

Alain Roussange

Année 2011-2012

L'incidence d'une préparation physique chez le golfeur

Mythe ou réalité ?

Point de vue de Posturo-pro



Mémoire pour l'obtention du DIU de Posturologie Clinique

Université d'Aix-Marseille I - Faculté des Sciences

Université de Paris VI – Faculté de médecine

Université de Grenoble I – Faculté de médecine

Université de Toulouse III – Faculté de médecine

INTRODUCTION

1. LA POPULATION ETUDIEE	5
1.1. Le groupe 1	5
1.2. Le groupe 2	6
2. LE MATERIEL ET LES LOGICIELS EMPLOYES.....	7
2.1. Le matériel	7
➤ La plateforme statique et dynamique Multitest-Equilibre	7
2.2. Les logiciels	9
➤ Le logiciel « Posturo-Pro »	9
➤ Le logiciel statistique de Microsoft : XLSTAT.....	12
3. L'EXAMEN : PRISE DE DONNEES.....	13
3.1. Les conditions d'examen.....	13
3.2. Les données relevées.....	14
3.3. La procédure d'analyse	14
4. L'ANALYSE	15
4.1. La Comparaison de l'IIP des deux groupes.....	15
4.2. L'analyse des valeurs de l'IP	20
4.3. L'analyse de l'ICP	20

CONCLUSION

Remerciements

Bibliographie

Annexes

Le Golf est un sport qui demande des compétences de force, d'endurance, de coordination, de contrôle postural, de concentration, de précision et de régularité.

Ces compétences sont recrutées le temps du swing, mais doivent être répétées de nombreuses fois tout au long d'un parcours de 18 trous.

Un parcours fait en moyenne 6000 mètres et couvre environ 40 à 50 hectares, il est composé de 18 trous répartis en Part 3, Part 4 et Part 5. Le Par total d'un parcours de 18 trous tourne généralement autour de 72.

Il est donc facile de comprendre les difficultés que rencontrent les professionnels lors d'un tournoi international. Ils doivent parcourir la planète pour jouer, pallier aux effets du décalage horaire, avoir et conserver le meilleur niveau de précision, avec la meilleure puissance de balle plus de 60 fois de suite le tout en parcourant environ 6 kilomètres de marche.

Certaines études montrent l'implication de l'image mentale dans l'apprentissage des habiletés motrices et morpho cinétiques. Il existe une forme de codage symbolique utilisé par les enseignants, les entraîneurs, les athlètes eux-mêmes afin de déclencher l'action et de la contrôler.(M. LE HER-CREPS des Antilles et de la Guyane, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe).

D'autres études montrent l'implication de la proprioception et de la contribution des fibres musculaires dans la représentation de la verticale : Verticale Posturale Sagittale. Des tests de vibration du tendon d'Achille entraîne une inclinaison en arrière de $2.7^{\circ} \pm 0.8^{\circ}$ (G. BARBIERI, AS. GISSOT, D. PERENNOU, Contrôle postural et représentations spatiales de la neurobiologie à la clinique : Liliane Borel et Michel Lacour, Ed.SOLAL, Marseille-2007)

L'entraînement physique est connu pour ses principes d'amélioration du contrôle postural mais certains travaux montrent aussi que les effets de l'exercice musculaire aigu local ou général peuvent au contraire perturber ce contrôle postural si les muscles atteignent un certain niveau de fatigue générale et que cette fatigue musculaire locale proximale ou distale a une

incidence sur la stratégie posturale. Les exercices généraux tels que la marche ou la course ont une incidence plus importante que le vélo sur le contrôle postural. Les compensations de stratégies posturales sont plus efficaces en cas de fatigue distale que proximale (Th. PAILLARD. Posture, Exercice Physique, vieillissement et pathologies, P.DUPUI, R.MONTOYA, M.LACOUR, Ed.Solal, Marseille-2009).

Compte tenu du fait que la statique est au service du mouvement, les stratégies biomécaniques nécessaires à la posture du swing sont ainsi dépendantes des stratégies de boucles de régulation nerveuse choisies. L'objectif est d'assurer la meilleure stabilité le temps du swing en engageant l'énergie juste nécessaire afin de pouvoir assurer la meilleure précision sur l'ensemble du parcours.

Pendant très longtemps le golf n'a pas été considéré comme un sport. Ce n'est que récemment que la notion de sport a été admise par tous et qu'une rigueur de préparation physique, technique et mentale est mise en place de manière fédérale pour former les futurs professionnels du golf.

La stratégie posturale peut-elle être différente selon qu'un groupe est préparé physiquement ou non ?

J'ai choisi volontairement de limiter l'étude à l'axe antéro-postérieur qui a été moins étudié chez le golfeur que l'axe médio-latéral qui lui, compte pour beaucoup pendant la réalisation du swing. Le poids de cet axe sagittal est important dans la phase préparatoire au geste et de réglage des paramètres du joueur afin d'assurer sa stabilité avant de lancer son mouvement.

1. LA POPULATION ETUDIEE

Deux groupes de jeunes golfeurs ont accepté de venir au sein de mon cabinet pour tester leurs performances posturales sur une plateforme Stabilométrique dynamique.

Ils sont tous de sexe masculin, tous en bonne santé, ont tous moins de 18 ans, ont tous un très bon niveau de golf.

Leur point commun est une forte passion pour ce sport, ce qui se traduit par une implication totale dans cette discipline malgré une différence entre chaque individu sur la quantité de jeu pratiqué au moment de cette évaluation, dû en particulier à la différence d'âge.

1.1. Le groupe 1

Il est composé de six jeunes garçons, âgés de 14 à 18 ans, mesurant entre 1m75 et 1m80, pèsant entre 64 et 85 Kg.

Groupe 1	Age	Taille (Cm)	Poids (Kg)
D.J.	18	177	64
E.J.	16	180	66
L.R.	15	175	85
M.N.	15	176	72
M.J.	14	179	65
M.P.	16	180	67

La moyenne du groupe est de 15.7 ans, 177.8 cm et 69.8 Kg.

Ils ont tous intégré le Pôle France Golf au CREPS d'Antibes qui regroupe les meilleurs joueurs Français de moins de 18 ans. Ils ont tous suivi depuis au moins un an une formation spécifique comprenant : une base d'entraînement commune de 20 heures hebdomadaire plus un suivi dans 20 tournois par an.

Cet entraînement comporte des cours de technique golfique, une préparation physique commune générale afin d'améliorer la résistance, la vitesse et la tonicité musculaire. Une préparation physique commune spécifique de type proprioceptive qui comporte des exercices d'équilibre yeux ouverts et yeux fermés sur plan instable type coussin gonflable, swing les yeux fermés, swing sur tapis de balles.

1.2. Le groupe 2

Il est composé de 5 jeunes garçons âgés de 12 à 16 ans, mesurant entre 1m53 et 1m76 et pesant entre 58 et 71 Kg.

Groupe 2	Age	Taille (Cm)	Poids (Kg)
F.L.	16	169	58
F.N.	12	153	45
B.J.	17	176	62
B.C.	18	173	71
P.R.	17	175	66

La moyenne de ce groupe est de 16 ans, 169,2 cm, et 60.4 Kg.

Ils suivent tous une scolarité classique. Ils sont pris en charge dans l'école privée de Golf : « Junior Golf Academy » du Provençal Golf de Sophia-Antipolis.

Leur entraînement comporte 3 heures de cours de technique de golf dispensées par les professeurs d'état, les mercredi après-midi et les samedis après-midi, plus la participation à plusieurs tournois dans l'année.

Ils n'ont pas de suivi dans le domaine de la préparation physique. Ils font les sports qui sont imposés dans le cadre de la scolarité traditionnelle.

Ils ont un niveau golfique leur permettant de prétendre à participer aux sélections pour intégrer le Pôle France golf.

2. LE MATERIEL ET LES LOGICIELS EMPLOYES

2.1. Le matériel

➤ La plateforme statique et dynamique Multitest-Equilibre

J'ai choisi d'utiliser la plateforme Stato-Dynamique développée par la société FRAMIRAL : le Multitest.

Ce plateau est un appareil qui pèse 100 Kg, mesure 1,60m de hauteur et 1m de diamètre.

Il comporte 3 jauges de pression placées de façon équilatérales et dont la plage de mesure est de 5 à 135Kg environ.

Il est alimenté en basse tension (12V) par un bloc mural externe 230V.

Il permet la capture du signal de déplacement du centre de pression du sujet en position stable grâce à un plan d'appuis fixes, mais aussi en dynamique grâce à la possibilité de libérer ce plan d'appuis et de le rendre mobile. Le sujet est alors debout sur le plateau qui est suspendu à

des ressorts dont on peut moduler la puissance électriquement par l'intermédiaire de vérins pneumatiques.

Ce plateau sur lequel se trouve le sujet est alors libre dans les 3 plans de l'espace. Il est totalement asservi.

La fréquence d'acquisition est de 50HZ et la résolution en déplacement est de 16bits.



2.2. Les logiciels

➤ Le logiciel « Posturo-Pro »

Ce logiciel permet l'analyse du signal selon des algorithmes de traitement basés sur des nouvelles méthodes d'analyse mathématiques appliquées au traitement du signal Stabilométrique. Il est le résultat d'une collaboration entre chercheurs et ingénieurs en traitement du signal pour son développement (UMR 6149 :M.lacour) et la Société FRAMIRAL pour sa mise en forme sous Windows.

Ce logiciel permet d'intégrer l'axe Z dans ses calculs et de ce fait obtenir une décomposition du signal en ondelettes qui correspond à la représentation en trois dimensions du statokinésigramme.

Il permet ainsi de déterminer et de calculer l'Indice d'Instabilité Posturale (IIP), l'Indice de Puissance (IP) et L'Indice de Contrôle Postural (ICP), les temps d'annulation, les points d'Hausdroff, l'analyse de diffusion.

Une analyse quantitative l'IIP, l'IP et L'ICP :

L'Indice d'Instabilité Posturale : Cet indice est calculé à partir de deux autres valeurs : Indice de Puissance (IP) et Indice de Contrôle Postural (ICP).

Il permet d'avoir en quelque sorte une « note globale » du sujet et d'avoir rapidement une idée du niveau de contrôle postural de la personne.

L'Indice de Contrôle Postural : Cet indice est calculé à partir de l'intégrale des surfaces sous la courbe correspondant aux temps d'annulation.

La courbe des temps d'annulation est représentée par un graphe en deux dimensions comportant le temps en ordonnée et les fréquences en abscisse. Cette courbe correspond au bon fonctionnement du contrôle postural dans les plages de fréquences données.

Cet ICP permet d'avoir une analyse quantitative de la bonne stabilité du sujet.

Un ICP élevé correspond donc à un sujet qui possède un très bon contrôle postural, un ICP faible témoigne de l'existence de déficits dans le contrôle de la posture.

L'Indice de Puissance, l'IP : L'Indice de Puissance permet de quantifier le niveau général de puissance engagée par le sujet pour assurer son bon contrôle postural.

Cet indice est calculé à partir de la représentation graphique en deux dimensions des puissances (ordonnée) en fonction des fréquences (abscisse). Le calcul de l'IP consiste à prendre l'Intégrale des surfaces représentées par cette courbe.

Un sujet qui possède un IP élevé est un sujet qui engage beaucoup d'énergie à sa tâche posturale ce qui est contraire au principe de base physiologique de l'homme debout.

L'analyse des Indices de Puissance et d'Indice de Contrôle Postural se fait dans trois bandes de fréquence : 0.05-0.5Hz, 0.5-1.5Hz, 1.5-10Hz.

Ces trois bandes de fréquence correspondent aux différentes boucles de régulation du contrôle postural : les boucles courtes sont celles qui ont un temps de latence très court et qui correspondent à une fréquence des oscillations posturales très élevées. Ce sont les boucles de la proprioception.

Les boucles longues sont celles dont le temps de latence entre le récepteur sensoriel et l'effecteur est élevé. La fréquence des oscillations posturales est alors moins importante. Ce

sont celles qui correspondent aux boucles de régulation de la rétillée, du cervelet, du système visuel et de l'oreille interne.

Il a été démontré (PH. DUPUI, R.MONTOYA, *Physiologie, Technique, Pathologies, Solal éditeur, Marseille-2003*) que la bande de fréquence 0.05-0.5 Hz correspond aux boucles de régulations qui font intervenir le système visuel. La bande de fréquence 0.5-1.5Hz correspond aux boucles de régulation qui font intervenir la rétillée et le cervelet. La bande de fréquence 1.5-10Hz est celle qui révèle l'utilisation des boucles courtes de la régulation posturale, qui est le système proprioceptif.

Une analyse qualitative : décomposition en ondelettes du signal

Un parfait contrôle postural implique le déplacement minimum du centre de pression, avec un minimum de puissance engagée.

Nous avons la possibilité, grâce à l'analyse mathématique par décompensation en ondelettes, d'avoir sur une seule image une représentation fonctionnelle de ce signal, et de ce fait de connaître la performance posturale du sujet, ainsi que les boucles de régulation qui permettent son équilibrage.

Cette décomposition du signal permet d'en avoir une représentation en trois dimensions : Puissance et fréquence en fonction du temps.

La fréquence est représentée en ordonnée, le temps en abscisse. Les puissances sont lisibles par un code de couleur allant de froide à chaude pour des puissances allant de faible à forte.

Cette représentation prend donc la forme d'une carte d'état-major dont les lignes courbes de niveaux et les couleurs sont alors assimilées à des niveaux de puissances différentes.

Par convention les couleurs chaudes (jaune, orange, rouge) sont attribuées à des puissances élevées et les couleurs froides (vert, bleu) à des puissances faibles.

Cette analyse est plus complète que l'analyse FFT du signal. Il a été démontré que dans le cas d'un sujet sain qui pendant l'examen, à un instant t, subit une perte d'attention, ou tout autre chose, la FFT va montrer un pic de fréquence que l'on peut confondre avec un phénomène physiologique. La méthode des ondelettes montre clairement que cette puissance ponctuelle est très certainement le fruit d'un artéfact qui ne remet pas en cause la performance de la régulation posturale.

Toutefois cette analyse se prête difficilement à l'analyse d'un groupe par rapport à un autre groupe.

Aussi dans le cadre de cette étude la comparaison se fera uniquement à partir de données quantitatives. L'analyse qualitative pourra alors faire l'objet d'une autre étude faite à partir des différences que nous avons trouvées par exemple.

➤ **Le logiciel statistique de Microsoft : XLSTAT**

Ce logiciel possède un très grand nombre d'algorithmes de calculs statistiques.

Il me permet de choisir le test statistique le plus pertinent en fonction des groupes de populations étudiés.

Ici compte tenu du petit nombre d'individu et de l'inégalité en nombre de sujets dans les deux groupes, je retiens le test d'hypothèse non paramétrique de Mann-Whitney.

Il permet la comparaison des deux groupes selon deux hypothèses et un niveau de signification seuil alpha de 5%.

L'hypothèse H_0 est : la différence de position des échantillons est égale à 0.

La P-Value est alors calculée et si elle est supérieure au seuil de signification alpha (P-Value supérieur 0.05) alors on ne peut pas rejeter l'hypothèse H_0 que les deux groupes sont identiques. La différence des groupes n'est donc pas significative.

L'hypothèse H_a est : Si la P-Value est inférieure à 0.05, alors la différence de position des échantillons est différente de 0. Cette différence est donc significative et peut donc être utilisée.

Cet outil permet ainsi de valider ou invalider les différences relevées au cours de l'analyse.

3. L'EXAMEN : PRISE DE DONNEES

3.1. Les conditions d'examen

L'examen des sujets se déroule au sein de mon cabinet et l'ensemble des joueurs a accepté de s'y déplacer afin de pouvoir subir différents tests stabilométriques sur la plateforme FRAMIRAL.

La prise de données se fait selon quatre étapes successives :

- Plan stable, yeux ouverts avec fixation oculaire,
- Plan stable, yeux fermés,
- Plan instable, yeux ouverts plus fixation oculaire,
- Plan instable, yeux fermés.

Le Multitest est placé dans une pièce entièrement dédiée à cela, totalement noire, le plan de projection est à une distance de 1,2m du sujet.

Afin d'éliminer les valeurs perturbées par l'effet surprise du premier test et l'effet adaptation du plateau dynamique, seuls les deuxième et troisième passages sur la plateforme ont été retenus pour les calculs.

3.2. Les données relevées

Au cours des passages sur la plateforme Multitest, les valeurs d'Indice d'Instabilité Posturale, d'Indice de Puissance, d'Indice de Contrôle Postural sont regroupées sous forme de tableau (Cf Annexes 1, 2, 3)

Les valeurs IP et l'ICP sont mesurées dans les trois bandes de fréquences habituelles des boucles de régulations.

Afin de faciliter la lecture et la comparaison des données toutes les valeurs IP ont été ramenées à une échelle logarithmique : $10 \cdot \log(IP)$, et les valeurs comparées sont les moyennes des valeurs issues des deux passages sur la plateforme.

3.3. La procédure d'analyse

Cette analyse est faite à partir des données quantitatives relevées pendant l'examen.

Pour une question pratique, l'analyse en ondelettes ne se prête pas facilement à la comparaison des groupes testés.

Les deux groupes sont donc comparés à partir des valeurs d'IIP, d'IP et d'ICP. Une représentation graphique en étoile nous permet de mieux visualiser les différences.

Les graphes d'IP et d'ICP sont faits pour chaque bande de fréquence des boucles de régulation : 0.05-0.5Hz, 0.5-1.5Hz, 1.5-10Hz.

Les différences notées sont ensuite analysées par le test d'hypothèse de Mann-Whitney pour déterminer si elles sont significatives.

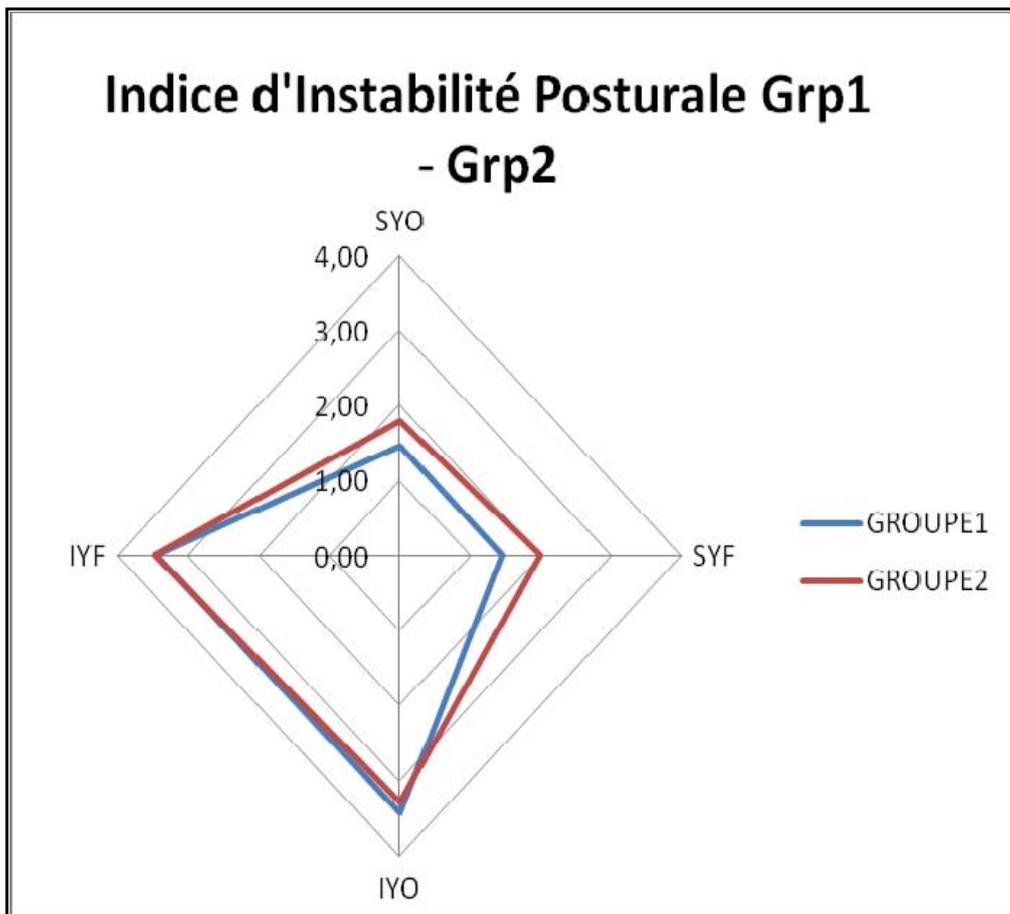
4. L'ANALYSE

L'idée princeps étant de voir si un entraînement physique spécifique à un groupe est favorable au groupe concerné et de voir si la stratégie posturale est influencée par cette préparation.

4.1. La comparaison de l'IIP des deux groupes

Groupe 1	stable		instable	
	SYO	SYF	IYO	IYF
Moyennes				
IIP				
D.J.	1,51	1,47	2,76	3,23
E.J.	1,505	1,325	2,83	3,345
L.R.	1,69	1,555	3,35	3,495
M.N.	1,21	1,18	3,215	2,925
M.J.	1,39	1,8	4,025	3,75
M.P.	1,49	1,42	4,35	4,02

Groupe 2	stable		instable	
	SYO	SYF	IYO	IYF
Moyennes				
IIP				
F.L.	1,39	2,31	3,26	3,25
F.N.	1,28	1,16	2,31	2,88
B.J.	2,36	1,92	3,44	3,38
B.C.	1,97	2,11	3,09	3,80
P.R.	1,70	2,52	4,11	4,08



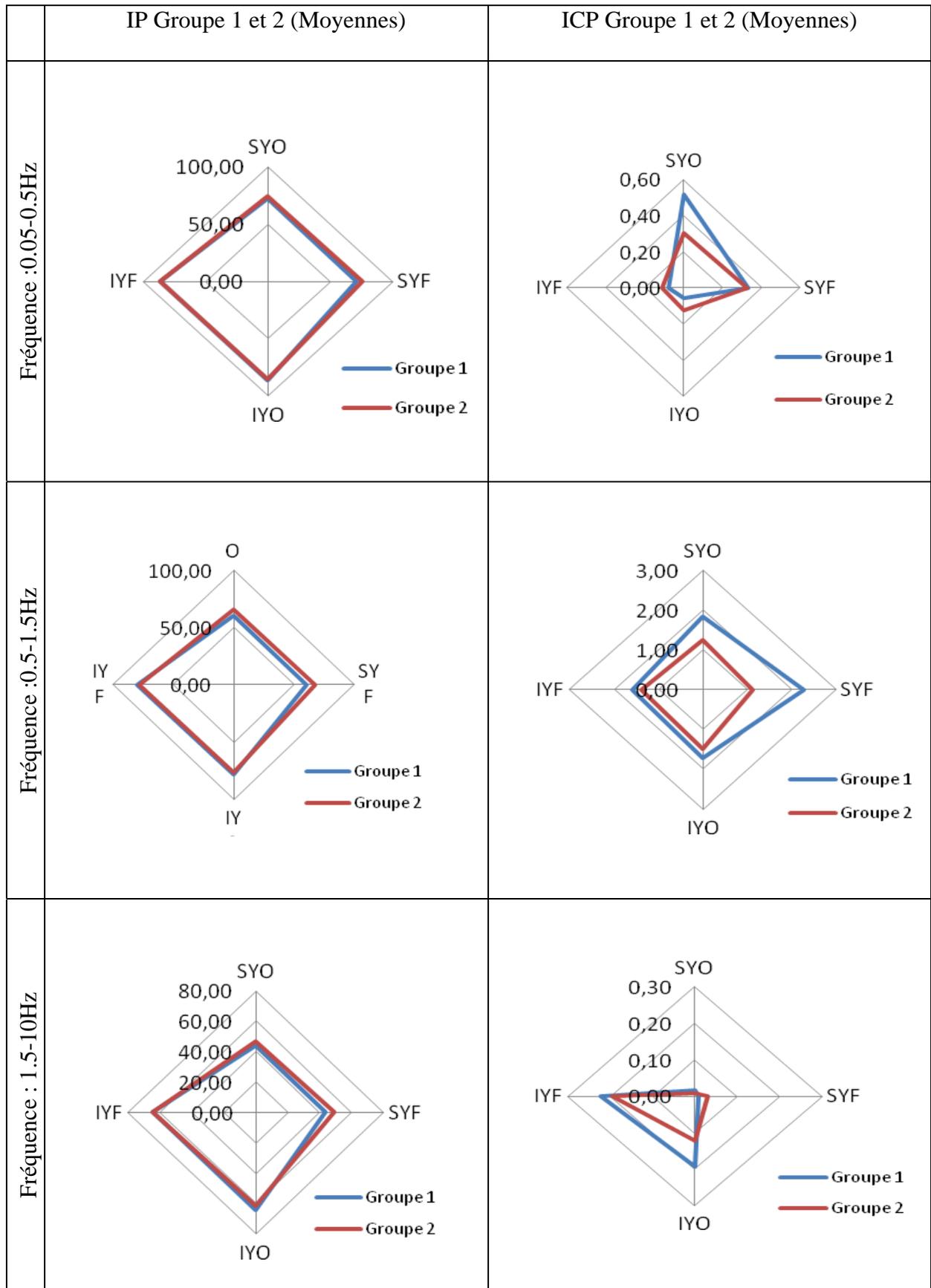
L'indice d'Instabilité Posturale des deux groupes diffère uniquement sur plan stable et cette différence semble plus importante les yeux fermés que les yeux ouverts.

Le test d'hypothèse de Mann-Whitney révèle des valeurs de P-Values bien supérieures à la valeur seuil de signification alpha de 0.05. Les différences ne sont pas suffisamment significatives pour conclure à une différence (Cf Annexes 4 à 7)

Comparaison des deux groupes selon l'IP et ICP sur chaque bande de fréquence, valeurs et représentations graphique

Groupe 1 (Moyennes)		STABLE				INSTABLE			
		SYO		SYF		SYO		SYF	
		SYO	SYO	SYF	SYF	IYO	IYO	IYF	IYF
		IP	ICP	IP	ICP	IP	ICP	IP	ICP
D.J.	0,05-0,5Hz	73,28	0,20	75,04	0,22	80,68	0,13	84,93	0,06
	0,5-1.5Hz	61,65	1,44	61,77	3,36	76,14	1,04	81,68	0,89
	1,5-10Hz	43,70	0,01	44,16	0,01	56,20	0,04	61,58	0,08
E.J.	0,05-0,5Hz	70,62	0,73	67,73	0,24	78,48	0,09	81,28	0,17
	0,5-1.5Hz	59,82	2,52	57,29	2,38	71,79	3,24	77,39	1,40
	1,5-10Hz	44,39	0,03	42,53	0,02	57,73	0,45	63,05	0,46
L.R.	0,05-0,5Hz	74,35	0,74	73,99	0,46	91,55	0,04	89,03	0,08
	0,5-1.5Hz	63,21	1,77	61,00	2,53	80,01	2,01	80,54	2,38
	1,5-10Hz	46,07	0,05	45,12	0,00	67,95	0,19	64,48	0,29
M.N.	0,05-0,5Hz	67,36	0,57	66,84	0,50	85,37	0,03	82,42	0,08
	0,5-1.5Hz	55,82	2,94	56,41	1,74	75,53	2,25	70,95	2,72
	1,5-10Hz	41,32	0,01	40,71	0,00	61,84	0,23	64,14	0,16
M.J.	0,05-0,5Hz	72,35	0,46	73,55	0,28	88,37	0,05	85,67	0,06
	0,5-1.5Hz	61,48	0,98	66,45	2,39	82,17	0,69	81,45	1,35
	1,5-10Hz	43,22	0,01	47,35	0,02	69,50	0,08	66,76	0,13
M.P.	0,05-0,5Hz	74,15	0,41	71,45	0,31	94,78	0,02	92,35	0,03
	0,5-1.5Hz	60,84	1,43	60,65	1,21	86,43	1,17	87,13	0,82
	1,5-10Hz	43,66	0,01	43,10	0,01	72,66	0,19	69,74	0,23

Groupe 2 (Moyennes)		STABLE				INSTABLE			
		SYO	SYO	SYF	SYF	IYO	IYO	IYF	IYF
		IP	ICP	IP	ICP	IP	ICP	IP	ICP
F.L.	0,05-0,5Hz	71,35	0,32	79,08	0,16	81,82	0,13	86,03	0,07
	0,5-1.5Hz	63,14	0,84	73,19	0,80	78,78	1,16	76,93	1,82
	1,5-10Hz	43,15	0,00	52,41	0,02	62,23	0,08	62,21	0,04
F.N.	0,05-0,5Hz	68,35	0,39	65,15	0,48	78,40	0,37	76,30	0,28
	0,5-1.5Hz	60,81	1,75	56,39	1,69	66,32	2,25	73,63	1,30
	1,5-10Hz	41,80	0,00	40,82	0,00	52,86	0,07	58,39	0,19
B.J.	0,05-0,5Hz	74,94	0,39	71,81	0,48	85,90	0,06	88,34	0,09
	0,5-1.5Hz	70,40	0,98	66,60	0,99	76,89	1,75	78,18	0,98
	1,5-10Hz	52,99	0,02	48,55	0,07	62,88	0,17	64,59	0,30
B.C.	0,05-0,5Hz	78,53	0,23	78,18	0,29	86,46	0,04	89,13	0,07
	0,5-1.5Hz	67,18	1,80	66,99	1,64	74,27	1,21	79,48	1,61
	1,5-10Hz	49,16	0,01	50,84	0,04	60,59	0,10	67,40	0,19
P.R.	0,05-0,5Hz	75,41	0,18	83,89	0,23	95,14	0,03	91,89	0,05
	0,5-1.5Hz	66,60	0,84	74,69	0,53	84,45	1,12	81,82	1,26
	1,5-10Hz	46,08	0,02	54,43	0,03	70,02	0,21	70,21	0,27



4.2. L'analyse des valeurs de l'IP

La lecture des valeurs de l'IP et la visualisation des graphiques correspondants montrent que l'IP des deux groupes semble quasi-identique et ce dans les trois bandes de fréquences.

Le test d'hypothèse de Mann-Whitney nous confirme que ces différences sont négligeables et ces groupes sont identiques dans leurs valeurs (Cf Annexes 8 à 19)

A remarquer tout de même que la plus grande différence des échantillons est dans les conditions de plan stable, les yeux ouverts, dans la bande de fréquence 0.5-1.5Hz ainsi que sur plan stable, les yeux fermés, et dans la bande de fréquence 1.5-10Hz. Toutefois les plus-values sont légèrement au-dessus du seuil alpha de 0.05 ce qui ne nous permet pas de valider cette différence.

4.3. L'analyse de l'ICP

L'analyse de l'ICP nous montre tout autre chose.

Dans la bande de fréquence 0.05-0.5Hz le groupe 1 se distingue par un meilleur ICP en situation stable les yeux ouverts facilement visible sur la courbe du graphe. Dans les autres situations la différence entre les deux groupes n'est pas clairement identifiable.

Le test de Mann-Whitney calcule une P-value égale à 0.043, ce qui est inférieur au seuil alpha de 0.05. Cette P-Value nous permet de confirmer que la différence des deux groupes visible sur la courbe est significative en situation stable, les yeux ouverts (Cf Annexes 20 à 31)

Dans la bande de fréquence 0.5-1.5Hz, on peut voir sur le graphe que le groupe 1 se distingue plus largement avec un ICP plus important dans les situations stables les yeux ouverts et fermés. En situation instable la différence n'est pas visible.

Le test de Mann-Whitney qualifie cette différence de significative uniquement en situation stable les yeux fermés. Dans toutes les autres situations les P-value sont supérieures au niveau seuil de signification alpha ce qui ne permet pas de considérer ces groupes différents.

Dans la bande de fréquence 1.5-10Hz le groupe 1 a un ICP supérieur au groupe 2 uniquement en situation instable les yeux ouverts. Il semble même que l'ICP du groupe 1 est inférieur à l'ICP du groupe 2 en situation stable les yeux fermés.

L'analyse du test de Mann-Whitney calcule la P-Value en situation stable yeux fermés à une valeur de 0.069. Elle est légèrement supérieure au seuil de signification alpha ce qui ne nous permet donc pas de conclure à une différence de groupe dans cette situation même si elle est remarquable sur le graphe.

Cette analyse nous confirme qu'il n'est pas possible considérer une différence dans ces groupes dans les différentes situations.

Analyse des P-Values :

P-Value IIP			
Stable Yeux Ouverts	Stable Yeux Fermés	Instable Yeux Ouverts	Instable Yeux Fermés
0,351	0,126	0,931	0,931

	P-Value IP			
	Stable Yeux Ouverts	Stable Yeux Fermés	Instable Yeux Ouverts	Instable Yeux Fermés
Fréquences 0,05-0,5Hz	0,329	0,329	0,931	0,662
Fréquences 0,5-1,5Hz	0,082	0,125	0,662	0,537
Fréquences 1,5-10Hz	0,429	0,082	0,792	0,931

	P-Value ICP			
	Stable Yeux Ouverts	Stable Yeux Fermés	Instable Yeux Ouverts	Instable Yeux Fermés
Fréquences 0,05-0,5Hz	0,043	0,931	0,459	0,619
Fréquences 0,5-1,5Hz	0,165	0,017	0,974	0,931
Fréquences 1,5-10Hz	0,372	0,069	0,398	0,931

La valeur significative seuil alpha est égale à 0.05. Toutes les valeurs inférieures traduisent que la différence entre les deux groupes est significative dans les conditions de test de la valeur donnée.

Il est donc facile de constater qu'il existe une différence entre le groupe 1 et le groupe 2. Les graphes nous permettent de dire que le groupe 1 a un meilleur contrôle postural en condition stable les yeux ouverts et les yeux fermés. Cette différence se fait essentiellement sur l'utilisation des boucles de régulation longues visuelles et de l'oreille interne, ainsi que les boucles de régulation réticulée et cervelet.

CONCLUSION

Si de nombreuses études ont montré que la préparation physique améliore la performance du geste de façon significative, on peut s'attendre à ce qu'il en soit de même pour la performance posturale.

Cette étude porte sur un très petit nombre de sujet et nécessite d'être complétée par des tests élargis à un plus grand nombre d'individus. Il convient donc d'être prudent et de ne pas conclure hâtivement.

Ainsi nous pouvons remarquer que malgré un entraînement régulier sur plan instable les yeux fermés du groupe 1 par rapport au groupe 2 au cours de leur programme de préparation physique, on peut constater que globalement la différence des deux groupes n'est pas significative si on se contente de comparer leur note globale : l'Indice d'Instabilité Posturale.

Il faut donc chercher plus en détails pour retrouver une différence.

C'est finalement uniquement sur plan stable qu'elle se révèle significative dans la bande de fréquence des boucles de régulation visuelle en situation yeux ouverts et dans la bande de fréquence des boucles de régulation de la réticulée et du cervelet en situation yeux fermés.

Ces différences significatives n'existent que dans l'Indice de Contrôle Postural mais pas dans l'Indice de Puissance pour lequel le test de Mann-Whitney ne révèle aucune différence significative.

La différence d'utilisation des boucles de régulation courtes (proprioception) entre le groupe 1 et le groupe 2 n'est pas significative.

Il semblerait donc que ce travail spécifique de préparation physique permet un meilleur contrôle postural sans changer la puissance engagée pour cela.

Afin de mieux se rendre compte du lien qui existe entre préparation physique et performance posturale, il convient de poursuivre cette étude et de comparer de nouvelles évaluations sur ces mêmes sujets à l'issue de la formation du Pôle France-Golf.

Cette comparaison d'un sujet par rapport à lui-même pourra alors se faire grâce à l'analyse qualitative en ondelettes et ainsi mieux comprendre les différences individuelles dans le groupe.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé et m'ont accompagné pour la réalisation de ce mémoire, tout particulièrement :

- Monsieur **Alain ZEITOUN**, Kinésithérapeute à Cannes
- Monsieur **Cyril Gouyon**, Entraîneur fédéral de l'équipe de France junior de golf
- Monsieur **Sébastien Longchamp**, Entraîneur de la « Junior Golf Academy » du Provençal Golf de Sophia-Antipolis
- Tous **les jeunes golfeurs** qui se sont prêtés aux tests et m'ont ainsi permis de réaliser ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

Posture, exercice physique, vieillissement et pathologies, Ph.DUPUI, R.MONTOYA, M.LACOUR (ed SOLAL 2009) :

- *Effets de l'exercice musculaire aigue sur le contrôle postural*, Th.PAILLARD.
- *Corrélat neurophysiologiques des ajustements posturaux et de l'activité des muscles ipsi et controlatéraux de la cheville induits par une fatigue unilatérale du triceps surale*, L.BERGER, S.C.REGUEME.
- *La réduction de la surface d'appui modifie-t-elle la régulation posturale*, M.JANIN, Ph.DUPUI.
- *Les sujets les plus performants sur le plan du contrôle postural sont moins affectés par des manipulations sensorielles que les autres sujets*, V.CHAUBET, R.BIZID, J.MAITRE, Th.PAILLARD

Contrôle postural et représentations spatiales de la Neurobiologie à la Clinique, L.BOREL et M.LACOUR (ed SOLAL 2007) :

- *La proprioception participe-t-elle à la construction du sens de verticalité*, G.BARBIERI, A.S.GISSOT, D.PERENNOU.
- *L'effet de la distance sur le quotient de Romberg*, Z.KAPOULA, T.T.LË.
- *Effet d'une séquence de massages plantaires sur le contrôle de la station debout non perturbé chez des sujets en bonne santé*, L.BERNARD-DEMANZE, L.BERGER, N.VUILLERME, P.ROUGIER.

Nouvelles Méthodes de traitement du signal posturographique, M.LACOUR (ed solal 2004) :

- *Analyse mathématique par décomposition en ondelettes des signaux stabilométriques : avantages par rapport à l'approche classique de la FFT.*

M.P.DUMITRESCU, M.LACOUR

Improving golf performance with a warm up conditioning programme, A FRADKIN, C SHERMAN, C FINCH

Br J Sports Med. 2004 December; 38(6): 762–765. doi: 10.1136/bjsm.2003.009399

1. Sports Med. 2009;39(9):723-41. doi: 10.2165/11315200-000000000-00000.

Competitive elite golf: a review of the relationships between playing results, technique and physique. J. HELLSTROM

Source: School of Health and Medical Sciences, Orebro University, Orebro, Sweden. PMID: 19691363 [PubMed - indexed for MEDLINE]

Entraînement sportif et équilibre postural: Performances, contrôle sensoriel et stratégies sensori-motrices, S.Mesure, J.Crémieux- CNRS Neurobiologie et mouvement-BP71-13402 Marseille Cedex20.

Imagerie mentale et apprentissage du golf, M. LE HER- CREPS des Antilles et de la Guyane, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe.

ANNEXES

1. Valeurs des Indices d'instabilité de chaque sujet lors des deuxième et troisième passage sur la plateforme et dans les quatre conditions d'analyse

Groupe 1 IIP	STABLE				INSTABLE			
	SYO		SYF		IYO		IYF	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
D.J.	1,43	1,59	1,58	1,36	2,72	2,80	3,25	3,21
E.J.	1,49	1,52	1,29	1,36	2,73	2,93	4,40	2,29
L.R.	1,12	2,26	1,39	1,72	4,49	2,21	3,84	3,15
M.N.	1,00	1,42	1,18	1,18	2,98	3,45	2,37	3,48
M.J.	1,04	1,74	1,28	2,32	4,45	3,60	3,82	3,68
M.P.	1,44	1,54	1,36	1,48	5,38	3,32	4,26	3,78

Groupe 2 IIP	STABLE				INSTABLE			
	SYO		SYF		IYO		IYF	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
F.L.	1,39	1,39	2,17	2,44	3,83	2,68	3,17	3,32
F.N.	0,90	1,65	1,21	1,11	2,54	2,07	2,30	3,45
B.J.	2,64	2,07	1,77	2,07	3,56	3,32	3,44	3,32
B.C.	1,69	2,24	2,00	2,22	3,44	2,73	3,69	3,90
P.R.	1,42	1,98	2,95	2,08	4,51	3,71	4,24	3,91

2. Valeurs des Indices de Contrôle Postural de chaque sujet lors de deux passages successifs sur la plateforme et dans les quatre conditions d'analyse

GROUPE 1 ICP		STABLE				INSTABLE			
		SYO ICP		SYF ICP		IYO ICP		IYF ICP	
		Test1	test2	Test1	test2	Test1	test2	Test1	test2
D.J.	0,05-0,5Hz	0,26	0,13	0,28	0,16	0,16	0,10	0,06	0,06
	0,5-1.5Hz	1,41	1,47	3,55	3,17	1,17	0,91	0,76	1,01
	1,5-10Hz	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,10	0,06
E.J.	0,05-0,5Hz	0,51	0,94	0,22	0,26	0,12	0,06	0,10	0,24
	0,5-1.5Hz	3,53	1,50	2,37	2,38	2,84	3,63	0,61	2,19
	1,5-10Hz	0,02	0,03	0,02	0,01	0,41	0,49	0,47	0,44
L.R.	0,05-0,5Hz	0,61	0,86	0,33	0,59	0,03	0,04	0,07	0,08
	0,5-1.5Hz	1,72	1,82	1,78	3,27	1,21	2,80	2,81	1,95
	1,5-10Hz	0,00	0,10	0,00	0,00	0,25	0,12	0,35	0,22
M.N.	0,05-0,5Hz	0,71	0,43	0,40	0,60	0,02	0,04	0,12	0,04
	0,5-1.5Hz	2,65	3,22	1,17	2,30	1,59	2,90	2,81	2,63
	1,5-10Hz	0,00	0,01	0,00	0,00	0,17	0,28	0,06	0,26
M.J.	0,05-0,5Hz	0,34	0,58	0,38	0,17	0,03	0,06	0,06	0,05
	0,5-1.5Hz	1,16	0,80	3,69	1,09	0,48	0,90	1,29	1,41
	1,5-10Hz	0,01	0,00	0,00	0,03	0,10	0,06	0,09	0,16
M.P.	0,05-0,5Hz	0,50	0,32	0,45	0,16	0,01	0,02	0,03	0,03
	0,5-1.5Hz	2,26	0,59	1,95	0,46	0,25	2,08	0,58	1,06
	1,5-10Hz	0,01	0,00	0,02	0,00	0,30	0,07	0,25	0,21

GROUPE 2 ICP		STABLE				INSTABLE			
		SYO ICP		SYF ICP		IYO ICP		IYF ICP	
		Test1	Test2	Test1	Test2	Test1	Test2	Test1	Test2
F.L.	0,05-0,5Hz	0,25	0,39	0,14	0,18	0,13	0,13	0,10	0,04
	0,5-1.5Hz	0,87	0,80	1,24	0,35	0,82	1,50	1,32	2,31
	1,5-10Hz	0,00	0,00	0,02	0,02	0,14	0,01	0,02	0,06
F.N.	0,05-0,5Hz	0,42	0,36	0,38	0,57	0,37	0,37	0,43	0,12
	0,5-1.5Hz	1,64	1,86	1,54	1,84	3,11	1,38	1,43	1,16
	1,5-10Hz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,11	0,05	0,33
B.J.	0,05-0,5Hz	0,34	0,44	0,82	0,14	0,04	0,08	0,13	0,05
	0,5-1.5Hz	0,81	1,14	1,28	0,70	1,50	1,99	1,13	0,82
	1,5-10Hz	0,03	0,00	0,04	0,10	0,23	0,10	0,42	0,18
B.C.	0,05-0,5Hz	0,30	0,16	0,50	0,08	0,03	0,05	0,10	0,04
	0,5-1.5Hz	2,15	1,44	1,77	1,50	1,62	0,80	1,59	1,63
	1,5-10Hz	0,00	0,01	0,00	0,07	0,14	0,05	0,15	0,22
P.R.	0,05-0,5Hz	0,18	0,18	0,10	0,36	0,03	0,02	0,04	0,06
	0,5-1.5Hz	1,23	0,44	0,49	0,56	0,66	1,57	1,39	1,13
	1,5-10Hz	0,01	0,03	0,03	0,03	0,36	0,06	0,44	0,09

3. Valeurs des Indices de Puissance de chaque sujet lors de deux passages successifs sur la plateforme et dans les quatre conditions d'analyse

GROUPE 1 IP		STABLE				INSTABLE			
		SYO		SYF		IYO		IYF	
		SYO IP		SYF IP		IYO IP		IYF IP	
		Test1	Test2	Test1	Test2	Test1	Test2	Test1	Test2
D.J.	0,05-0,5Hz	72,91	73,65	75,96	74,13	80,42	80,94	85,52	84,33
	0,5-1.5Hz	61,71	61,59	63,85	59,69	77,52	74,76	82,40	80,96
	1,5-10Hz	43,25	44,16	45,30	43,02	55,60	56,79	61,56	61,60
E.J.	0,05-0,5Hz	70,06	71,19	67,16	68,29	78,43	78,53	89,76	72,79
	0,5-1.5Hz	60,37	59,26	57,49	57,09	71,23	72,34	89,10	65,68
	1,5-10Hz	44,45	44,32	42,16	42,91	56,81	58,64	73,48	52,63
L.R.	0,05-0,5Hz	69,10	79,61	72,68	75,29	95,46	87,65	95,76	82,29
	0,5-1.5Hz	57,24	69,18	61,40	60,59	85,18	74,84	81,55	79,53
	1,5-10Hz	40,23	51,91	43,38	46,86	74,58	61,32	68,15	60,82
M.N.	0,05-0,5Hz	66,61	68,11	67,50	66,18	84,61	86,13	76,72	88,11
	0,5-1.5Hz	53,08	58,55	56,80	56,02	76,01	75,05	64,99	76,92
	1,5-10Hz	38,95	43,69	41,13	40,30	59,48	64,21	53,64	74,63
M.J.	0,05-0,5Hz	69,42	75,29	70,57	76,52	92,78	83,97	85,61	85,74
	0,5-1.5Hz	55,26	67,71	57,71	75,19	85,44	78,89	82,42	80,47
	1,5-10Hz	39,75	46,68	42,37	52,33	74,31	64,70	67,37	66,16
M.P.	0,05-0,5Hz	73,60	74,70	68,88	74,02	101,54	88,01	93,38	91,33
	0,5-1.5Hz	60,01	61,66	57,46	63,84	95,20	77,66	89,37	84,89
	1,5-10Hz	43,87	43,44	42,36	43,83	83,68	61,64	72,04	67,44

GROUPE 2 IP		STABLE				INSTABLE			
		SYO IP		SYF IP		IYO IP		IYF IP	
		Test1	Test2	Test1	Test2	Test1	Test2	Test1	Test2
F.L.	0,05-0,5Hz	71,31	71,38	78,64	79,51	85,60	78,04	82,35	89,71
	0,5-1.5Hz	64,01	62,27	69,72	76,67	87,66	69,91	77,06	76,80
	1,5-10Hz	43,12	43,18	51,39	53,43	67,78	56,67	61,40	63,02
F.N.	0,05-0,5Hz	62,71	73,99	66,26	64,04	79,91	76,90	72,79	79,81
	0,5-1.5Hz	54,18	67,43	55,95	56,83	66,85	65,79	69,47	77,80
	1,5-10Hz	37,90	45,69	41,26	40,37	55,22	50,49	52,47	64,31
B.J.	0,05-0,5Hz	77,47	72,42	70,25	73,38	86,74	85,06	82,81	93,88
	0,5-1.5Hz	73,56	67,24	63,94	69,25	79,52	74,25	74,84	81,52
	1,5-10Hz	55,92	50,07	47,10	50,01	64,24	61,53	62,10	67,08
B.C.	0,05-0,5Hz	77,84	79,22	76,00	80,35	88,58	84,34	89,69	88,57
	0,5-1.5Hz	62,74	71,61	65,43	68,55	78,02	70,52	79,06	79,90
	1,5-10Hz	46,46	51,87	49,80	51,87	64,26	56,92	66,53	68,28
P.R.	0,05-0,5Hz	73,28	77,54	89,01	78,77	95,86	94,43	92,21	91,56
	0,5-1.5Hz	61,14	72,06	75,62	73,77	86,89	82,02	84,36	79,28
	1,5-10Hz	43,62	48,53	59,18	49,69	73,37	66,67	72,23	68,18

4. IIP SYO

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Moy SYO/1	6	0	6	1,210	1,690	1,466	0,158
Moy SYO/2	5	0	5	1,275	2,355	1,737	0,439
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	9,500						
Espérance	15,000						
Variance (U)	29,864						
p-value (bila	0,351						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 35,06%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

5. IIP SYF

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Moy SYF/1	6	0	6	1,180	1,800	1,458	0,211
Moy SYF/2	5	0	5	1,160	2,515	2,002	0,520
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	6,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,126						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 12,55%.							

6. IIP IYO

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Moy IYO/1	6	0	6	2,760	4,350	3,422	0,642
Moy IYO/2	5	0	5	2,305	4,110	3,239	0,651
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	16,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,931						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 93,07%.							

7. IIP IYF

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Moy IYF/1	6	0	6	2,925	4,020	3,461	0,388
Moy IYF/2	5	0	5	2,875	4,075	3,474	0,470
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	14,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,931						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 93,07%.							

8. IP SYO F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	67,360	74,350	72,018	2,658
IP2	5	0	5	68,350	78,530	73,716	3,935
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	9,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,329						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 32,90%.							

9. IP SYO F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	55,820	63,210	60,470	2,534
IP2	5	0	5	60,810	70,400	65,626	3,726
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	5,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,082						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 8,23%.							

10. IP SYO F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	41,320	46,070	43,727	1,548
IP2	5	0	5	41,800	52,990	46,636	4,544

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	10,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,429
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 42,86%.

11. IP SYF F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	66,840	75,040	71,433	3,430
IP2	5	0	5	65,150	83,890	75,622	7,264

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	9,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,329
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 32,90%.

12. IP SYF F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	56,410	66,450	60,595	3,585
IP2	5	0	5	56,390	74,690	67,572	7,221

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	6,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,126
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 12,55%.

13. IP SYF F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	40,710	47,350	43,828	2,286
IP2	5	0	5	40,820	54,430	49,410	5,262

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	5,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,082
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 8,23%.

14. IP IYO F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	78,480	94,780	86,538	6,277
IP2	5	0	5	78,400	95,140	85,544	6,284

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	16,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,931
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 93,07%.

15. IP IYO F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	71,790	86,430	78,678	5,251
IP2	5	0	5	66,320	84,450	76,142	6,643

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	18,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,662
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 66,23%.

16. IP IYO F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	56,200	72,660	64,313	6,709
IP2	5	0	5	52,860	70,020	61,716	6,129
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	17,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,792						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 79,22%.							

17. IP IYF F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	81,280	92,350	85,947	4,143
IP2	5	0	5	76,300	91,890	86,338	5,989
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	12,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,662						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 66,23%.							

18. IP IYF F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	70,950	87,130	79,857	5,379
IP2	5	0	5	73,630	81,820	78,008	3,044
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	19,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,537						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 53,68%.							

19. IP IYF F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
IP1	6	0	6	61,580	69,740	64,958	2,900
IP2	5	0	5	58,390	70,210	64,560	4,571
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	14,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,931						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 93,07%.							

20. ICP SYO F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,195	0,735	0,516	0,206
ICP2	5	0	5	0,180	0,390	0,302	0,095
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	26,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	29,864						
p-value (bilat)	0,043						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative Ha.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 4,33%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

21. ICP SYO F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,980	2,935	1,844	0,739
ICP2	5	0	5	0,835	1,795	1,238	0,492
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	23,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	29,864						
p-value (bilat)	0,165						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 16,45%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

22. ICP SYO F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,005	0,050	0,016	0,019
ICP2	5	0	5	0,000	0,020	0,008	0,009
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	20,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	27,136						
p-value (bila	0,372						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 37,23%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

23. ICP SYF F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,220	0,500	0,333	0,118
ICP2	5	0	5	0,160	0,480	0,327	0,145
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	16,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	30,000						
p-value (bila	0,931						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 93,07%.							

24. ICP SYF F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	1,205	3,360	2,265	0,735
ICP2	5	0	5	0,525	1,690	1,127	0,516

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :

U	28,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila)	0,017
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative Ha.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 1,73%.

25. ICP SYF F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,000	0,015	0,008	0,007
ICP2	5	0	5	0,000	0,070	0,031	0,026

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :

U	5,000
Espérance	15,000
Variance (U)	29,182
p-value (bila)	0,069
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 6,93%.

Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.

26. ICP IYO F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,015	0,130	0,058	0,044
ICP2	5	0	5	0,025	0,370	0,125	0,143
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	10,500						
Espérance	15,000						
Variance (U)	29,864						
p-value (bila	0,459						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 45,89%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

27. ICP IYO F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,690	3,235	1,730	0,947
ICP2	5	0	5	1,115	2,245	1,495	0,491
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	15,500						
Espérance	15,000						
Variance (U)	29,864						
p-value (bila	0,974						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 97,40%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

28. ICP IYO F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,035	0,450	0,193	0,145
ICP2	5	0	5	0,070	0,210	0,123	0,062
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	20,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	29,864						
p-value (bila)	0,398						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 39,83%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

29. ICP IYF F1

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,030	0,170	0,078	0,048
ICP2	5	0	5	0,050	0,275	0,111	0,093
Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :							
U	12,000						
Espérance	15,000						
Variance (U)	29,864						
p-value (bila)	0,619						
alpha	0,05						
La p-value est calculée suivant une méthode exacte.							
Interprétation du test :							
H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.							
Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.							
Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.							
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 61,90%.							
Des ex-aequo ont été détectés et les corrections appropriées ont été appliquées.							

30. ICP IYF F2

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,820	2,720	1,593	0,785
ICP2	5	0	5	0,975	1,815	1,391	0,327

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	16,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,931
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 93,07%.

31. ICP IYF F3

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
ICP1	6	0	6	0,080	0,455	0,223	0,135
ICP2	5	0	5	0,040	0,300	0,196	0,100

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral :	
U	15,000
Espérance	15,000
Variance (U)	30,000
p-value (bila	0,931
alpha	0,05

La p-value est calculée suivant une méthode exacte.

Interprétation du test :

H0 : La différence de position des échantillons est égale à 0.
 Ha : La différence de position des échantillons est différente de 0.
 Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil alpha=0,05, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0.
 Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 93,07%.