis (par exemple les raquettes) et les équipements non spécifiques au tennis (par exemple les moniteurs de fréquence cardiaque, les moniteurs d'activité).
- **Équipement à distance.** Tout dispositif qui n'est pas porté ou utilisé par le joueur (par exemple, les systèmes de suivi du joueur par caméra).
- **Équipement auxiliaire.** Équipement qui n'enregistre pas les informations sur la performance du joueur mais qui peut remplir n'importe quelle autre fonction du PAT, comme les tablettes, les téléphones mobiles et les logiciels qui fonctionnent sur ces appareils.

Sans tenir compte des équipements auxiliaires qui peuvent être nécessaires pour chacune de ces technologies approuvées, nous constatons qu'il y en a 19 dans le premier groupe et 9 dans le second. Un regroupement distinct sera effectué sur la base du type de technologie du dispositif.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 donne une première classification de ces appareils selon le type d'équipement. Sur un total de 28, 19 se distinguent comme des équipements intégrés et 9 comme des équipements à distance.

Tableau 1

Regroupement des équipes PAT approuvées par l'ITF en fonction du type d'équipement.

ÉQUIPE INTÉGRÉE	ÉQUIPEMENT DISTANT
Armbep	Bigbow Camera System
Artengo Personal Coach	Billie Jean King Cup match insights App
Babolat Play Aeropro Drive	eyes3 For Tennis Pro
Babolat Play Pure Aero	Flightscope Player Tracking
Babolat Play Pure Drive	Foxtenn Diamond Player Pro-Performance Court
Babolat Play Pure Drive V2	Hawk-Eye
Babolat Play Pure Drive Lite	Playsight Smart Court
Babolat Pop	Wingfield
Bigbow Basic Sensor	Zennis
Bigbow Champion Sensor	
Catapult Optimeye S5	
Catapult Vector	
Firstbeat	
Head Tennis Sensor	
Kitris Kit	
Kitris Kit Bia	
Sony Smart Tennis Sensor	
Whoop	
Zepp Tennis	

Une deuxième distinction sera faite sur la base du type de solution. Ainsi, une distinction sera faite entre les capteurs de raquette (intégrés dans la raquette en standard, intégrés dans la raquette, dans la manchette, dans les cordes, au poignet) ; les capteurs portables autres que les capteurs de poignet ; les systèmes d'arbitrage, les systèmes de suivi, les applications statistiques et les applications d'analyse de jeu ; les systèmes de " courts intelligents " ; les traqueurs de score soit sur un bracelet, un dispositif auxiliaire ou un matériel spécifique sur le court et les smartwatches sportives ou bracelets compatibles. Sur la base de cette distinction, les différents dispositifs seront présentés en groupes.

Parmi les différents capteurs de raquettes, on trouve le Personal Coach (2014) d'Artengo (Figure 1), développé en France, qui se compose de deux dispositifs disponibles séparément, dont le premier est un capteur de poids de 24 grammes, ajustable à tous les types de raquettes (ITF, 2019). Les informations peuvent être consultées après l'entraînement sur un ordinateur ou en temps réel sur le second des deux dispositifs, une montre qui, en plus des fonctions tennis en mode entraînement ou match, peut être utilisée comme cardiofréquencemètre pour mesurer également la fréquence cardiaque (ITF, 2019) (Diario, 2013 ; Europa Press, 2013 ; Tennis-Technology, 2020a). Il est toutefois significatif qu'il ne soit actuellement pas disponible dans les magasins Décathlon, ni dans le catalogue Artengo.



Figure 1. Artengo Personal Coach (2014).

Sony (Japon), quant à lui, met sur le marché un autre capteur intelligent, son Sony Smart Tennis Sensor (2014) (figure 2), pour raquettes, qui peut être fixé à l'extrémité du manche des raquettes Wilson, Yonex, Prince et Head (Sacristán, 2015 ; Tennis-Technology, 2020c ; Vts-tennis, n. d.).



Figure 2. Capteur de tennis intelligent de Sony (2014).

De son côté, Babolat, en collaboration avec son partenaire de développement PIQ Sport Intelligence. (Businesswire, 2016) commercialise la première raquette intelligente, la Babolat Play Pure Drive (2014) (Figure 3), qui est livrée en standard avec un dispositif intelligent intégré (Dominik, 2020 ; Tennis-Technology, 2020b). Babolat a élargi son portefeuille de raquettes intelligentes en 2016 avec la nouvelle version de son précédent modèle, la Babolat Play Pure Drive V2, ainsi que les nouvelles Babolat Play Aeropro Drive, Babolat Play Pure Aero et Babolat Play Pure Drive Lite. A noter que d'après le site de l'ITF (ITF, 2019) vous pouvez télécharger les différents certificats d'homologation mais pas les rapports, vous ne pouvez télécharger que le rapport du premier modèle.



Figure 3. Babolat Play Pure Drive (2014).

ZEPP Labs, USA, développe le troisième capteur intelligent approuvé par l'ITF (2015), ajustable au bout du manche de la raquette comme le Sony Smart Tennis Sensor, le ZEPP Tennis. (Tennis-Technology, 2020d) (Figure 4). Aujourd'hui, cependant, ZEPP a cessé de commercialiser ce capteur et ne propose que son upgrade, qui ne figure pas sur la liste ITF (Europa Press, 2017 ; GizTab, 2017 ; ZEPP Labs, n. d.-b). Ajoutez de manière informative que cette entreprise offre d'autres possibilités dans cette ligne d'équipements sportifs intelligents pour d'autres sports tels que le golf, le tennis ou le football qui pourraient être parfaitement adaptés à la pratique du tennis (ZEPP Labs, n.d.-a).



Figure 4. ZEPP Tennis (Tennis-Technology, 2020d).

La société tchèque Proavis S.R.O. a présenté en 2016 deux dispositifs intelligents principalement destinés à être fixés à l'extrémité du manche de la raquette, mais également adaptables à d'autres types d'équipements sportifs : le Bigbow Basic Sensor et le Bigbow Champion Sensor (figure 5). La principale différence entre les deux réside dans la connectivité pour la transmission des données.

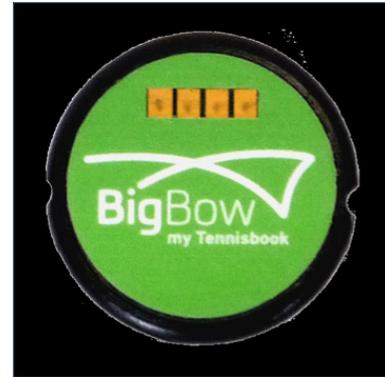


Figure 5. Bigbow Basic Sensor.

Un seul nouveau dispositif est approuvé en 2018, le capteur de tennis Head (figure 6) de l'autrichien Head développé par Zepp. (Les meilleurs tennis capteurs de (mis à jour en 2022 !), 2020 ; tennis Capteur de , s. d. ; Top 5 des meilleurs tennis capteurs de 2020 - suivre et analyser, 2020).



Figure 6. Head Tennis Sensor.

Parmi les dispositifs portables, le premier à être approuvé est le Kitris Kit (Figure 7) de Kitris AG, Suisse, qui est un dispositif de poignet servant de tableau d'affichage, d'enregistrement audio des points gagnés et perdus, et d'enregistreur vocal pour prendre des notes en milieu de partie. (KITRIS, n. d.). Afin de s'assurer que ce dispositif ne viole pas la règle 30 de l'ITF, qui interdit le coaching sur le court, les enregistrements et les notes sur le court ne sont pas accessibles (Tennishead, n. d.).



Figure 7. Kitris Kit.

En 2015, Kitris AG a introduit une mise à niveau de son appareil, le Kitris Kit Bia (figure 8). Actuellement, seule cette mise à niveau est commercialisée sur leur site internet sous le nom de Kitris Kit (KITRIS AG, n. d.-a). D'après ce qu'ils annoncent, il semble que Kitris ait recentré son offre du tennis vers le sport en général en proposant un système " plug & play " facile à installer, offrant un produit similaire à Playsight Smart Court (KITRIS AG, n. d.-b).



Figure 8. Kitris Kit Bia.

De son côté, Babolat présente un capteur de poignet intelligent, le Babolat Pop (2015) (Figure 9), qui peut être porté soit sous un bracelet normal, soit gainé à l'intérieur d'un bracelet accessoire qui l'accompagne (Private Sport Shop, s. d. ; VTS Tennis, s. d.).



Figure 9. Babolat Pop.

Armbeep de la société slovène Biometrik DOO (ITF, 2019 ; Tennis analytic system , 2020) a été approuvé (Figure 10).



Figure 10. Armbeep

Dans cette même année, deux nouveaux appareils arrivent de la main de Catapult PTY. Ltd. (Figure 11). Catapult présente ses capteurs Catapult Optimeye S5 (Fernández-García & Torres-Luque, 2018) et Catapult Vector, qui vont à l'intérieur d'un plastron porté par l'athlète. Les données sont capturées par un récepteur et peuvent être visualisées via le logiciel Catapult OpenField sur un appareil auxiliaire dans les deux cas ou également via une smartwatch ou un smartphone avec l'application Catapult Vector dans le cas du Catapult Vector. La société Catapult ne se limite pas au marché du tennis et propose plusieurs autres produits facilement applicables au sport de raquette qui ne sont pas référencés par l'ITF (Catapult , s.d. ; Catapult Support , s.d.)



Figure 11. Catapult PTY. Ltd.

En 2020, le finlandais Firstbeat Technologies OY dévoile son appareil Firstbeat (Figure 12). Contrairement aux capteurs Catapult, celui-ci est intégré à une ceinture pectorale (ITF, 2019 ; You have it in you , n.d.) . L'accès aux données peut se faire à travers deux applications de manière différente. L'application Live permet aux entraîneurs de visualiser et d'obtenir des données de plusieurs joueurs simultanément (Introducing Firstbeat Sports Sensor and Live app , s.d.) . L'application Sports (Firstbeat Sports Standard + Sensor , s.d.) permet aux joueurs de se connecter individuellement à un compte personnel et d'accéder à leurs propres informations d'entraînement (ITF, 2019).



Figure 12. Firstbeat.

Toujours en 2020, l'American Whoop Inc. certifie Whoop 3.0 (Figure 12) (ITF, 2019). Actuellement, la société commercialise la version 4.0, qui n'est pas inscrite sur la liste (WHOOP, s. f.).



Figure 13. Whoop 3.0.

Au sein des systèmes d'arbitrage, en 2013, le Hawk-Eye (40) (Figure 15) (Grande-Bretagne) a été approuvé, consistant en un système de plusieurs caméras vidéo (8-10), ordinateur personnel, radio bidirectionnelle avec panneau d'interphone, écran dans le stade et appareil auxiliaire (smartphone) (ITF, 2019).



Figure 14. Hawk-Eye (40).

Il est venu de la main de Foxtenn Begreen S.L. en 2017 la première et jusqu'à présent la seule technologie intelligente espagnole appliquée au tennis avec son système Foxtenn Diamond Player Pro-Performance Court (Figure 16) qui utilise plusieurs caméras à haute vitesse et des scanners laser à haute fréquence placés autour du court connectés à un serveur pour capturer les trajectoires des joueurs et des balles (Foxtenn Diamond System, s.d.; ITF, 2019). Le système peut éventuellement être connecté à une sortie audio et les données peuvent être affichées via des dispositifs auxiliaires. Par rapport à Hawk-Eye, il permet de visualiser en direct le point et l'impact de la balle avec le sol avec une précision millimétrique au lieu de travailler avec des triangulations à l'aide de caméras (Rigueira, 2017; Serras, 2017). Deux types de solutions pour le système Foxtenn sont différenciés sur son site internet Diamond aujourd'hui, un axé sur les tournois et les joueurs professionnels et un autre pour les académies et les joueurs en formation (Foxtenn Diamond System, s. f.).



Figure 15. Foxtenn.

Le FlightScope Player Tracking (Figure 17) du FlightScope SP ZOO polonais, 2017 également, est devenu le troisième système d'arbitrage de ligne électronique qui répond aux critères établis par le comité (A propos de FlightScope Tennis, n.d.; Ramos, 2020). Le logiciel reconstitue les positions des joueurs en trois dimensions à partir des images des multiples caméras; Les données de position des joueurs sont utilisées pour générer des informations sur l'entraînement, notamment la distance parcourue, la vitesse des joueurs et la couverture du court, qui peuvent être transmises à l'écran du stade, à la télévision ou à d'autres appareils via Internet (ITF, 2019). Il convient de mentionner tout d'abord que cette société utilise également sa technologie dans d'autres sports; et deuxièmement, que le lien qui apparaît dans la liste ne fonctionne pas et qu'il semble qu'ils mettent en œuvre une nouvelle solution avec cette technologie pour l'année 2022 en cours (FlightScope tennis, 2022).



Figure 16. FlightScope Player Tracking.

Dans les solutions "courts intelligents", nous trouvons le Playsight Smart Court (PlaySight, s.d.) (Figure 18) développé par Playsight Interactive LTD en Israël (2014), système de surveillance de piste entièrement automatisé offrant un arbitrage des prise de ligne, une diffusion en direct, des rediffusions vidéo multi-angles avec capacité vidéo, des analyses de jeu détaillées et des statistiques fournies sur un écran interactif. unité d'affichage au bas du court (Gellard et al., 2018) qui transforme le court en quelque chose que l'on pourrait appeler un « court intelligent ».



Figure 17. Playsight Smart Court.

Wingfield de la société allemande Wingfield a été approuvé GmbH qui est une autre solution intégrée qui transforme le court de tennis en un « court intelligent » (ITF, 2019 ; Making tennis smart , n.d.) . Ce système est composé de deux caméras de part et d'autre du filet et une autre à une extrémité du court reliée à un kiosque au bas du court, à côté du filet. Le logiciel reconstitue les positions des joueurs et les trajectoires des balles en trois dimensions à partir des images qui leur parviennent. Les informations utiles pour l'entraînement ne sont pas affichées dans la boîte, mais dans l'application Wingfield via un appareil auxiliaire.



Figure 18. Making tennis Smart.

En tant que systèmes de suivi, en 2016, le Bigbow Camera System (Figure 20) a été présenté, un système composé de plusieurs caméras intelligentes connectées à un serveur qui utilise le logiciel BigBow Manager qui présente la position de la balle et des joueurs en trois dimensions, vitesse de balle et identification des impacts de balle (raquette et Court).



Figure 19. Bigbow Camera System.

En 2017, la société finlandaise du même nom a présenté son dispositif Zenniz (Zenniz , n.d.) (Figure 21) composé de plusieurs microphones placés autour du court connectés à une unité centrale qui abrite un écran utilisateur avec un écran tactile et un haut-parleur qui permet la reconstruction des trajectoires de la balle en trois dimensions. Les informations affichées à l'écran dépendent du mode sélectionné (ITF, 2019) . D'après ce qu'ils présentent sur leur site internet, ils semblent avoir fait évoluer le système pour proposer une sorte de "piste intelligente" similaire à celle proposée par Play Sight, intégrant désormais l'écran dans un kiosque au bas du court et intégrant également des caméras pour offrir une analyse

vidéo (Zenniz , s.f.) . En plus d'offrir un système d'arbitrage de ligne et des statistiques en direct, il propose également des exercices de formation interactifs (Zenniz , s.f.) . Cependant, ces améliorations ne sont pas reflétées dans la liste officielle des PAT approuvés.



Figure 20. Zenniz.

De Hong-Kong par la main d'Infinite Cube est venu le système Eyes3 For Tennis Pro (Figure 22) est un VAR électronique portable et un système d'arbitrage de ligne (Eyes3 Fair Play technologies for sports , n.d. ; ITF, 2019) . La différence entre ce système et le reste est qu'aucun matériel spécifique n'est nécessaire et qu'il peut être mis en service rapidement sur le court et à moindre coût ; Même ainsi, cela nécessite des appareils auxiliaires, au moins huit téléphones portables comme appareils de capture d'images et un autre comme appareil de contrôle (Eyes3 Fair Play technologies for sports , s.f.) . Un aspect négatif est qu'ils ne fonctionnent que sur le système d'exploitation d'Apple (ITF, 2019).



Figure 21. Eyes3 For Tennis Pro.

Enfin, en tant que dernier PAT, le géant américain Microsoft a présenté en 2021 son application Billie Jean King Cup Match Insights (Figure 23) qui combine les résultats en direct avec les données de suivi du Balle/Joueur/ pour fournir des informations d'entraînement en temps quasi réel à un appareil auxiliaire (Billie Jean King Cup Match Insights). Jean King Cup - Microsoft alimente les données et les informations lors des finales de la Billie Jean King Cup, n.d. ; ITF, 2019).



Figure 22. Billie Jean King Cup Match Insights App.

Ainsi, le groupement suivant est laissé comme résultat.

Tableau 2

Regroupement des équipes PAT approuvées par l'ITF en fonction du type de solution.

Équipe intégrée			Équipe à distance		
Capteurs de raquette	Appareils portables	Systèmes d'arbitrage	Solutions "court intelligente"	Systèmes de suivi	Applications
Artengo Personal Coach	Kitris Kit	Hawk-Eye	Playsight Smart Court	Bigbow Camera System	Billie Jean King Cup Match Insights App
Sony Smart Tennis Sensor	Kitris Kit Bia	Foxtenn Diamond Player Pro-Performance Court	Wingfield	Zenniz	
Babolat Play Pure Drive	Babolat Pop	Flightscope Player Tracking		Eyes3 For Tennis Pro	
Babolat Play Pure Drive V2	Armbeep				
Babolat Play Aeropro Drive	Catapult Optimeye S5				
Babolat Play Pure Aero	Catapult Vector				
Babolat Play Pure Drive Lite	Firstbeat				
ZEPP Tennis	Whoop 3.0				
Bigbow Basic Sensor					
Bigbow Champion Sensor					
Head Tennis Sensor					

En premier lieu, il faut mentionner que dans le regroupement présenté en fonction du type de solution, la fonction principale de ladite technologie a été abordée, et il se peut que le même produit ait des fonctions de l'un ou l'autre type de solution.

D'autre part, afin d'analyser ces appareils dans le scénario actuel, il est nécessaire de mettre en évidence les effets dérivés de la pandémie causée par COVID-19 qui ont également affecté ce créneau. Comme évoqué précédemment, Artengo a cessé de commercialiser son système. Babolat a annoncé l'arrêt de la vente de ses appareils intelligents Play et Pop (PLAY & POP - Interruption des services connectés, s.d.) en raison de la faillite de son partenaire développeur PIQ Sport Intelligence (L'aventure PIQ vient de se terminer, s.f.). FlightScope a été acquis par IMG Arena en 2021 (Services sportifs, 2021), ce qui rend compréhensible le changement de domaine et de vision du produit susmentionné. Il semble que Proavis sro subit également un certain type de remodelage, ce qui rendrait compréhensible que le domaine ou ses produits ne puissent pas être trouvés à vendre (PROAVIS sro, Praha IČO 25671227 - Obchodní rejstřík firem, s.f.).

Un autre facteur à considérer est le développement du produit lui-même, qui peut amener l'entreprise à remplacer son produit par un autre ou à l'intégrer dans un autre type de solution. Comme mentionné, cela s'est produit avec le modèle Kitris Kit d'origine, qui a été remplacé par le Kitris Kit Bia plus tard sous le nom de Kitris Kit. Zepp, pour sa part, commercialise la deuxième version de son capteur de raquette (après avoir arrêté celui du premier) ainsi que développe celle de Head. Également commenté, Zenniz semble avoir intégré l'utilisation de caméras pour une réorientation de son produit, même s'il semble qu'il continue de commercialiser le système

homologué. Enfin, Whoop a continué à commercialiser son appareil Whoop 4.0, rendant Whoop 3.0 obsolète. Pour toutes ces raisons, nous constatons qu'au début de 2022, seuls quinze des vingt-huit immatriculés sont encore sur le marché, même si nous pourrions augmenter ce chiffre à dix-sept si nous prenons en compte les nouveaux modèles non immatriculés du Whoop et du Zepp des produits.

CONCLUSIONS

Les conclusions de ce travail sont les suivantes : Dans un premier temps, les principales caractéristiques de jeu et les exigences physiques spécifiques du tennis sont identifiées, soulignant l'importance dans le processus d'enseignement-apprentissage du tennis de savoir quantifier et travailler les charges au niveau technique, physique, mental. De plus, l'introduction officielle du Hawk Eye dans le tournoi de Miami et le libellé conséquent de la règle 31 dans le règlement de l'ITF qui permet aux joueurs d'utiliser des équipements "intelligents" dans les tournois officiels sont exposés. De même, les différentes technologies d'analyse des joueurs qui ont été approuvées par l'ITF jusqu'au début de 2022 sont analysées, avec un total de 28 d'entre elles, 19 en tant qu'équipes intégrées et 9 en tant qu'équipes à distance. Il convient de noter que seuls quinze des vingt-huit enregistrés sont encore sur le marché, alors qu'ils deviendraient dix-sept si les nouveaux modèles non enregistrés de deux de ces appareils étaient pris en compte.

D'autre part, parmi ces technologies, il y a les capteurs de raquette (intégrés à la raquette en standard, intégrables à la raquette, au grip, aux cordes, depuis le poignet) ; autres capteurs portables en dehors de ceux du poignet ; systèmes

d'arbitrage, systèmes de suivi, applications statistiques et applications d'analyse de jeu; systèmes de court intelligents; marqueurs de résultats au poignet, par un appareil auxiliaire ou sur du matériel spécifique sur les courts et des montres intelligentes de sport ou des bracelets compatibles. De même, il est souligné que l'utilisation d'appareils intelligents dans le tennis peut être d'une grande aide pour le processus d'entraînement et que leur choix dépendra fondamentalement des paramètres à contrôler et du public cible dans lequel se trouve le joueur de tennis. De même, certains effets directs causés par la pandémie de COVID-19 sont observés. Après la fermeture de la ligne Babolat Play, il n'y a plus de raquettes intelligentes, même s'il existe toujours une bonne offre de capteurs intelligents. En outre, certaines tendances du marché sont révélées visant à proposer des systèmes intégrés, des courts intelligents et une diversification des solutions pour couvrir également d'autres sports.

Une voie d'extension possible et de manière complémentaire serait l'examen d'autres solutions PAT qui ne figurent pas sur la liste ITF. Une autre voie d'extension possible serait d'analyser les appareils sur la base des variables d'analyse. Une proposition pour libéraliser et promouvoir l'utilisation de capteurs de raquette serait la standardisation du trou à l'extrémité du manche de la raquette, ce qui faciliterait l'utilisation du capteur que le joueur de tennis préfère dans n'importe quelle raquette. S'adressant à un groupe objectif d'utilisateurs non professionnels, de nouveaux systèmes intégrés pourraient être étudiés avec un minimum de matériel spécifique qui comprendrait une solution intégrée d'un système de connexion et d'utilisation ("plug and play"), d'un court intelligente avec un système d'arbitrage et traceur et/ou dispositif auxiliaire, compatible avec les montres de sport, les sangles de poitrine et les capteurs de raquette et connexion à un certain type de plate-forme d'analyse statistique, d'analyse de lecteur vidéo et de plate-forme sociale en ligne, ainsi que la possibilité de faire de l'entraînement physique ou hors du court. Une autre proposition possible pour les utilisateurs non professionnels serait la création d'une application pour montres connectées qui soit relativement peu coûteuse et qui offre ce que les joueurs de tennis en formation ou les joueurs réguliers demandent.

CONFLIT D'INTÉRÊTS ET FINANCEMENT

L'auteur déclare qu'il n'a aucun conflit d'intérêts et qu'il n'a reçu aucun financement pour mener à bien la recherche.

RÉFÉRENCES

About FlightScope Tennis. (s. f.). FlightScope. <https://flightscope.com/other-sports/tennis/>

Baodong, Y. (2014). Hawkeye technology using tennis match. 18(12C), 400-402. Best tennis sensors (updated in 2022!). (2020). <https://racketology.com/tennis-sensors/>

Billie Jean King Cup- Microsoft powers data and insight at Billie Jean King Cup Finals. (s. f.). Billiejeankingcup. <https://www.billiejeankingcup.com/finals/news/321705.aspx>

Businesswire. (2016). PIQ introduces Artificial Intelligence to sport wearables. <https://www.businesswire.com/news/home/20161122005800/en/PIQ-Introduces-Artificial-Intelligence-to-Sport-Wearables>

Catapult. (s. f.). Catapult Sports. <https://www.catapultsports.com/>

Catapult Support. (s. f.). Catapult Sports. <https://support.catapultsports.com/hc/en-us>

Diario, A. S. (2013). Un Personal Coach en tu raqueta: Analiza tu tenis en tiempo real. https://as.com/opinion/2013/04/11/blogs/1365686727_1181045.html

Dominik. (2020). El sensor de tenis Babolat Play bajo prueba. <https://tennis-uni.com/es/sensor-tenis-babolat-play-test/>

Europa Press. (2013). Artengo crea un dispositivo que hace de entrenador personal para aficionados y profesionales. <https://www.europapress.es/deportes/tenis-00166/noticia-artengo-crea-dispositivo-hace-entrenador-personal-aficionados-profesionales-20130411164041.html>

Europa Press. (2017). Zepp mejora su versión del sensor de tenis para optimizar el rendimiento del jugador. <https://www.europapress.es/deportes/tenis-00166/noticia-zepp-mejora-version-sensor-tenis-optimizar-rendimiento-jugador-20170920195752.html>

Eyes3 Fair Play technologies for sports. (s. f.). Eyes3. <https://www.eyes3.com/>

Fernández-García, Á. I., & Torres-Luque, G. (2018). Criterios para la selección de dispositivos inteligentes en tenis. *Coach. sport sci. rev.*, 26(76), 20-22. <http://dx.doi.org/10.52383/itfcoaching.v26i76.160>

Firstbeat Sports Standard + Sensor. (s. f.). Firstbeat Sports Global. <https://shop.firstbeatsports.global/products/firstbeat-sports-standard>

FlightScope tennis. (2022). FlightScope. <https://tennis.flightscope.com/>

Foxtenn Diamond System. (s. f.). Foxtenn. <http://www.foxtenn.com/in&out>

Gellard, M., Jelcic, M., & Vial, A. (2018). La utilización de la tecnología para mejorar la práctica, el entrenamiento y el rendimiento: RÉSUMÉ práctico. *Coach. sport sci. rev.*, 26(76), 4-7. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v26i76.153>

GizTab. (2017). Zepp Tennis, un sensor de tenis que mejora tu rendimiento. <https://www.giztab.com/zepp-tennis-un-sensor-de-tenis-que-mejora-tu-rendimiento/>

Industria del Tenis. (2014). La ITF autoriza la utilización de dispositivos tecnológicos durante los partidos. <https://www.industriadeltenis.com/la-itf-autoriza-la-utilizacion-de-dispositivos-tecnologicos-durante-los-partidos/>

Introducing Firstbeat Sports Sensor and Live app. (s. f.). Firstbeat. <https://www.firstbeat.com/en/news/introducing-firstbeat-sports-sensor-and-live-app/>

ITF. (2019). PLAYER ANALYSIS TECHNOLOGY OVERVIEW (p. 4) [Guideline]. <https://www.itftennis.com/en/about-us/tennis-tech/approved-pat-products/>

KITRIS. (s. f.). Videoanalyse und Livestreaming im Sport by KITRIS. <https://www.kitris.ch/>

KITRIS AG. (s. f.-a). KITRIS - Products. <https://webclient.kitris.ch/shop/products/index.php>

KITRIS AG. (s. f.-b). Livestream and video analysis by KITRIS. <https://www.kitris.ch/en/product/>

Making tennis smart. (s. f.). Wingfield. <https://www.wingfield.io/en>

PIQ adventure just ended. (s. f.). Facebook. <https://www.facebook.com/PIQLive/>

PLAY & POP - Interrupción de los servicios conectados. (s. f.). Babolatplay. <https://help.babolatplay.com/hc/es/articles/360017139418-PLAY-POP-Interrupción%3Bn-de-los-servicios-conectados>

PlaySight. (s. f.). Sports AI and Automatic Production Technology for streaming and analysis. PlaySight. <https://playsight.com/>

Private Sport Shop. (s. f.). Sensor conectado de tenis PIQ & BABOLAT. <https://www.privatesportshop.es/piq/1232010-sensor-conectado-de-tenis-piq-babolat.html>

PROAVIS s.r.o. , Praha IČO 25671227—Obchodní rejstřík firem. (s. f.). Kurzy. <https://rejstrik-firem.kurzy.cz/25671227/proavis-sro/>

Quinlan, G. (2013). El uso de las aplicaciones para mejorar el entrenamiento: La aplicación técnica de Tenis Australia. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 59(21), 22-24.

Ramos, M. (2020). FlightScope line-calling system makes the grade. *Itftennis.com*. <https://www.itftennis.com/en/news-and-media/articles/flightscope-line-calling-system-makes-the-grade/>

Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *J. Sports Sci.*, 23(6), 561-572. <https://doi.org/10.1080/02640140400021245>

Rigueira, Á. (2017). Así es el Foxtenn, el nuevo 'ojo de halcón' del tenis mundial. *Mundo Deportivo*. <https://www.mundodeportivo.com/tenis/20170221/42186254445/asi-es-el-foxtenn-el-nuevo-ojo-de-halcon-del-tenis-mundial.html>

Sacristán, L. (2015). Smart Tennis Sensor, o cómo convertirse en Rafa Nadal. <http://www.revista-gadget.es/reportaje/smart-tennis-sensor-sony-tenis-rafa-nadal/>

Sanz Rivas, D., Mendez-Villanueva, A., & Fernandez Fernandez, J. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *PubliCE*, 31(4), 15-26. <https://g-se.com/una-revision-del-perfil-de-actividad-y-la-exigencias-fisiologicas-de-un-partido-de-tenis-1177-sa-w57cfb271d1ced>

Serras, M. (2017). Foxtenn, un nuevo ojo de halcón con el doble de cámaras para ver la bola. *El País*. https://elpais.com/deportes/2017/02/20/actualidad/1487609326_657034.html

Sports services. (2021). IMG ARENA. <https://www.imgarena.com/sport-services/overview/>

Tennis analytic system. (2020). <http://www.armbeep.com/>

Tennis Sensor - HEAD. (s. f.). https://www.head.com/es_ES/sensor

Tennishead. (s. f.). Player Analysis Technology: Kitris kit. <https://tennishead.net/player-analysis-technology-kitris-kit/>

Tennis-Technology. (2020a). Artengo tennis sensor. <http://tennis-technology.com/artengo-tennis-sensor/>

Tennis-Technology. (2020b). Babolat play review. <http://tennis-technology.com/babolat-play-review/>

- Tennis-Technology. (2020c). Sony Smart Tennis Sensor. <http://tennis-technology.com/sony-smart-tennis-sensor/>
- Tennis-Technology. (2020d). Zepp Tennis Sensor review. <http://tennis-technology.com/zepp-tennis-sensor-review/>
- Top 5 best tennis sensors 2020—Track and analyze. (2020). <https://fourtylove.com/7-best-tennis-sensors/>
- Ugarte A. (2014). "Work-Rate" en el fútbol. <https://futandfit.wordpress.com/2014/11/03/work-rate-en-el-futbol/>
- USTA United States Tennis Association. (2022). Friend at Court 2022: THE HANDBOOK of TENNIS RULES and REGULATIONS 2022 EDITION. H.O. ZIMMAN, Inc. usta.com/officiating
- VTS Tennis. (s. f.). Babolat Pop Tennis. <https://vts-tenis.com/blog/2016/babolat-pop-test.php>
- Vts-tenis. (s. f.). Sony Smart Tennis Sensor. <https://www.vts-tenis.com/blog/2016/sony-smart-tennis-sensor.php>
- WHOOP. (s. f.). <https://www.whoop.com>
- You have it in you. (s. f.). Firstbeat. <https://www.firstbeat.com/en>
- Zenniz. (s. f.). Zenniz. <https://zenniz.com/>
- ZEPP Labs. (s. f.-a). ZEPP Europa. <https://zeppeu.com/es>
- ZEPP Labs. (s. f.-b). Zepp Tennis. <http://www.zepplabs.com/en-us/tennis/match-tracking>

Copyright © 2023 Antonio Vaquer Castillo



Ce texte est protégé par une licence [Creative Commons BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vous êtes autorisé à partager, copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats et adapter le document, remixer, transformer et créer à partir du matériel pour toute utilisation y compris commerciale, tant qu'il remplit la condition de :

Attribution : Vous devez correctement créditer l'œuvre originale, fournir un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été apportées. Vous pouvez le faire de toute manière raisonnable, mais pas d'une manière qui suggère que vous avez l'approbation du concédant de licence ou que vous la recevez pour votre utilisation du travail.

[CC BY 4.0 license terms summary](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). [CC BY 4.0 license terms](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

SÉLECTION DE CONTENU DU SITE ITF ACADEMY (CLIQUEZ)

