

ESTIMATION DE TRAJECTOIRE ET ESTIMATION DE POTENTIEL DANS LES SPORTS PARALYMPIQUES

Imad Hamri^{1,4}, Julien Schipman¹, Mélanie Baconnais¹, Bryan Le toquin^{1,2,3}, Nicolas Fortsman¹, Christian Derquenne⁴

¹*Institut de Recherche bio-Médicale et d'Épidémiologie du Sport (IRMES), UPR 7329, Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP)*

²*Université de Paris, Paris, France*

³*Fédération Française Handisport, France*

⁴*Société française de statistique, France*

Résumé.

PARAPERF est un programme de recherche prioritaire, financé par le dispositif France 2030, en partenariat avec la Fédération Française d'Handisport (FFH), la Fédération Française de Badminton (FFBad) et la Fédération française de Tir (FFTir). L'objectif principal de ce programme est de soutenir les athlètes et leur staff dans leur quête de performance et de médailles aux Jeux Paralympiques de Paris 2024. Le projet se structure en trois lots, dont le premier est dédié à l'estimation de potentiel et aux trajectoires de performance. Ce lot de travail utilise principalement les données de performance réalisées en compétition afin d'établir des études statistiques et des outils d'aide à la décision à destination des différents staff des équipes de France.

Des études sur la modélisation de la relation "âge-performance" sont réalisées pour de nombreuses disciplines telles que le para athlétisme, le para-cyclisme ou la para-natation, permettant ainsi la création de "couloirs de performance". Ces derniers servent à analyser les trajectoires de performance des athlètes et à estimer leur potentiel face à la concurrence internationale. Ces études permettent d'apprécier la dynamique de chaque athlète afin de voir leur évolution de manière mesurée et objective.

Pour les sports de confrontation, tels que l'escrime fauteuil, le para tir sportif ou le para tir à l'arc, des modèles de rating sont développés pour évaluer objectivement le niveau des athlètes. Des indicateurs statistiques propres à chaque sport sont calculés et fournis aux équipes pour optimiser la préparation de leurs entraînements et leur stratégie en compétition.

Dans des sports d'équipe comme le basket fauteuil, des indicateurs individuels et collectifs sont calculés afin d'objectiver les performances et d'analyser les points faibles et forts de chaque équipe. De nombreux éléments sont étudiés tels que la stratégie liée au niveau d'handicap dans la composition d'équipe ou l'efficacité des tirs en fonction des zones du terrain.

Le projet couvre 15 différents sports paralympiques ce qui permet une grande richesse d'analyse avec de nombreuses problématiques et méthodologies mises en place afin d'accompagner les différents acteurs qui préparent les Jeux Paralympiques de Paris 2024.

Mots-clés : Jeux Paralympiques, Haute performance, Analyse de données

Abstract.

PARAPERF is a priority research program, funded by the France 2030 initiative, in partnership with the French Handisport Federation (FFH), the French Badminton Federation (FFBad), and the French Shooting Federation (FFTir). The main goal of this program is to support athletes and their staff in their pursuit of performance and medals at the Paris 2024 Paralympic Games. The project is structured in three parts, the first of which is dedicated to potential estimation and performance trajectories. This work package primarily uses competition performance data to establish statistical studies and decision-making tools for the different French team staffs.

Studies on modeling the "age-performance" relationship are conducted for many disciplines such as para athletics, para cycling, or para swimming, thus creating "performance corridors". These are used to analyze athletes' performance trajectories and estimate their potential against international competition. These studies allow for an appreciation of each athlete's dynamics to see their evolution in a measured and objective way.

For confrontation sports, such as wheelchair fencing, para shooting sport, or para archery, rating models are developed to objectively assess the athletes' levels. Specific statistical indicators for each sport are calculated and provided to the teams to optimize their training preparation and competition strategy.

In team sports like wheelchair basketball, individual and collective indicators are calculated to objectify performances and analyze each team's strengths and weaknesses. Many elements are studied, such as the strategy of the level of disability in team composition or the effectiveness of shots from different areas of the court.

The project is involved in 15 different Paralympic sports, allowing for a rich analysis with numerous issues and methodologies set up to support the various actors preparing for the Paris 2024 Paralympic Games.

Keywords: Paralympic Games, High performance, Data analysis

1 Introduction

Depuis 2008, l'IRMES (Institut de Recherche bioMédicale et d'Epidémiologie du Sport,) travaille sur la détection des jeunes talents et l'évaluation du potentiel des athlètes. Des variables existent qui permettent d'estimer le potentiel de médailles des athlètes ; cette méthode a été validée dans plus de 50 disciplines. Le parcours des médaillés a montré les particularités du sport paralympique à travers des trajectoires et des durées de carrière variables en fonction du type de handicap (les athlètes en fauteuil roulant maintiennent des performances plus durables par rapport aux athlètes debout). Ces outils de détection ont été complétés par une analyse de la carrière des meilleurs athlètes du monde et une analyse des écarts de performance entre les athlètes préparant Tokyo 2020. Ils sont maintenant utilisés par les entraîneurs pour repositionner les athlètes à haut potentiel dans d'autres épreuves ou disciplines. Cette approche tient compte de la nature du handicap et des niveaux de classification, afin d'estimer les potentiels de performance grâce à des méthodes de suivi spécifiques.

2 Analyse sur les sports individuels

Dans le cadre du projet PARAPERF, de nombreux sport avec des métriques tel qu'un chrono ou une distance ont fait l'objet d'étude. C'est le cas du para athlétisme, para natation, para cyclisme et du para haltérophilie. L'un des objectifs principaux du projet est d'étudier la dynamique individuelle des athlètes et de pouvoir estimer leurs potentiels vis-à-vis de la

concurrence. Des modèles permettant d'étudier le lien entre l'âge et la performance chez les valides a été développé dès 1975 par Dan H. Moore qui a modélisé cette relation par une somme de deux exponentielles biphasiques. Puis en 2020, Berthelot et al ont modélisé cette relation par l'équation IMAP (an Integrative Model of Age Performance). Le projet Paraperf a été le premier à mettre en application ces modèles chez les athlètes paralympiques.

Un outil d'aide à la décision conçu pour aider les équipes de France ont été développé permettant de suivre les talents ayant une courbe de progression intéressante. Ce qui permet de mettre en lumière certains athlètes avec un certain potentiel même s'ils n'atteignent pas des minima fixe.

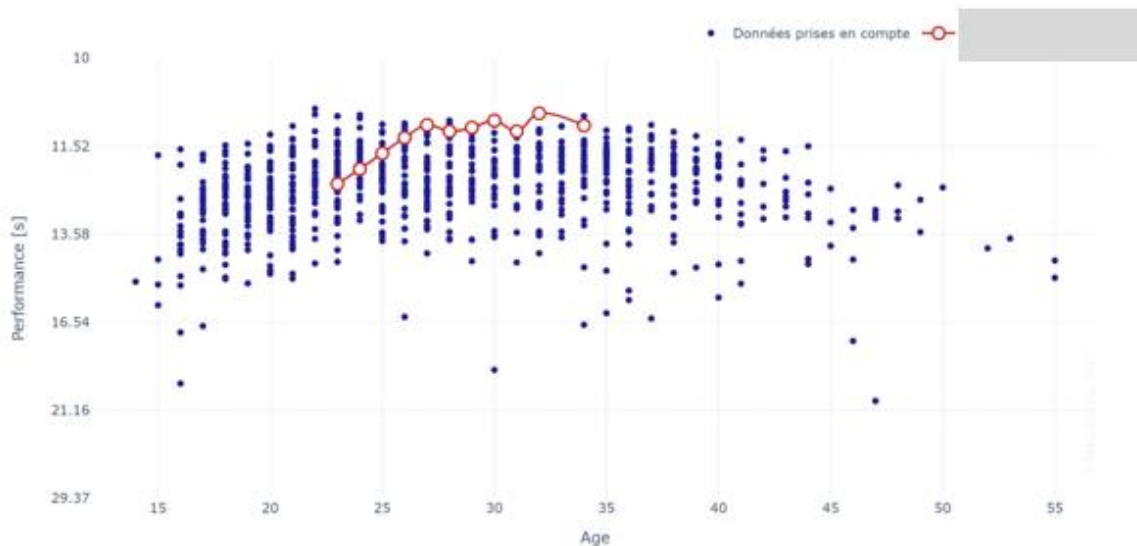


Figure 1 : Trajectoire de performance d'un athlète au 100m T11

3 Analyse sur les sports d'opposition

3.1 Mise en place de système de rating

Les sports d'opposition concernés par le projet sont le para tennis de table, le para badminton, la boccia, l'escrime fauteuil, le tir à l'arc et le tir sportif. Il est parfois difficile d'objectiver la performance dans ces sports, car elle dépend directement du niveau des adversaires. Pour cela, des méthodes de ranking ont été utilisées. En reprenant celles proposées dans la littérature scientifique (Elo, Glicko, Stephenson, ...), le projet PARAPERF a mis à disposition des staffs un système de ranking qui permet de classer les adversaires en temps réel, mis à jour à la fin de chaque compétition. Pour chaque modèle, une optimisation des paramètres a été effectuée, et le meilleur modèle (celui qui maximise le taux de bonne prédiction sur l'échantillon test) a été retenu.

Exemple d'application : Rating en para tennis de table

Pour quantifier les performances des athlètes par nation nous définissons la fonction $P(a, c)$ représentant les points attribués à un athlète a dans une classification d'handicap c par la formule :

$$P(a, c) = \frac{T(c)}{R(a, c)},$$

où $T(c)$ est le total d'athlètes classés dans la classification c et $R(a, c)$ le rang de l'athlète a dans le classement c . Le score total d'une nation n , $S(n)$, est alors donné par

$$S(n) = \sum_{c \in C} \sum_{a \in A_{n,c}} P(a, c),$$

avec $A_{n,c}$ l'ensemble des athlètes de n en classification c et C l'ensemble des 22 classifications d'handicap en para tennis de table.

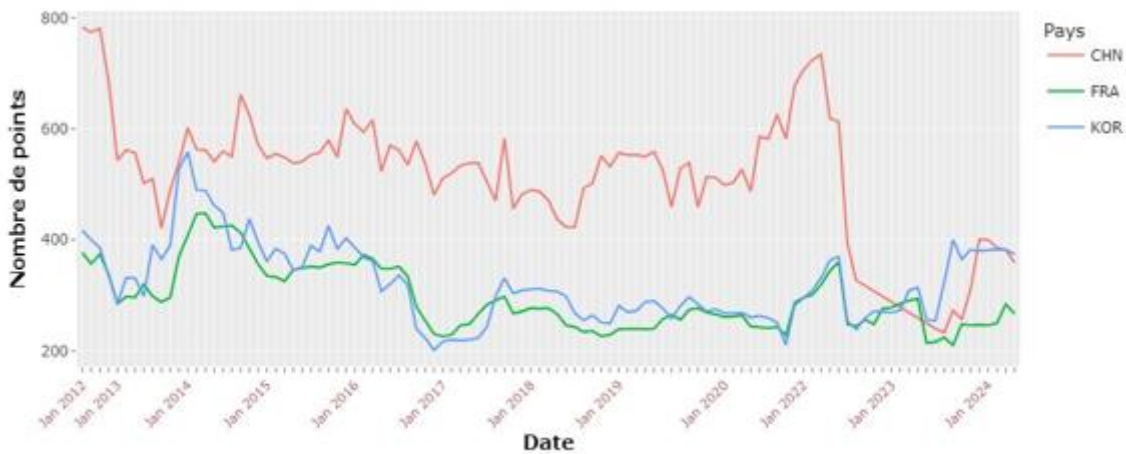


Figure 2 : Evolution du rating de 2012 à 2024 pour 3 pays

3.2 Mise en place d'autres indicateurs statistiques

Pour mieux caractériser la performance des joueurs, de nombreux indicateurs statistiques ont été calculés. Ils sont propres à chaque sport. Des études sur l'importance du premier set en para tennis de table et en para badminton ont été mises en place, permettant de quantifier de manière individuelle l'importance de ce premier set à l'aide de régression logistique. Pour le tir à l'arc et le tir sportif, qui ont la particularité d'avoir deux phases distinctes : la phase de qualification et la phase de confrontation, le lien entre le classement de la première phase et celui de la deuxième a été étudié, permettant de mieux comprendre l'importance de réaliser une bonne performance dans la première phase. D'autres indicateurs ont été calculés en para tir à l'arc pour mieux comprendre la performance, comme le nombre de « perfects » (lorsque la flèche touche le centre de la cible, cela rapporte le nombre de point maximal), la régularité des archers, d'une part de manière statique mais aussi de manière dynamique au cours de la compétition.

Bibliographie

Moore, D. H., 2nd. A study of age group track and field records to relate age and running speed. *Nature* **253**, 264–265 (1975).

Berthelot, G. *et al.* An integrative modeling approach to the age-performance relationship in mammals at the cellular scale. *Sci Rep* **9**, 418 (2019).

Le Toquin B, Schipman J, Laroche Lambert Q, Saulière G, Duncombe S, Toussaint J-F. Is the visual impairment origin a performance factor? Analysis of international-level para swimmers and para athletes. *Journal of Sports Sciences* (2021).

Omolade, O., & Stephenson, J. Best Rating Scale Design Theory: Implications for Developing Questionnaires in Nursing and Health Sciences. *Journal of Modern Nursing Practice and Research* (2023).