



BWF WORLD COACHING CONFERENCE 2025

Paris, France

29 - 30 August 2025

 bwf.sport

 bwf.sport/development





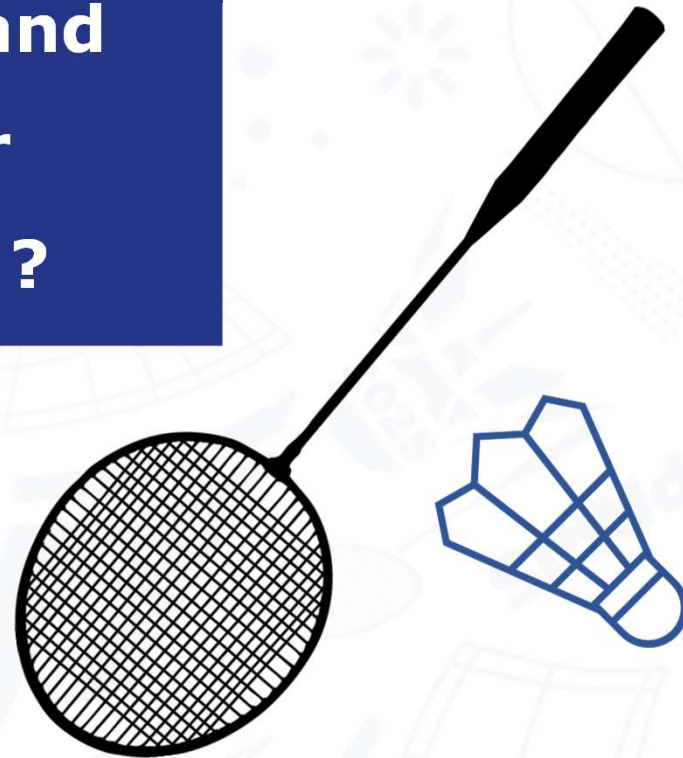
Ilona Alberca

Ergonomics of the Wheelchair in Para Badminton

Biomechanical study of
performances and injury risks

How can biomechanics and research be useful for wheelchair badminton ?

Ilona Alberca, PhD
Research engineer at J-AP2S
University of Toulon
Mail: ilona.alberca@univ-tln.fr



Context



Bruno WATIER
PhD co-supervisor
LAAS-CNRS, Toulouse



Arnaud FAUPIN
PhD supervisor
J-AP2S, Toulon



Félix CHÉNIER
PhD co-directeur
Biomechanics Laboratory,
Montréal

**Three-year PhD
CIFRE-funded thesis in partnership with the French Badminton Federation
(FFBad)**

Context

Aims

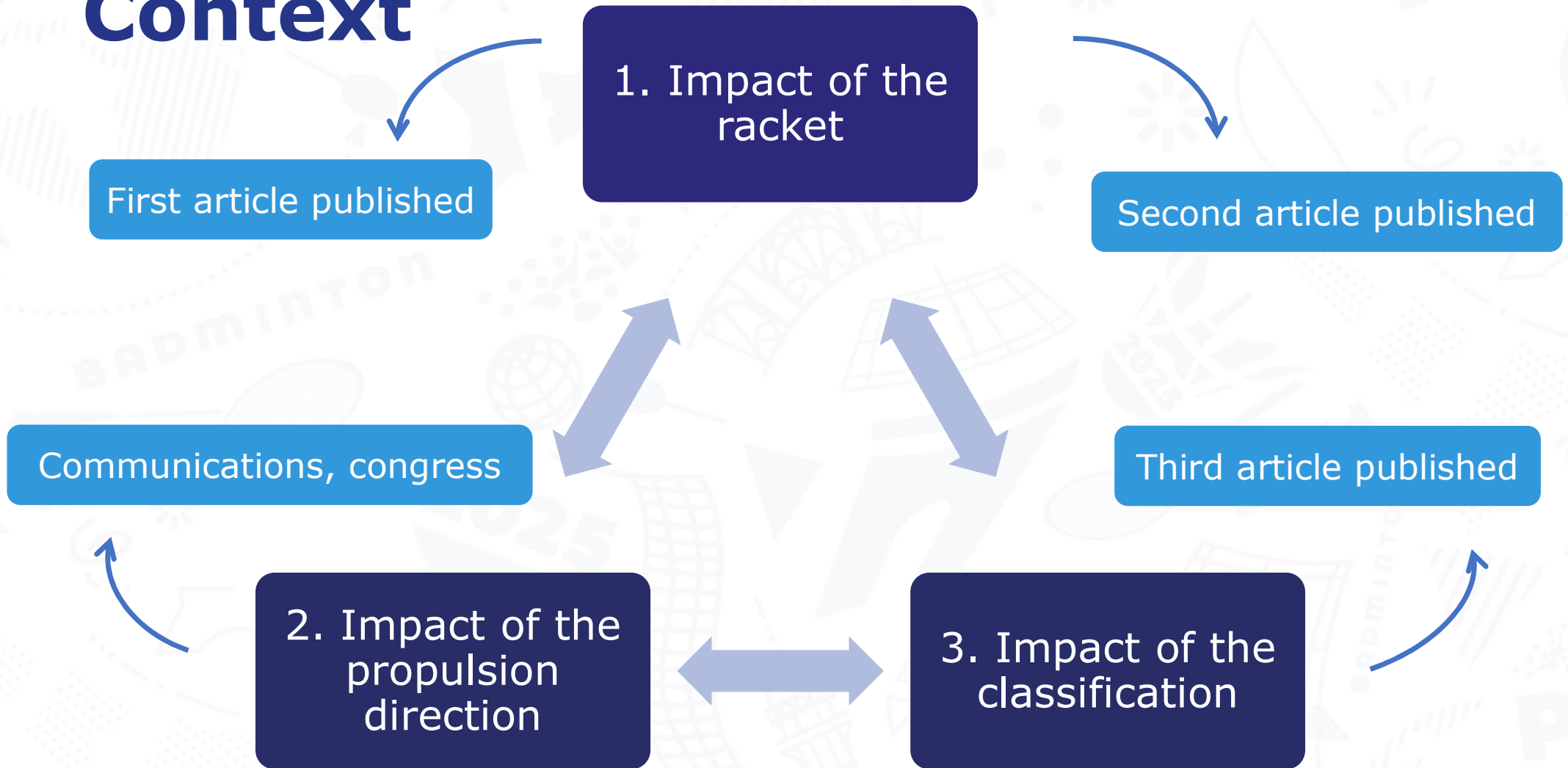
Scientific

Better understand the biomechanical demands of badminton through field-based measurements

Athletic

Develop tools to support the physical and technical preparation of athletes

Context



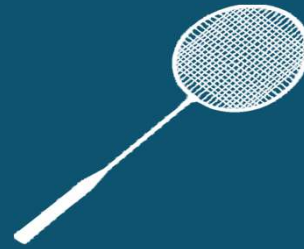
Tests



19 experienced wheelchair badminton players (41 ± 9 years; 64.9 ± 11.1 kg; 169.7 ± 13.7 cm)

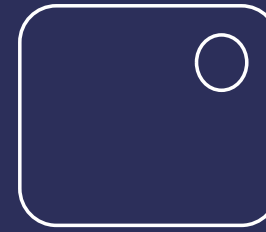


Consecutive forward and backward sprints for 1 minute on a straight 3-meter line



Two conditions: with and without a racket

Using their own sports wheelchair and personal badminton racket.

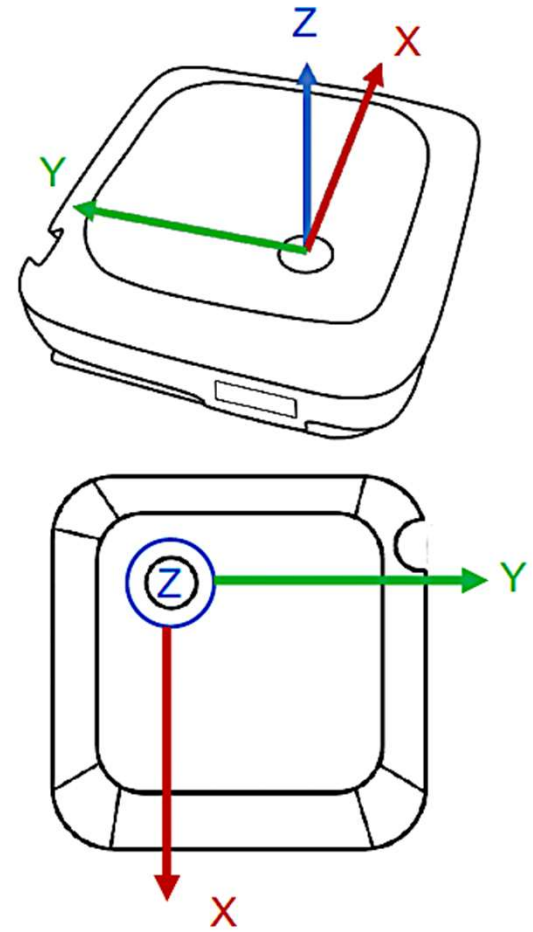
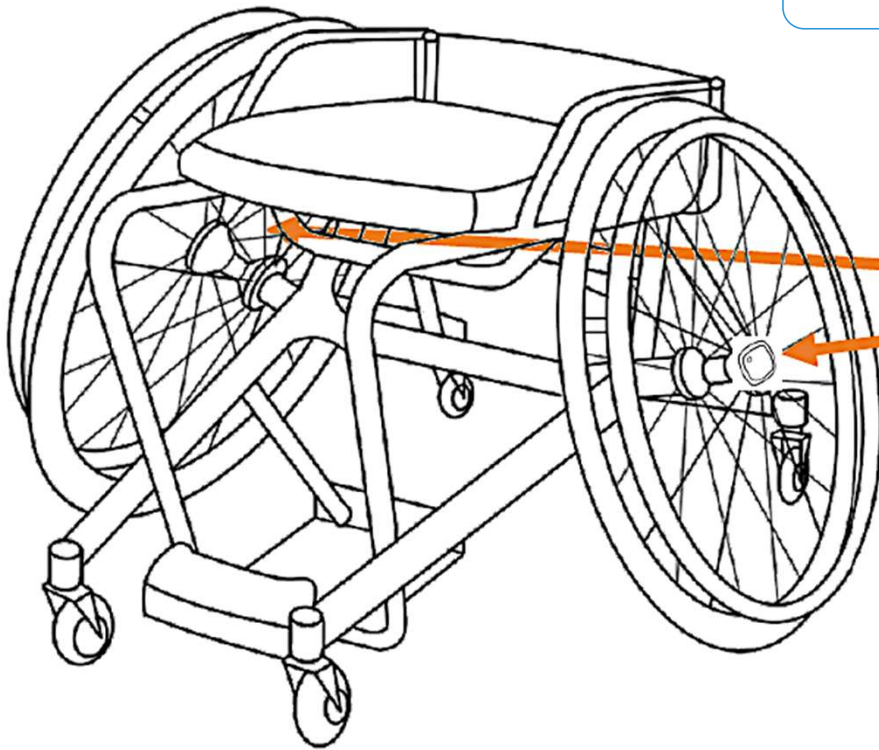


Wheelchair equipped with inertial measurement units (IMUs) on the wheels → kinematic data



Tests

Two IMUs



Tests

Propulsion technique parameters

Propulsion phase time (PP_{mean}) [s]

Deceleration phase time (DP_{mean}) [s]

Performance parameters

Sprint time (ST_{mean}) [s]

Transition time (TT_{mean}) [s]

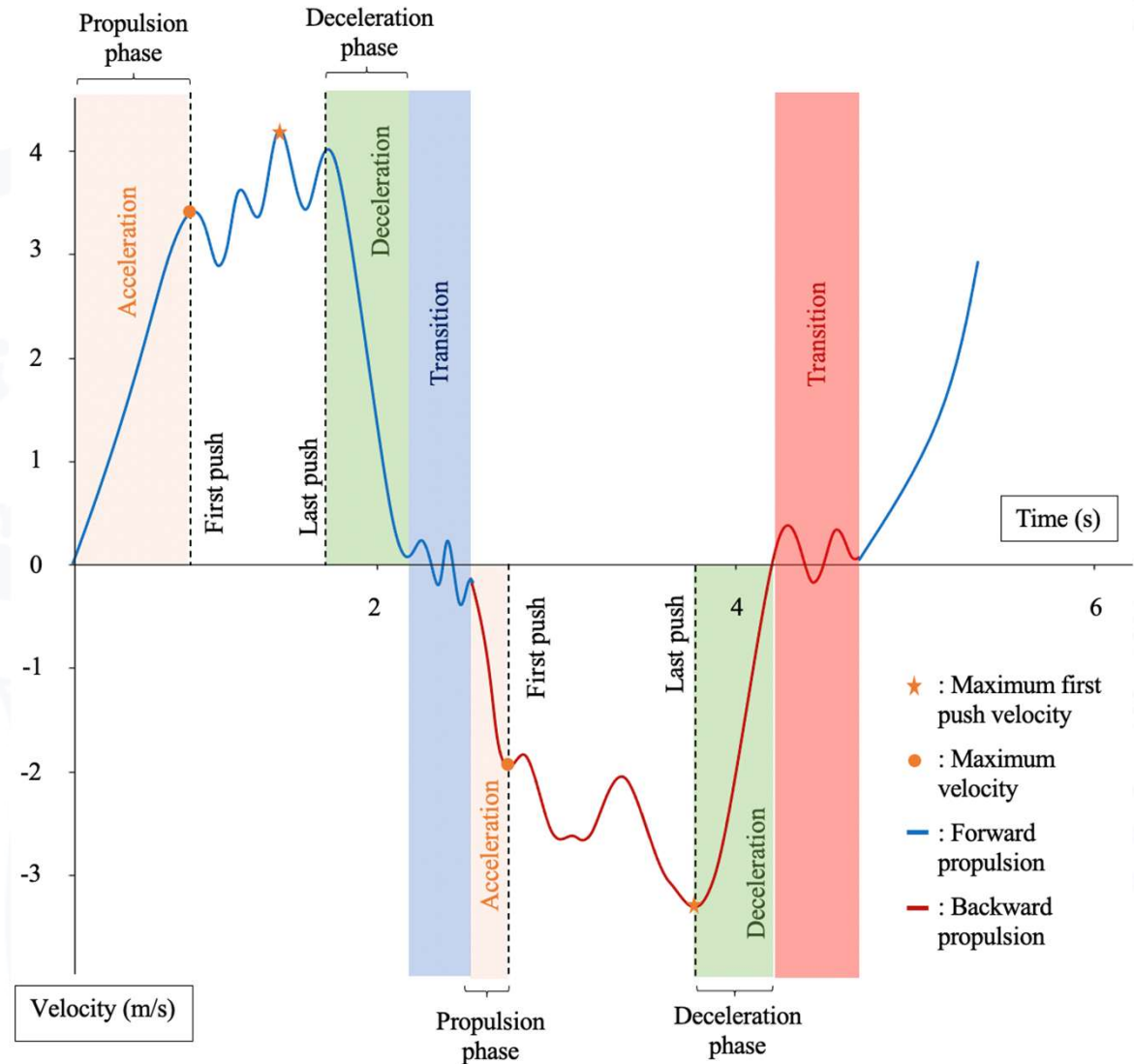
Maximum velocity (V_{max}) [m/s]

Mean velocity (V_{mean}) [m/s]

Peak velocity (V_{peak}) [m/s]

Acceleration (A_{mean}) [m/s^2]

Deceleration (D_{mean}) [m/s^2]



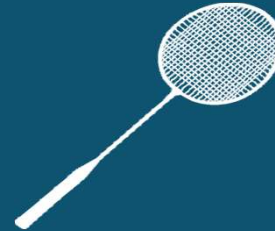
Tests



19 experienced wheelchair badminton players (41 ± 9 years; 64.9 ± 11.1 kg; 169.7 ± 13.7 cm)

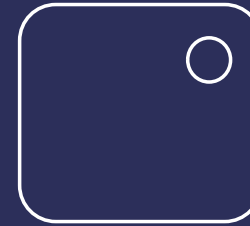


Consecutive forward and backward sprints for 1 minute on a straight 3-meter line

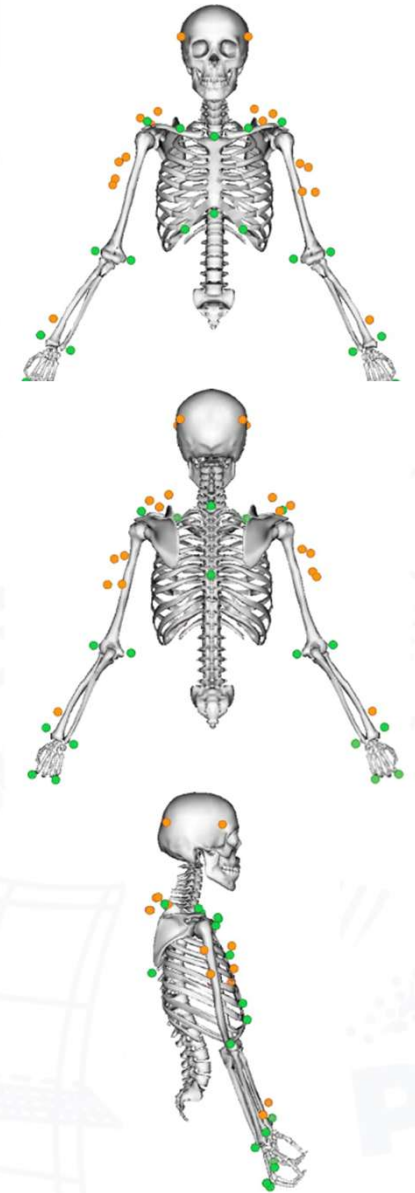


Two conditions: with and without a racket

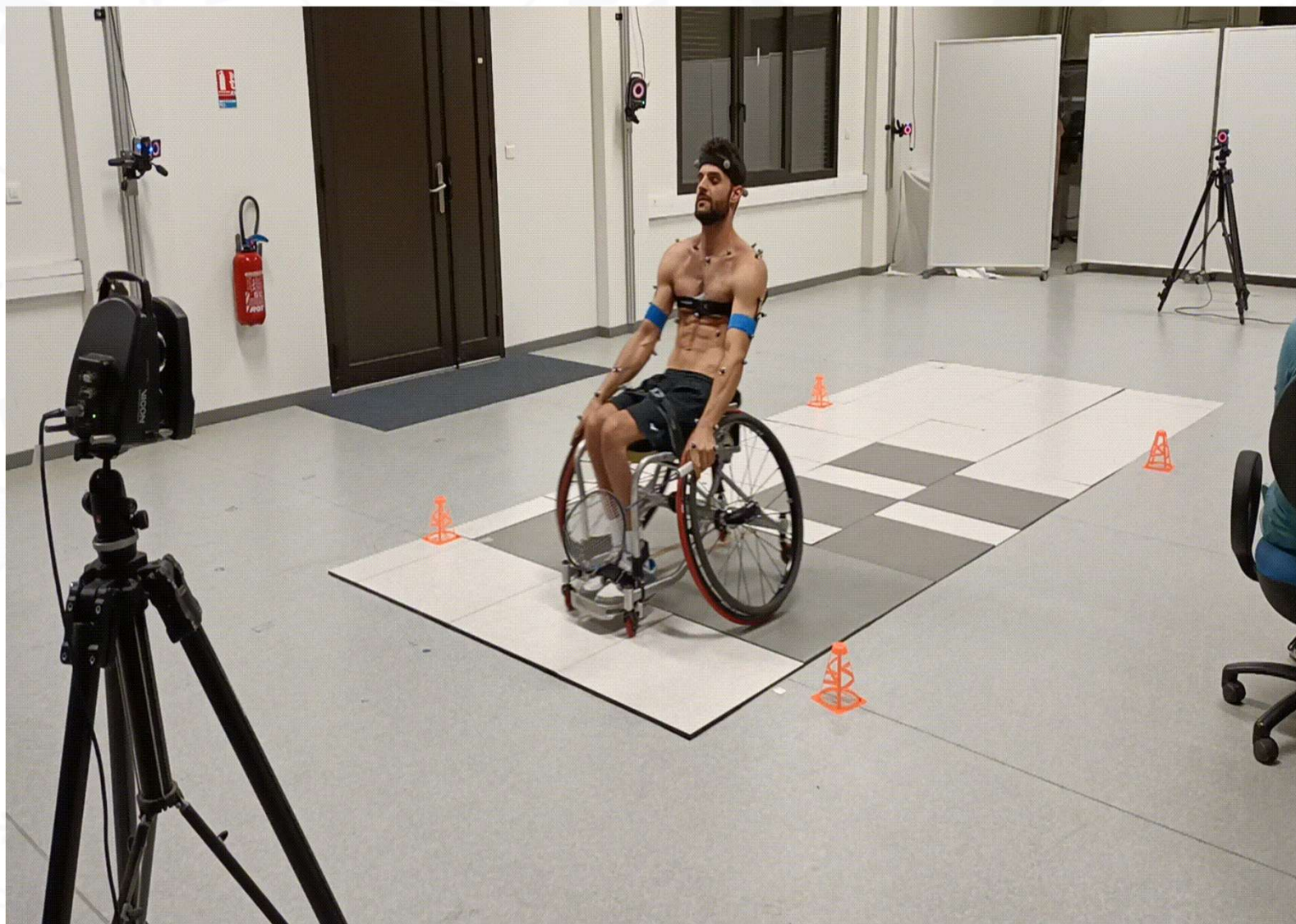
Using their own sports wheelchair and personal badminton racket.



22 cameras (Vicon) + markers → trunk inclination during forward and backward propulsion, elbow and shoulder range of motion



Tests



Tests

Aims

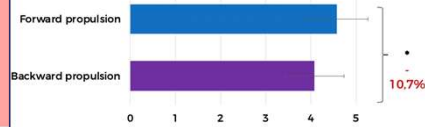
Scientific

Athletic

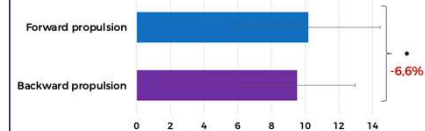
Materials and method

Parameters	Description
Maximum velocity [m/s]	Maximum velocity on all the trial
First push peak velocity [m/s]	Peak velocity on the first push
Acceleration [m/s ²]	Acceleration reached on the first push

Maximum velocity (m/s)
Maximum velocity on all the passage



Deceleration (m/s²)
Deceleration reached on the last push





Results and discussion

Reductions in maximum velocity and mean deceleration

More difficulty applying forces correctly on the handrim in backward propulsion

Athletes are less performance in this propulsion because less expert + more asymmetrical

Modification in propulsion kinematics → negative impact on the athlete's performance.

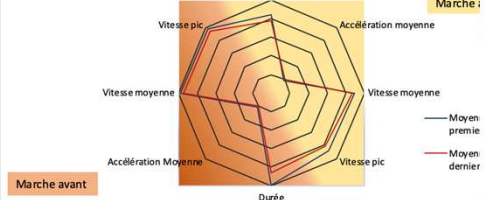



TEST DE MARCHE AV/MARCHE AR Avec raquette

Nom	BELLIA-SAUVAGE	Prénom	Audrey	Âge
Pathologie	Paralégique	Classification	WH1	Sexe
Classement	Carrossage		18'	Masse
Sport	Parabadminton	Taille des roues	25,00	Taille

Données du test

Comparaison des marches avant / arrières



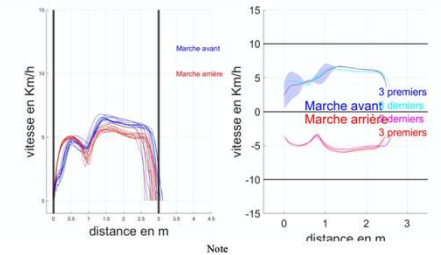
Variables	Moyenne 3 premières poussées		Différence	Comparatif Différence Précédente
	Marche AV	Marche AR		
Durée Moy	1,52	1,79	15%	
Acc Moy	1,11	0,98	12%	
Vmax Moy	6,64	5,97	10%	

Variables	Moyenne 3 dernières poussées		Différence	Comparatif Différence Précédente
	Marche AV	Marche AR		
Durée Moy	1,76	1,94	10%	
Acc Moy	1,01	1,00	1%	
Vmax Moy	6,40	5,56	13%	

Les paramètres de la performance

Variables	Résultats		Comparatif	
	Valeur	précédente	% Evolution	Moyenne
Nombre total marche avant	10			
Nombre total de marche arrière	10			
Vitesse moy du test	5,04			
Vmoy marche avant	5,24			
Vmoy marche arrière	4,84			
Durée moy marche avant	1,73			
Durée moy marche arrière	1,92			
Vmax moy marche avant	6,52			
Vmax moy marche arrière	5,72			
Moyenne poussées avant	2,10			
Moyenne poussées arrière	2,00			
Moyenne temps transition avant	1,09			
Moyenne temps transition arrière	1,15			

Moyenne et écart type de la vitesse par rapport à la distance des marches avant/arrières



Comparaison marche avant vs arrière : le sportif est plus performant en marche avant vs marche arrière en termes de durée moyenne du test, d'accélération moyenne et de vitesse maximale lors des 3 premières et dernières poussées. Les différences entre marche arrière et avant semblent s'estomper avec l'apparition de la fatigue pour la durée et l'accélération moyenne. De plus, le sportif est également plus performant de manière globale sur l'ensemble du test. En effet, ses vitesses moyenne et maximale sont supérieures en marche avant vs marcher arrière et, la durée des marches avant est inférieure à celle des marches arrières. En revanche, le sportif réalise autant de passages en marche avant qu'arrière. Son temps de transition est supérieur lorsqu'il s'agit de basculer de la marche arrière à la marche avant.

Reports

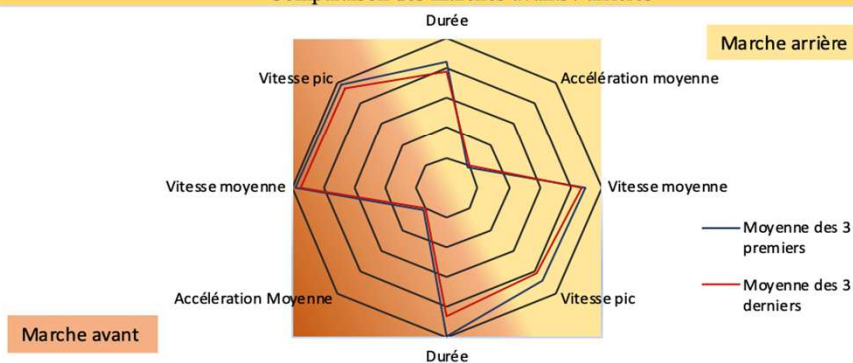


TEST DE MARCHE AV/ MARCHE AR Avec raquette

Nom	[REDACTED]	Prénom	[REDACTED]	Age	[REDACTED]
Pathologie	Paraplégique	Classification	WH1	Sexe	F
Classement		Carossage	18°	Masse	58,00
Sport	Parabadminton	Taille des roues	25,00	Taille	165,00

Données du test

Comparaison des marches avants / arrières



Variables	Moyenne 3 premières poussées		Différence	Comparatif	
	Marche AV	Marche AR		Différence Précédente	% Evolution
Durée Moy	1,52	1,79	15%		
Acc Moy	1,11	0,98	12%		
Vmax Moy	6,64	5,97	10%		

Variables	Moyenne 3 dernières poussées		Différence	Comparatif	
	Marche AV	Marche AR		Différence Précédente	% Evolution
Durée Moy	1,76	1,94	10%		
Acc Moy	1,01	1,00	1%		
Vmax Moy	6,40	5,56	13%		

Reports



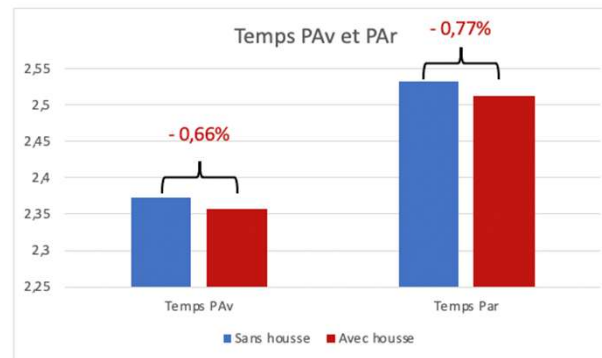
Comparaisons [redacted] avec et sans housse de dossier

Comparaison des deux conditions :

	Tps PAV	Tps PAR	Transition PAR	V _{max} PAV	V _{max} PAR	TA PAV	TA PAR
Condition 1	2,37	[redacted]	0,39	[redacted]	16,63	[redacted]	28,96
Condition 2	2,36	[redacted]	0,39	[redacted]	16,40	[redacted]	28,26
Diff	-0,66%	- [redacted]	-1,74%	- [redacted]	-1,35%	+ [redacted]	+2,42%

Avec :

- Condition 1 : condition sans housse de dossier
- Condition 2 : condition avec housse de dossier
- Temps PAV : durée lors des passages en propulsion avant en s
- Temps PAR : durée lors des passages en propulsion arrière en s
- Transition PAR : temps de transition pour basculer de la propulsion arrière à la propulsion avant en s
- V_{max} PAV : vitesse maximale lors des propulsions avant en km/h
- V_{max} PAR : vitesse maximale lors des propulsions arrière en km/h
- TA PAV : taux d'accélération du sportif en propulsion avant en %
- TA PAR : taux d'accélération du sportif en propulsion arrière en %
- Diff : différence en pourcentage entre la condition 1 et la condition 2



Reports

Individualised monitoring of two athletes



**Questioning protective cover
Energy return backrest
Transitional striking motion
Transition from 25 to 26 inches**



Questions about his footrest palette

Reports

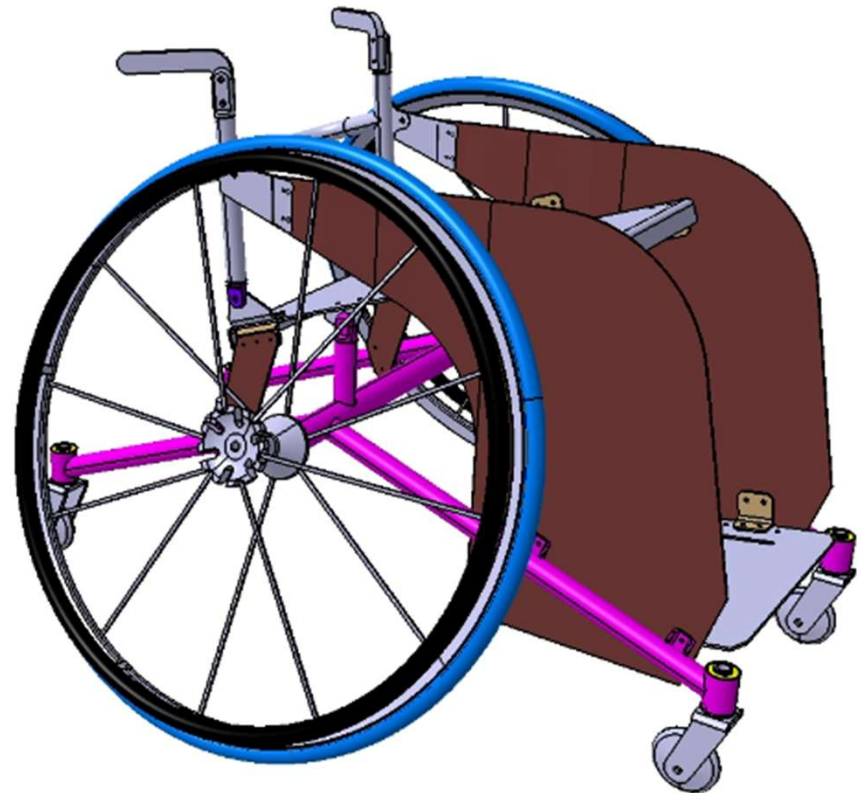
Individualised monitoring of two athletes



**Protective cover validation
26-inch passage
Design of a second Airbus
chair and a second chair
carbon wheels in progress**

**New footrest pallet with knee at 90°
→ installed but broken → second
pallet in production**

Reports



Video Analysis



	WH1	WH2	
Mesures	Moy (ET)	Moy (ET)	p
TT (min)	41.82 (±10.67)	37.81 (±13.3)	0.490
% TE	35.62 (±5.53)	41.92 (±7.51)	0.050 *
% TR	64.38 (±5.53)	58.08 (±7.51)	0.050 *
DT	0.56 (±0.14)	0.75 (±0.29)	0.050 *
CT	2.87 (±0.43)	2.44 (±0.36)	0.038 *



Clear

43 % WH1 ; 41 % WH2
Plus de temps de remplacement



Net Shot

7 % WH1 ; 10 % WH2
Capacités fonctionnelles

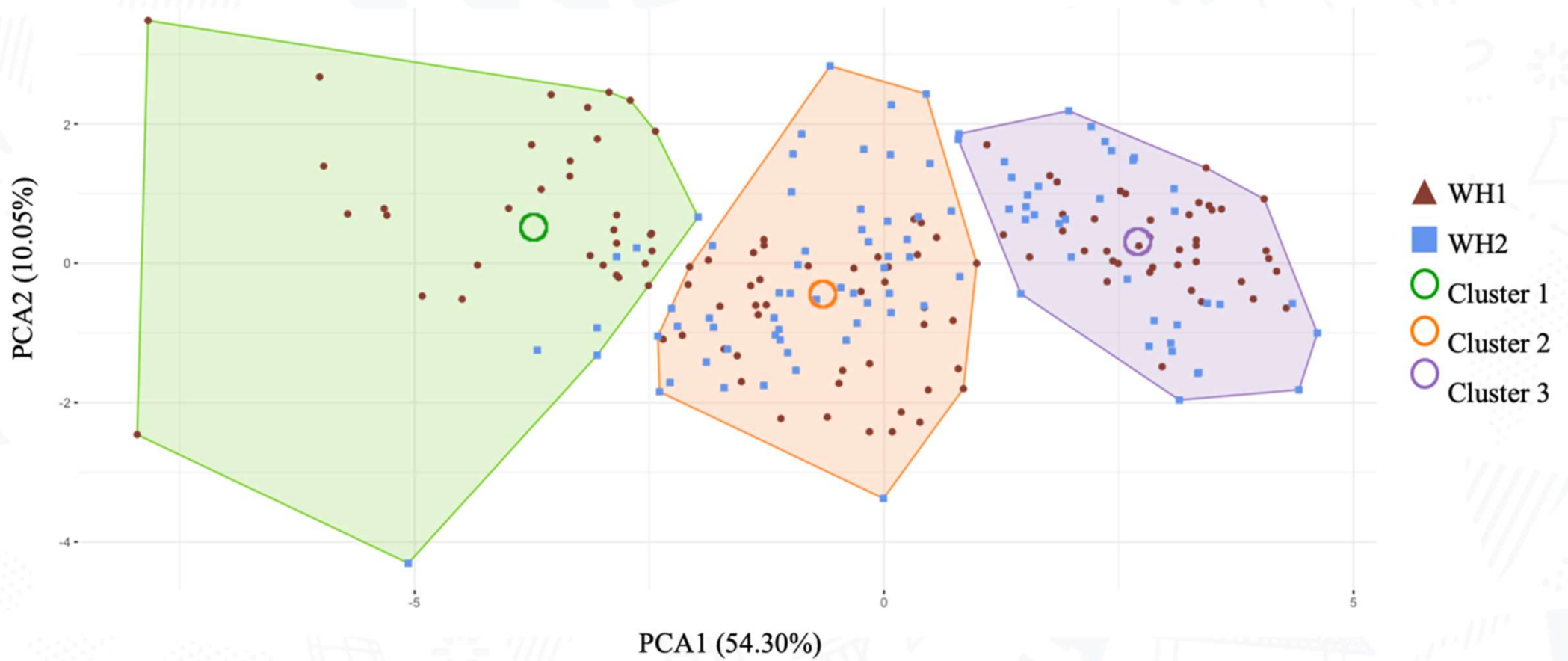
Fautes Directes

53,2 % WH1 ; 41,39 % WH2

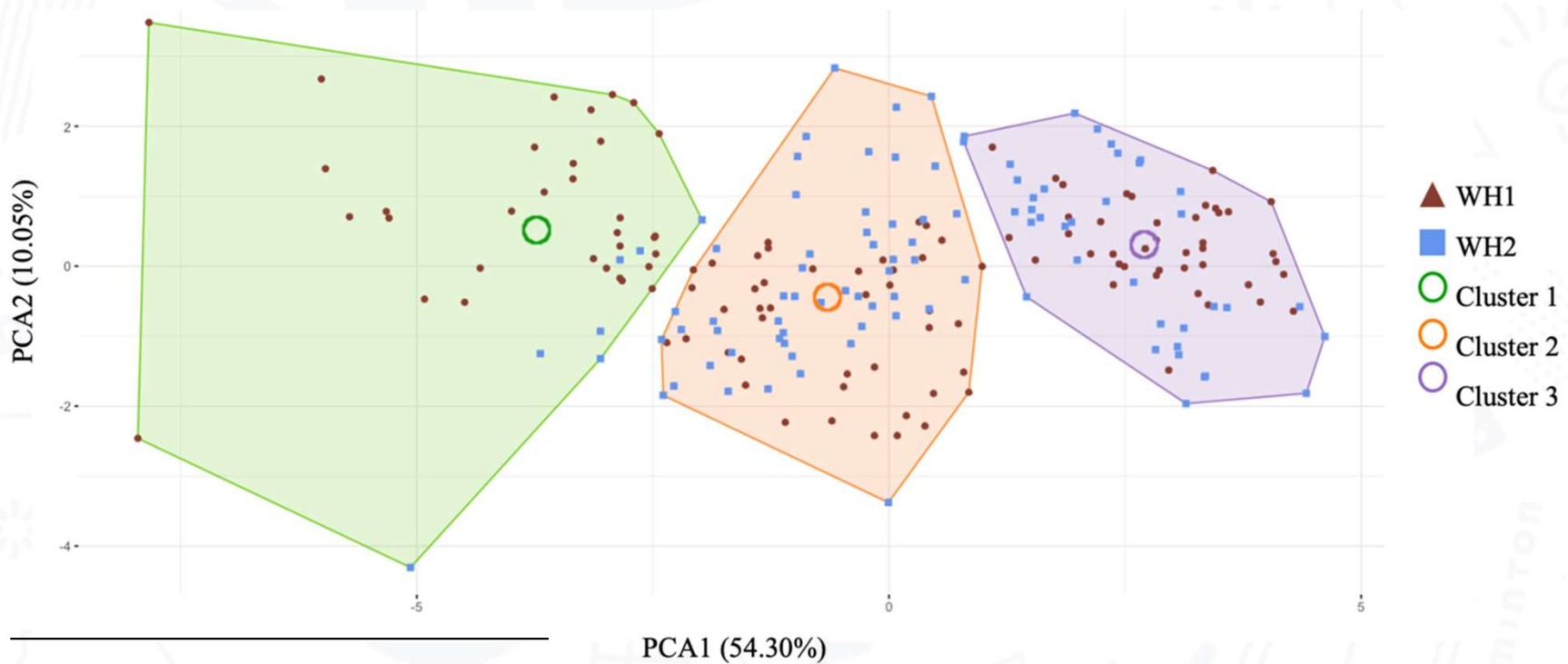
Fautes provoquées

12,61 % WH1 ; 22,18 % WH2

To Go Further



To Go Further



	WH1	WH2
Cluster 1	82.50	17.50
Cluster 2	45.26	54.74
Cluster 3	52.56	47.44

3 clusters → against the initial hypothesis

To Go Further

Adding a potential explorer factor: years of experience → may be one of the factors behind the creation of three clusters

	Less Experienced	Experienced	Very Experienced
Cluster 1	57.53	42.47	0.00
Cluster 2	46.97	50.00	3.03
Cluster 3	4.05	59.46	36.49

“Less experienced”: < 5 years of practice
“Experienced”: between 5 and 10 years of practice
“Very experienced”: > 10 years of practice

To Go Further

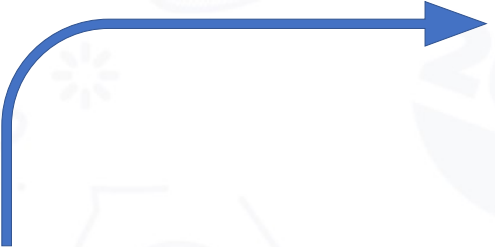
3 clusters → would indicate a need to evolve the current classification towards a classification with 3 classes → but the results of this study need to be interpreted with caution

Performance parameters for clustering analysis due to their rapid measurement and ease of acquisition but athlete's performance can vary for various reasons, both intrinsic and extrinsic.

To Go Further



Add functional data from the trunk to improve the methodology



Propose the use of these data in the classification process to move towards evidence-based classification and confirm the current classification or develop it further

**Thank you for your
attention**

**Ilona Alberca, PhD
Research engineer at J-AP2S
University of Toulon
Mail: ilona.alberca@univ-tln.fr**

