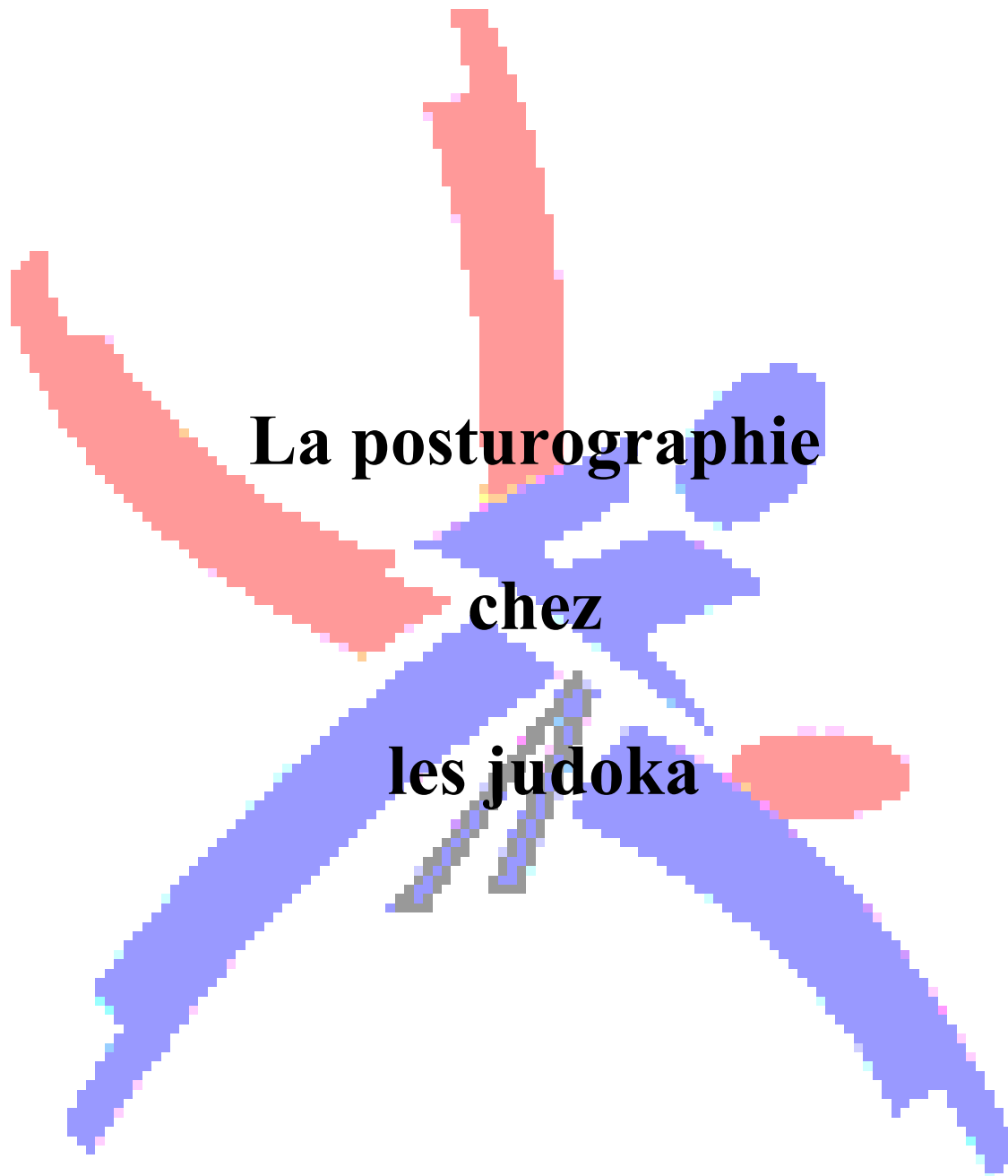


MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY



La posturographie

chez

les judoka

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Steve HERBERT**
étudiant en 3^{ème} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de masseur-kinésithérapeute
2004 - 2005

SOMMAIRE

RESUME

1. INTRODUCTION.....	p. 1
2. RAPPEL ANATOMO PHYSIOLOGIQUE DE L'EQUILIBRE.....	p. 2
2.1. Introduction.....	p. 2
2.2. Le système vestibulaire.....	p. 2
2.3. Le système visuel.....	p. 4
2.4. Le système somesthésique.....	p. 5
3. MATERIEL ET METHODE.....	p. 7
3.1. population.....	p. 7
3.2. Matériel.....	p. 8
3.3. Méthode.....	p. 8
3.3.1. Questionnaire.....	p. 8
3.3.2. Mesures.....	p. 9
3.3.3. Test.....	p.10
4. RESULTATS.....	p.12
4.1. Résultats des mesures de la fiche de renseignements.....	p.12
4.2. Résultats des paramètres enregistrés par la plate forme.....	p.13
4.2.1. Comparaison inter judoka.....	p.13

4.2.1.1. En fonction du sexe.....	p.13
4.2.2.2. Autres résultats sans différence significative.....	p.14
4.2.2. Comparaison des judoka par rapport aux normes 85.....	p.15
4.2.2.1. La surface.....	p.16
4.2.2.2. Le LFS.....	p.16
4.2.2.3. Le coefficient de Romberg.....	p.17
4.2.3. Recherche de corrélations.....	p.17
4.2.3.1. Paramètre Y en fonction de Q.....	p.17
4.2.3.2. Paramètre AnO2 X/Y en fonction de Q.....	p.18
4.2.3.3. Paramètre X en fonction du pied de fauchage.....	p.18
5. DISCUSSION.....	p.18
6. CONCLUSION.....	p.24

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

A l'aide d'une plate forme de posturographie Médicapture de chez Satel, nous analysons l'équilibre statique yeux ouverts et yeux fermés de notre population. Celle-ci est composée de 30 jeunes judoka appartenant au pôle espoir de Metz.

Nous comparons nos résultats aux normes 85.

Finalement nous retrouvons les différences suivantes :

- une surface qui est augmentée
- un LFS diminué, ce qui correspond à une faible énergie dépensée pour maintenir la station d'équilibre
- un coefficient de Romberg réduit par rapport aux normes 85

Notre étude prouve que le sexe n'influence pas la stabilité alors que la latéralité la modifie significativement. En effet, en position statique bipodale, le judoka déplacera son centre de gravité vers son pied d'appui.

Les résultats obtenus nous permettent de conclure que le judo influence sur la stabilité du sportif.

Nous remarquons d'une part la faible intervention du système visuel dans le maintien de la station érigée et d'autre part un équilibre accru. Notre population de judoka développe une stratégie d'équilibre autre que visuelle, privilégiant la voie de la proprioception.

Mots clés : équilibre, judo, posturographie

1. INTRODUCTION :

Le judo est un art martial japonais, qui demande à ses pratiquants un équilibre accru. Le judoka doit avoir une stabilité parfaite afin de pouvoir lancer une attaque ou contrer celle de son adversaire en évitant la chute.

Notre étude est réalisée sur une population saine afin de voir si la pratique du judo influence la stabilité du sujet par rapport aux personnes évaluées dans les normes 85. Nous observerons également la répartition des pressions sur les deux pieds du judoka en équilibre statique. Ceci nous permettra de voir s'il existe une différence d'appui entre le pied de fauchage et le pied controlatéral.

Les résultats permettront d'adapter des techniques sportives par rapport aux résultats obtenus lors du bilan. De plus nous pourrions cibler la rééducation dans le but d'améliorer l'équilibre postural du judoka. Ces mesures nous serviront ultérieurement à faire un comparatif sur l'équilibre des sujets en fonction de leurs pratiques sportives (études en cours).

Précisons que la position du sujet lors du test, n'est pas celle adoptée par les judoka lors de leur pratique sportive. En effet, en combat, le judoka abaisse son centre de gravité et élargie son polygone de sustentation en écartant les jambes dans le plan latéral et antéro-postérieur. Cette position est moins dangereuse pour lui et augmente sa stabilité.

De plus lors de techniques d'attaque (ou de défense), l'équilibre du sportif se répartit sur ses membres inférieurs mais également sur son adversaire de part ses membres supérieurs lors de la prise de garde.

Malgré l'inconfort de la position de test pour le judoka, les mesures nous apporteront une appréciation de l'équilibre global du sujet.

2. RAPPEL ANATOMO PHYSIOLOGIQUE DE L'EQUILIBRE :

2.1. Introduction :

La posture est en fait le résultat d'ajustements incessants luttant contre l'oscillation permanente due à la bipédie. Il s'agit pour le corps de maintenir la projection de son centre de gravité dans le polygone de sustentation. Le système d'ajustement postural est assuré par des afférences labyrinthiques, visuelles et somesthésiques (proprioceptives et cutanées). Ces afférences sensorielles convergent vers les noyaux vestibulaires du tronc cérébral qui les intègrent et permettent l'organisation de réponses réflexes motrices se traduisant par des mouvements compensatoires des yeux (réflexe vestibulo-oculaire) et du corps (réflexe vestibulo-spinal qui est évalué par la posturographie).

Le système postural comprend un système analyseur informatif, un système intégrateur et décisionnel, un système effecteur et compensateur.

2.2. Le système vestibulaire :

Les récepteurs de l'équilibration sont situés dans l'oreille interne, à l'intérieur du labyrinthe, lui-même situé dans le massif osseux du rocher.

L'organe sensoriel, constitué par ce système labyrinthique est composé du vestibule proprement dit (utricule et saccule) ainsi que des canaux semi-circulaires.

Le vestibule est composé de cellules formant le système otolithiques, permettant la détection des accélérations linéaires, notamment celle de la gravité, par l'intermédiaire des organes utriculaires et sacculaires. L'utricule est un indicateur de la gravité.

Les canaux semi-circulaires, au nombre de trois sont situés dans des plans strictement orthogonaux : un canal vertical antérieur, un canal vertical postérieur et un canal horizontal orienté vers le bas et l'arrière. Ils couvrent donc les trois dimensions de l'espace.

Ils sont constitués de cellules formant le système endolymphe-cupule dont la caractéristique mécanique est adaptée à la détection des accélérations angulaires.

Le nerf cochléo-vestibulaire assure la communication de l'organe sensoriel aux centres de traitement de l'information.

Le système vestibulaire permet donc au sujet d'avoir constamment la notion de la position et des mouvements de sa tête dans l'espace. Il renseigne également sur les accélérations angulaires et linéaires subies.

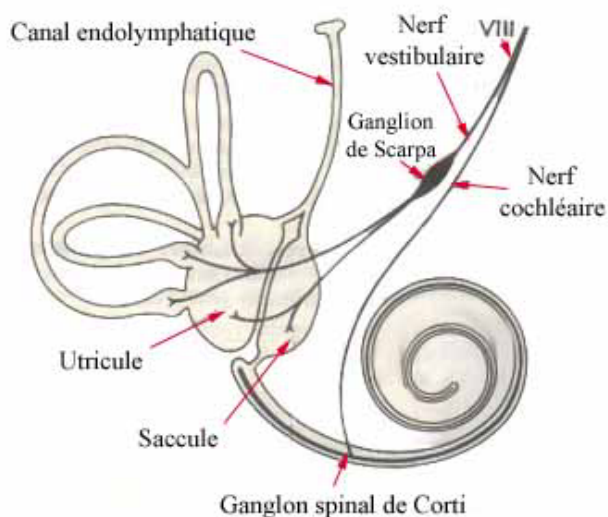


Figure 1 : le labyrinthe membraneux

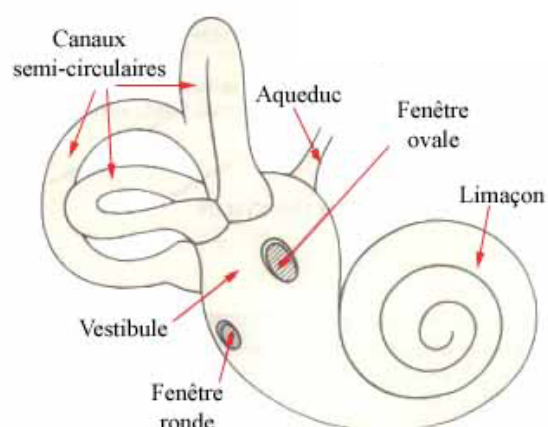


Figure 2 : le labyrinthe osseux

2.3. Le système visuel :

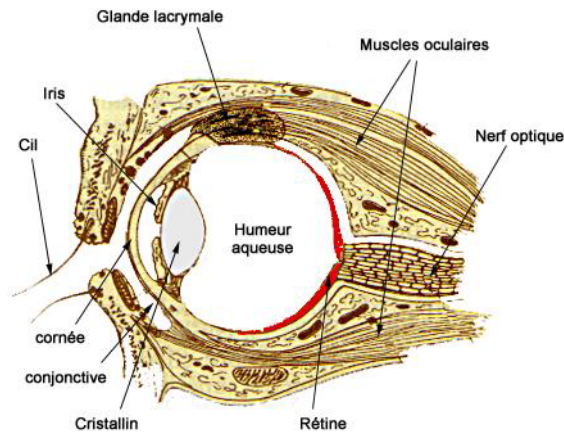


Figure 3 : coupe d'un oeil

La vision intervient comme élément d'orientation et de déplacement dans l'espace.

Le système visuel intervient par l'intermédiaire de la rétine périphérique qui apporte des informations sur le mouvement apparent de l'environnement, et fixe la position de l'individu par rapport aux objets qui l'entoure.

L'œil, qui est l'organe récepteur, est orienté par des muscles oculo-moteurs. Ces muscles contiennent des récepteurs somesthésiques qui nous renseignent sur la position du globe dans l'orbite.

La transmission des informations est réalisée par les voies optiques. Ces voies relient le nerf optique aux centres récepteurs intra crâniens.

Finalement toutes ces informations convergent vers le cortex occipital.

Le système visuel entre dans le processus de programmation et de maintien de la posture, par les renseignements qu'il donne sur la situation spatiale du sujet.

2.4. Le système somesthésique :

La somesthésie permet la régulation de l'équilibre statique et dynamique par ses afférences aux structures centrales. Elle assure également le contrôle du tonus des muscles posturaux par l'intermédiaire des réflexes médullaires.

Des récepteurs cutanés, articulaires et musculo-tendineux recueillent des informations somesthésiques afin d'assurer la régulation de l'équilibre.

Les mécanorécepteurs cutanés renseignent sur les variations du polygone de sustentation, sur l'étirement de la peau et sur la pression exercée sur celle-ci.

A la jonction épiderme / derme on retrouve des récepteurs de Meissner ainsi que des organes sensoriels de Merkel. Ces derniers sont respectivement sensibles aux vibrations de basse fréquence (20 à 40Hz) et à l'enfoncement de la peau. Quant aux corpuscules de Pacini, situés profondément dans le derme, elles intègrent les vibrations de fréquence plus élevées (200Hz). A un niveau medio-dermique, les corpuscules de Ruffini analysent les tensions mécaniques, les tractions cutanées et leur direction.

Les récepteurs kinesthésiques articulaires sont majoritairement situés dans la capsule. Ils comprennent les récepteurs de Ruffini qui indiquent la position des pièces articulaires (sensibilité statique) ainsi que sur la rotation de ces articulations (sensibilité dynamique). La pression intra articulaire est détectée par ces mêmes capteurs.

Les accélérations subies par les articulations sont ressenties par les corpuscules de Pacini.

Les récepteurs de Golgi ligamentaires sont sensibles à la position de l'articulation et à la tension des ligaments. Ces mécanorécepteurs sont essentiellement statiques.

Quant aux capteurs du système tendino-musculaires ils sont en grande partie sollicités par l'étirement des muscles anti-gravitaires. Ces mécanorécepteurs, sensibles aux changements de longueur musculaire, sont appelés fuseaux neuromusculaires. Ces fuseaux,

qui sont constitués de 6 à 10 fibres musculaires dites intrafusales sont disposés parallèlement aux fibres musculaires ordinaires, et sont regroupés dans une capsule conjonctive. A l'extrémité de la fibre musculaire, à proximité du tendon, sont situés les mécanorécepteurs tendineux de Golgi. Ils sont sensibles à l'étirement passif des fibres ainsi qu'à l'activation de celles ci.

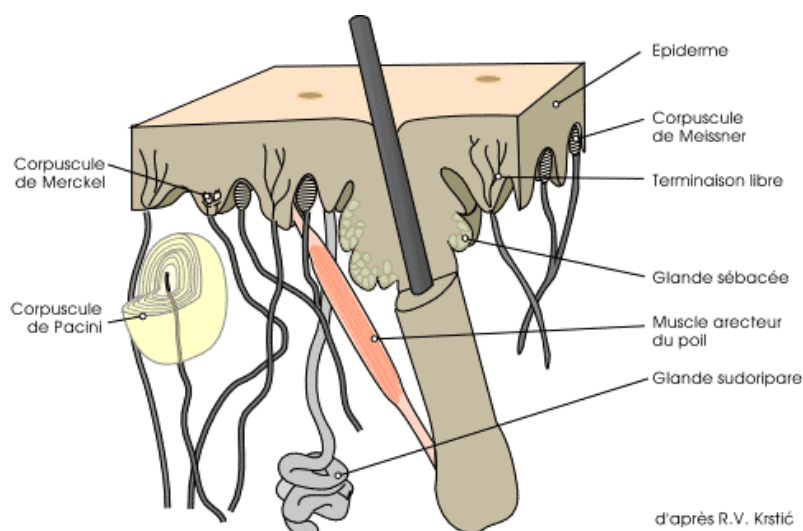


Figure 4 : récepteurs du système somesthésie

Ces différents capteurs, visuels, vestibulaires, proprioceptifs sont donc étroitement liés et vont agir en synergie sur les muscles de la posture pour maintenir l'équilibre, et sur les muscles oculomoteurs pour conserver un champ visuel stable au cours des mouvements et dans certaines positions. Tout ces capteurs sont finalement gérés par l'organe de l'équilibre : le cervelet. Celui ci coordonne la participation de chacun de ces capteurs par différentes voies réflexes (réflexe cervico oculaire : RCO, réflexe vestibulo spinal : RVS et réflexe vestibulo oculaire : RVO).

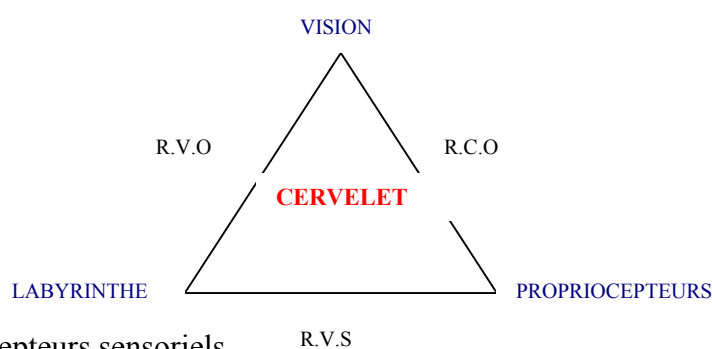


Figure 5 : connexions entre les récepteurs sensoriels

3. MATERIEL ET METHODE :

3.1. Population :

Notre population se compose de 30 judoka : 16 garçons et 14 filles. Tous sont issus du pole espoir de judo de Metz, et s'entraînent à raison de deux heures par jour du lundi au vendredi, plus des compétitions le week-end suivant le calendrier sportif.

L'étude ne concerne que les sujets sains (les blessés n'ont pas été testés).

L'entraînement est le même pour tous. Il est toujours dirigé par la même personne.

La moyenne d'âge athlètes est de 15 ans +/- 1,5 ans.

Leur grade en judo est homogène ; mis à part deux ceintures bleues, ils sont tous ceinture marron ou noire.

Parmi la population choisie il existe un certain nombre de constantes :

Les tests ont été pratiqués à la même heure, le même jour de la semaine (mercredi), à une semaine d'intervalle afin que tous les compétiteurs soient au même niveau d'entraînement par rapport à la saison. Ils ont donc tous la même charge de travail, le même âge, le même grade ainsi que le même entraîneur. Les mesures ont été effectuées dans la même salle par le même opérateur (moi même), dans les mêmes conditions avec le même protocole de test (cf. protocole).

Notre échantillon témoin de posturographie est une cohorte d'adultes normaux (normes 85), qui est constituée de 50 femmes d'âge moyen 33ans +/- 10,1 ans, et 50 hommes dont l'âge moyen est de 31 ans +/- 10,8 ans.

3.2. Matériel :

Pour notre étude nous utilisons une plate forme de type QFP/MEDICAPTEURS de stabilographie statique « 40Hs/16b. » et de rééducation posturale.

Cette plate forme de force est constituée d'un mono-plateau de 1,5cm d'épaisseur comprenant 3 jauges de contraintes, reposant sur 3 pieds. Elle est couplée à un micro-ordinateur doté d'un logiciel d'exploitation stabilographique : WinPosture 2000.

L'équipement est conforme aux normalisations en vigueur, respectant en particulier 3 types de normes essentielles : la norme CE, la normalisation biomédicale et les normes 85 de l'association française de posturologie.

La stabilométrie enregistre et évalue ces variations composites des forces d'appui au sol selon 3 directions : verticale, horizontale avant-arrière et gauche-droite.

La fréquence utilisée pour nos mesures est de 5Hz (5points par seconde) car c'est la seule fréquence pour laquelle nous avons des normes.

Lors de nos tests, le temps d'enregistrement de la plate forme est de 51,2 secondes.

3.3. Méthode :

3.3.1. Questionnaire :

Nous interrogeons au préalable les judoka sur différents facteurs physiologiques qui pourraient influencer leur stabilité [Annexe I] :

- Port de semelles orthopédiques : toute modification de la forme du pied nécessite le port de semelle et engendre une différence de répartition de pression au niveau de la voûte plantaire.
- Port de correction visuelle (lunettes / lentilles) : ceci doit être précisé du fait que la vision représente une entrée importante dans l'équilibre du sujet les yeux ouverts.

- Antécédents orthopédiques : toute entorse, fracture, luxation, problème rachidien peut engendrer une modification au niveau morphostatique et donc avoir des répercutions sur l'équilibre.
- Latéralité : leur pied de fauchage est demandé. Il pourrait se révéler sur la plate forme un déplacement du centre de gravité vers le pied d'appui.

3.3.2. Mesures :

- Longueur des membres inférieurs : une différence de longueur peut expliquer un appui mal reparti en situation bipodale.
- Angle Q : cet angle rend compte de la position du bassin dans le plan sagittal. Un bassin en antéversion / rétroversion peut expliquer le déplacement de l'appui sur l'axe des Y (antéro-postérieur).
- Horizontalité du bassin : un bassin oblique peut provoquer un appui préférentiel sur un des pieds.

Tableau 1 :

variable	modalité	n	%
sexe	Masculin	16	53,35
	Féminin	14	46,65
semelles	Non	28	93,35
	Oui	2	6,65
Horizontalité bassin	Non	1	3,35
	Oui	29	96,65
Correction visuelle	Non	22	73,35
	Oui	8	26,65
Pied fauchage	manquant	2	
	Gauche	9	32,15
	Droit	19	67,85
ceinture	Noire	15	50
	Marron	13	43,35
	Bleue	2	6,65

3.3.3. Test :

Protocole de test :

- Le test est réalisé dans une pièce sans bruit, sans trop d'éclairage (en absence de toutes sollicitations extérieures)
- La plate forme est placée à une distance arbitraire de 47cm par rapport au fil vertical

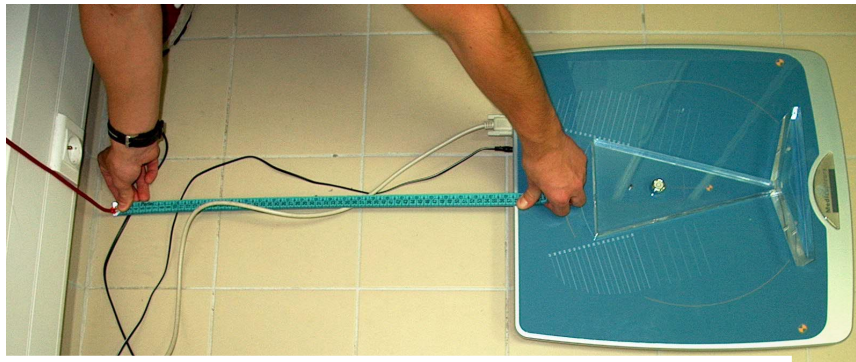


Figure 1 : mesure de la distance fil / plate forme

- Nous étalonnons la plate forme entre chaque sujet
- Le placement des pieds sur la plate-forme est normalisé : les pieds forment un angle de 30° dont la bissectrice correspond à l'axe sagittal de la plate-forme.



Figure 2 : mise en place normée du sujet sur le plate forme

- Le sujet doit alors fixer le fil rouge placé verticalement devant lui durant toute la durée du test (lors de la prise de mesures yeux ouverts), sans bouger.

Réalisation :



- Un test à vide : le sujet monte pieds nus sur la plate-forme. Le test est réalisé les yeux ouverts, dans les conditions établies mais aucune mesure n'est enregistrée.
- Le sujet fait quelques pas dans la pièce pour détendre la musculature.
- Le test est réalisé les yeux ouverts, les données sont enregistrées [Annexe III]
- Nous laissons au judoka une période de 2 minutes de repos pendant lesquelles il fait quelques pas.
- Le sujet remonte alors sur la plate forme, fixe le fil, puis a notre signal il ferme les yeux. Nous enclenchons simultanément l'enregistrement des paramètres [Annexe IV]

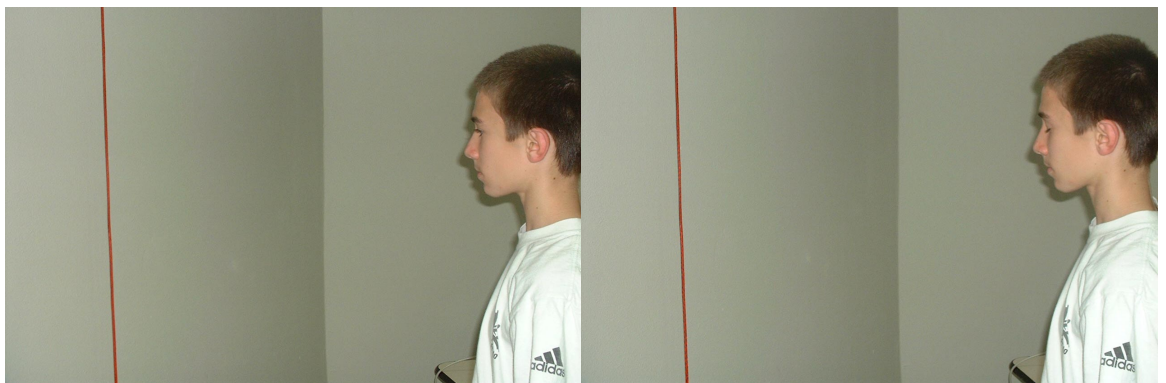


Figure 4 : test réalisé yeux ouverts puis yeux fermés.

Les paramètres suivants sont enregistrés puis utilisés pour notre étude :

- Longueur XY : la longueur XY du posturogramme (de la courbe que décrit le centre de pression).
- S : Surface de l'ellipse de confiance qui circonscrit 90% des points de la courbe.
- Positions moyennes en X (gauche droite) et en Y (avant arrière) du centre de pression des pieds.
- LFS : longueur en fonction de la surface, elle résulte des deux précédents paramètres. Le LFS reflète l'énergie que le sujet dépense pour conserver l'état d'équilibre. Un maintien excessif de l'équilibre se traduit par une forte dépense d'énergie et un LFS anormalement élevé.
- VFY : vitesse en fonction de la position de Y. Ce paramètre évalue le tonus musculaire des muscles des loges postérieures des jambes. Si le VFY est négatif cela traduit une augmentation du tonus musculaire. En revanche si il est positif cela reflète une baisse de la visco-élasticité des muscles des jambes.
- Le coefficient de Romberg qui est le ratio de la surface mesurée yeux fermés par la surface mesurée yeux ouverts. Il permet d'apprécier l'entrée visuelle du patient.
- ANO2 X/Y (%) : ce paramètre correspond a la participation rachidienne dans la station d'équilibre. Il faut tout de même savoir que la respiration engendre une perturbation de ce paramètre de l'ordre de 0,16 à 0,24 Hz. Les résultats sont perturbés chez les sujets lombalgiques.

4.RESULTATS :

4.1. Résultats des mesures de la fiche de renseignements [Annexe II]:

Ces résultats nous apprennent que la moyenne de l'angle Q mesuré chez tous les judoka est de 135,17° (tab.II). Cette population a donc tendance à avoir un angle entre le fémur et le bassin plutôt ouvert donc à être très légèrement en rétroversion. Cette moyenne étant proche de la moyenne qui correspond à 130°, nous ne pouvons rien conclure sur ce paramètre.

Tableau II :

Variable	Nombre	Moyenne	Ecart_type	Minimum	Maximum
Age	30	15,15	0,68	13,69	16,37
Taille	30	166,52	7,37	153	186
Poids	30	58,64	9,82	41,60	84
Pointure	30	40,62	2,49	37	46
Angle Q	30	135,17	5,49	125	150
Différence longueur	30	0,27	0,45	0	1
Années de pratique	30	8,72	1,44	6	11
X_ouverts	30	-3,01	7,55	-22,90	14,5
Y_ouverts	30	-30,28	12,42	-57,5	0,2
XY_ouverts	30	386,80	81,91	236,10	567,70
Surface_ouverts	30	174,93	95,28	61,60	557,30
LFS_ouverts	30	0,42	0,09	0,3	0,6
VFY_ouverts	30	-0,02	1,88	-2,59	4,56
X_fermés	30	-0,94	5,23	-12,30	8,70
Y_fermés	30	-30,27	14,73	-59,30	11,60
XY_fermés	30	576,98	171,11	365,5	1190,80
Surface_fermés	30	252,08	153,86	95,90	903,40
LFS_fermés	30	0,53	0,14	0,40	1
VFY_fermés	30	-0,18	2,01	-2,99	7,22
Coeff. Romberg	30	0,79	0,37	0,23	1,65

4.2. Résultats des paramètres enregistrés par la plate forme :

4.2.1. Comparaison inter judoka :

4.2.1.1. En fonction du sexe :

Nous comparons les différents paramètres enregistrés par la plate forme en divisant la population en deux : nous analysons les résultats des filles par rapport a ceux des garçons. Pour révéler une différence significative entre ces deux nouvelles populations nous utilisons un test paramétriques qui nous précisera le risque α . Une différence sera mise en évidence si ce risque α se trouve inférieur a 0,05.

Tableau III :

Variable	α
X_ouverts	0.6965
Y_ouverts	0.0505
XY_ouverts	0.4290
S_ouverts	0.7453
LFS_ouverts	0.2548
VFY_ouverts	0.2465
X_fermés	0.3663
Y_fermés	0.0698
XY_fermés	0.3095
S_fermés	0.3841
LFS_fermés	0.1682
VFY_fermés	0.0822
Coeff. Romberg	0.6809

Nous pouvons voir ci contre les résultats obtenus statistiquement afin de trouver le risque α .

On remarque que quel que soit le paramètre, α est toujours supérieur à 0,05.

Nous pouvons donc conclure qu'il n'existe aucun lien entre les paramètres enregistrés et le sexe du sujet. Le sexe n'influence donc pas sur l'équilibre dans cette population de judoka.

4.2.2.2. Autres résultats sans différence significative :

Nous avons également étudié s'il existait une différence à l'intérieur même de la population de judoka, entre les athlètes fauchant avec la jambe droite et ceux fauchant avec la jambe gauche. Nous avons procédé de la même manière que pour le test précédent, et n'avons trouvés aucune différence de valeur, quel que soit le paramètre envisagé. Il n'y aurait donc pas de différence de stratégie d'équilibre entre les personnes ayant un pied d'appui droit et celle ayant un pied d'appui gauche.

Nous trouvons de la même manière aucune différence selon l'âge de la personne étudié.

Il en est de même quant à la comparaison entre les judoka ceintures noires et les ceintures marrons : aucune différence n'a été retrouvée. Précisons que les ceintures bleues, peu nombreuses, sont exclues de l'étude et ne peuvent être comparées aux autres grades.

Nous remarquons que les ces sportifs ont une participation rachidienne importante lors du test. En effet ce paramètre est supérieur a la norme chez un grand nombre de sujet notamment selon l'axe des ordonnées. Cette différence n'est révélée qu'avec les yeux ouverts.

Pourtant aucun judoka ne se plaint de lombalgies.

4.2.2. Comparaison des judoka par rapport aux normes 85 :

Tableau IV :

YEUX OUVERTS				YEUX FERMES			
Paramètres		Normes	Judoka	Paramètres		Normes	Judoka
X (mm)	minimum	-10	-22,9	X (mm)	minimum	-10	-12,3
	moyenne	1	-3,01		moyenne	0	-0,94
	maximum	12	14,5		maximum	11	8,7
Y (mm)	minimum	-57	-57,5	Y (mm)	minimum	-51	-59,3
	moyenne	-29	-30,28		moyenne	-27	-30,27
	maximum	-1	0,2		maximum	-3	11,6
Long XY (mm)	minimum	307	236,1	Long XY (mm)	minimum	346	365,5
	moyenne	429	386,8		moyenne	613	576,98
	maximum	599	567,7		maximum	880	1190,8
Surface (mm ²)	minimum	39	61,6	Surface (mm ²)	minimum	79	95,9
	moyenne	91	174,93		moyenne	225	252,08
	maximum	210	557,3		maximum	638	903,4
LFS	minimum	0,72	0,3	LFS	minimum	0,7	0,4
	moyenne	1	0,42		moyenne	1	0,53
	maximum	1,39	0,6		maximum	1,44	1
VFY	minimum	-2,61	-2,59	VFY	minimum	-4,73	-2,99
	moyenne	0	-0,02		moyenne	0	-0,18
	maximum	3,59	4,56		maximum	4,86	7,22
				Coeff. Romberg	minimum	1,12	0,23
					moyenne	2,88	0,79
					maximum	6,77	1,65

Il nous faut tout de même préciser que les paramètres enregistrés avec la population de judoka ne sont pas comparables statistiquement aux normes 85. En effet pour réaliser une étude statistique il faut que les deux populations soient comparables. Or, il existe une différence d'âge trop importante entre les judoka et les personnes constituant les normes 85 pour pouvoir réaliser cette étude.

Nous réaliserons donc une comparaison purement arbitraire qui n'aura aucune valeur statistique.

Nous comparons alors la valeur minimale, maximale ainsi que la moyenne de tous les paramètres de nos judoka, yeux ouverts et yeux fermés par rapport aux normes 85.

Nous remarquons que certaines variables sont sensiblement différentes : la surface testée yeux ouverts, le LFS yeux ouverts et fermés et le coefficient de Romberg.

4.2.2.1. La surface :

On remarque facilement, grâce au tableau IV, la différence des valeurs correspondant à la surface entre nos deux populations. Cette surface exprimée en mm^2 est augmentée lorsque le test est réalisé yeux ouverts mais également les yeux fermés. La différence étant nettement plus flagrante les yeux ouverts, nous ne retiendrons que ce paramètre. En effet la surface utilisée par les judoka est grossièrement doublée par rapport aux normes.

Les judoka utilisent donc le double de surface comparés aux personnes dites normales pour maintenir leur équilibre statique.

4.2.2.2. Le LFS

Il représente le paramètre de longueur en fonction de la surface. Il reflète l'énergie que dépense le sujet pour conserver son état d'équilibre.

Nous voyons ici que le LFS de notre population est largement diminué par rapport aux normes, tant les yeux ouverts que les yeux fermés. La différence est plus accentuée les yeux ouverts : notre LFS est divisé d'environ 2,5 fois, tandis que les yeux fermés il est divisé par un peu moins de deux.

On peut donc en conclure qu'avec ou sans entrée visuelle le judoka utilise beaucoup moins d'énergie pour maintenir sa station d'équilibre comparativement à une personne « normale ».

4.2.2.3. Le coefficient de Romberg :

Rappelons qu'il est calculé en effectuant le quotient de la surface yeux fermés sur la surface yeux ouverts. Il permet d'apprécier l'entrée visuelle du sujet.

Nous pouvons facilement remarquer que ce coefficient est nettement diminué chez notre population de judoka. Effectivement celui ci est en moyenne divisé par quatre par rapport aux personnes constituant les normes.

Nous concluons donc que les judoka utilise très peu leur entrée visuelle en privilégiant leur données vestibulaires et somato-sensorielles pour garder leur équilibre (ceci étant confirmé par le paragraphe précédent).

4.2.3. Recherche de corrélations :

4.2.3.1. Paramètre Y en fonction de Q :

Nous étudions l'influence du paramètre Q qui représente la position du bassin dans le plan antéro-postérieur par rapport au paramètre Y (axe des ordonnées). En effet nous pouvons penser que l'angle Q peut influencer l'appui du sujet sur l'axe Y, mais aucune corrélation statistique n'a été retrouvée entre ces deux paramètres.

4.2.3.2 Paramètres AnO2 X/Y en fonction de Q :

Nous ne retrouvons aucune corrélation entre la participation du rachis dans le plan antéro postérieur et l'angle Q.

Par contre nous sommes à la limite de la corrélation négative entre la participation du rachis dans le plan frontal et l'angle Q, ceci les yeux fermés. C'est à dire que lorsque Q augmente AnO2 diminue. Ce résultat n'est pas retrouvé les yeux ouverts.

4.2.3.3 Paramètre X en fonction du pied de fauchage :

Nous voulons déterminer si la latéralité du sujet influence un appui privilégié sur son pied d'appui lors de la station bipodale.

Durant notre prise de mesure nous avons réalisé un test : suivant le tracé obtenu par le centre de gravité du sujet par rapport à l'axe Y nous devons « deviner » le pied de fauchage du judoka. Nous avons tout d'abord remarqué que ces athlètes ont une position relativement centrée donc très proche de l'axe des ordonnées. Malgré cela, nous avons trouvé de manière systématique le pied d'appui du sujet uniquement avec le tracé.

5. DISCUSSION :

Nous avons donc voulu, grâce à cette étude, voir si la pratique du judo avait une influence sur l'équilibre des pratiquants.

Dans cette discussion, nous citerons les différences existantes entre les normes et les judoka. Nous proposerons alors des explications quant à ces divergences. Par la suite nous analyserons et tenterons d'interpréter les données obtenues par notre population. Pour terminer, nous étudierons l'influence du sport sur l'équilibre et nous ferons le lien entre le sport et la rééducation.

Il y a deux remarques importantes à prendre en compte pour une interprétation correcte des résultats obtenus :

- La première remarque concerne la position normée du sujet lors du test. En effet les judoka ont tendance à éviter cette posture qui leur procure peu de stabilité. Leur posture de prédilection étant un placement des pieds tels que leur polygone de sustentation soit le plus large possible avec leur centre de gravité abaissé.

- Seconde remarque : la population choisie ne peut être comparée statistiquement aux normes 85 du fait de la différence d'âge.

Malgré cela nous avons pu observer quelques différences significatives entre les paramètres de la population normée et les judoka.

Nous retrouvons des différences aux niveaux de la surface qui est augmentée chez les judoka, ainsi qu'au niveau du LFS et du coefficient de Romberg qui sont tous deux largement diminués dans notre population.

Les judoka ont besoin d'être le plus stable possible sur leurs appuis, ils leur faut donc une surface élargie. Pour ce faire, ils augmentent leur polygone de sustentation comme expliqué précédemment mais ils exploitent également, comme le prouve les mesures, un maximum de surface au niveau des pieds afin d'assurer un équilibre de grande qualité.

La différence retrouvée au niveau du LFS nous montre que notre population dépense moins d'énergie que la norme pour maintenir la station érigée. Les chiffres nous prouvent que ceci est vrai tant les yeux ouverts que les yeux fermés.

Le paramètre qui diffère le plus significativement de celui des normes 85 est le coefficient de Romberg. En effet celui-ci est diminué de quatre fois chez les judoka testés. Ces résultats nous prouvent la faible intervention du système visuel dans le maintien de l'équilibre. L'entraînement du judoka entraînerait donc une diminution de l'entrée visuelle. Ceci pouvant être expliqué par la quantité de travail exécuté les yeux fermés lors de l'entraînement. Effectivement, pour développer le ressenti du sujet, des séquences de travail les yeux fermés sont prévus afin de parfaire les déplacements et les attaques de l'athlète. Le judoka doit alors s'imaginer un partenaire et réaliser un « randori » (combat) sans entrée visuelle. Nos résultats sont également confirmés par l'existence non discutable d'un très haut niveau chez les sujets non-voyants.

Malgré une faible participation de la vision, l'équilibre de notre population est accrue, les sujets ont donc développé une stratégie d'équilibre autre que visuelle, privilégiant la voie vestibulaire mais principalement la voie de la proprioception. Ce résultat est bien connu par de nombreux auteurs, notamment Perrin, qui affirme que « parmi les entrées, la proprioception est celle qui est la plus susceptible d'acquisition ou d'éducation par la pratique d'activité physique »(5).

Cette proprioception est fortement développée du fait que le judo se pratique pieds nus. Ils y a donc un afflux important d'information au niveau de la voûte plantaire, qui devient alors le principal acteur de l'équilibration.

Ce développement de la somesthésie chez les judoka peut aussi être expliqué par la familiarisation de la chute. Celle-ci est omniprésente dans la pratique de ce sport, elle en est même la finalité afin de gagner le combat. La chute est la première chose apprise en judo afin

d'éviter son appréhension et donc le risque de blessure. Par la suite, dans la pratique il existe de nombreux « sutemi » (sacrifice), qui consistent à chuter de sa propre intention afin d'entraîner le déséquilibre de l'adversaire. Le contact de tout le corps avec le sol permet d'améliorer la perception des limites de son corps, et donc la perception globale de ce corps dans l'espace (6).

Il ne nous a pas été possible d'établir une corrélation entre les résultats posturographiques obtenus et le palmarès de nos athlètes, la différence de niveau entre les différentes compétitions étant trop difficile à établir.

Après avoir comparé notre population à celle des normes, intéressons nous aux résultats obtenus par les judoka.

Nous avons cherché à savoir si le sexe du sujet influence sa stabilité. D'après nos résultats nous ne trouvons aucune différence entre notre population d'hommes et celle de femmes quels que soient les paramètres et le mode de mesure (yeux ouverts et yeux fermés). Ce résultat n'est pas spécifique du judo car il a été retrouvé dans de nombreuses études déjà réalisées. Perrin nous confirme que c'est la pratique d'une activité physique qui influence la stabilité et non le sexe du pratiquant. Toutefois, il a été démontré qu'avec l'âge, l'équilibre des femmes est supérieur comparativement à celui des hommes, mais ceci ne concerne pas notre population qui est constituée d'adolescents (3). En effet, chez nos judoka testés, l'âge n'influence pas leur stabilité.

Nous avons pu constater également que la latéralité du judoka influence sa statique. Lors du test nous remarquons facilement que le sportif a son centre de gravité, lors de la station

bipodale, porté vers son membre d'appui. Malgré cet appui préférentiel, les athlètes restent très centrés c'est à dire que le centre de pression reste près de l'axe des ordonnées donc de la ligne médiane. Ceci pouvant être expliqué par le fait que dans la pratique du judo en compétition, il faut être polyvalent, pouvoir surprendre l'adversaire en attaquant à gauche ainsi qu'à droite. Lors des entraînements, l'apprentissage impose de savoir réaliser la technique du côté dominant et du côté controlatéral.

Ce résultat diffère selon le sport. La posturographie chez les footballeurs montre un décalage nettement plus important du côté de la jambe d'appui par rapport à notre population. Le fait de respecter son poste, sa position sur le terrain dans ce sport explique cette différence.

Nos résultats obtenus sur la plate forme d'équilibre peuvent nous aider lors de la prise en charge rééducative d'un judoka. En effet nous pouvons utiliser la posturographie comme moyen de bilan, nos résultats nous donnant les objectifs vers lesquels il faut tendre, pour redonner au sujet la stabilité la plus adéquate par rapport à son sport.

L'utilisation de la plate forme est en plein essor, l'objectif est d'acquérir un maximum de normes dans un large panel de pratiques sportives, en vue d'offrir au patient une approche la plus adaptée possible à son activité.

En effet, de nombreuses études ont montrées que le sport influence l'équilibre du sujet. Nous avons déjà vu la différence concernant le pied d'appui chez les footballeurs comparativement aux judoka. Perrin a d'ailleurs démontré la différence de stratégie d'équilibration entre deux sports demandant un équilibre accru : la danse et le judo(3). Ses résultats ont montré une redistribution du contrôle de la posture, qui est engendré par les différences d'entraînement

entre ces deux sports. Comme nous l'avons vu dans notre étude, les judoka sont capables de maintenir un équilibre adapté quelles que soient les circonstances : yeux ouverts, yeux fermés, en statique et en dynamique. Perrin a également trouvé que la proprioception est très développée dans ce sport à l'insu de l'entrée visuelle. Par contre chez les danseurs, l'entrée visuelle représente quelque chose de primordial. Cette différence est due aux conditions d'entraînement. Le judoka est habitué aux destabilisations, à maintenir un équilibre dans toutes les circonstances. Les danseurs sont dépendants visuels, du fait qu'ils utilisent de nombreux repères dans leur pratique : utilisation de miroir, repères visuels lors d'exercices en rotations... C'est donc le type d'entraînement qui conditionne la stratégie d'équilibration du sujet.

A l'intérieur même du groupe des arts martiaux, qui paraît semblable quant au type d'entraînement, des différences sont observées. En effet nous avons trouvé des résultats différents de ceux obtenus d'une étude concernant l'aïkido (2).

Avant le développement de la posturographie, l'équilibre restait quelque chose de très subjectif. Grâce à la plate forme nous pouvons maintenant avoir une approche qualitative et quantitative de l'équilibre. Sachant maintenant que le sport influence la stabilité il serait intéressant de faire un classement des disciplines développant le plus cette stabilité. Ce classement a été réalisé avant l'utilisation de la plate forme par des experts en sport (5). Cette classification ayant été faite de façon totalement arbitraire, il serait intéressant de voir si les résultats obtenus grâce à l'utilisation de la plate forme confirment cette liste.

Concernant la rééducation, il serait bon de savoir s'il est possible d'adapter des techniques tirées de la pratique du judo pour des patients, afin d'améliorer l'équilibre.

Nous savons qu'avec l'âge, l'équilibre diminue, et que le risque de chute augmente. L'acuité visuelle subit également une dégradation avec le temps. Le judo développe l'équilibre par l'intermédiaire de l'amélioration de la proprioception, il serait donc parfaitement adapté au vieillissement visuel.

6. CONCLUSION

En conclusion nous pouvons alors affirmer que la pratique du judo influence l'équilibre des pratiquants. Les judoka doivent faire face aux déstabilisations de leur adversaire, ils sont donc aptes à maintenir un équilibre dans toutes les circonstances.

Leur proprioception est largement développée tandis que la participation de leur entrée visuelle est amoindrie.

Il faudrait désormais établir des normes pour chaque paramètre et les classer en fonction de l'activité sportive.

Il serait également intéressant que des normes soient mises en place concernant la posturographie dans un mode dynamique. En effet nos résultats auraient été plus représentatifs en dynamique, car plus proche de la réalité de la pratique du judo, par rapport au test statique.

L'élément le plus difficile à prendre en compte dans l'étude des judoka étant les forces donc l'équilibre transmis à l'adversaire par l'intermédiaire des membres supérieurs.

La transposition de certaines techniques de judo pourraient être utilisée dans la rééducation de l'équilibre. Il serait notamment intéressant d'utiliser le travail des déplacements (pieds nus,

rotations rapides, au maximum en contact avec le sol...) afin d'améliorer la voie proprioceptive des patients.

BIBLIOGRAPHIE

1. **BOUISSET S.** – L'équilibre, la posture et le mouvement. – BOUISSET S. - Biomécanique et physiologie du mouvement. – Paris : Masson, 2002. – p. 241 – 292. – Coll. Abreges.
2. **BRUN V., PELISSIER J., DHOMS G.** – Evaluations clinique et instrumentale de la posture : les échelles et la place de la posture dans les principaux bilans fonctionnels, la posturographie. – J. PELISSIER – Posture, équilibration et médecine de rééducation. – Paris : Masson, 1993. – p. 123 – 134. – Problème en médecine de rééducation.
3. **CERULLI G., PONTEGGIA F., CARAFFA A.** – Proprioception training in the prevention of sports injuries. – PUDDU G. – Rehabilitation of sports injuries : current concept. – Heigelberg : Springer, 2001. – chap.3, p. 23 – 30.
4. **DENIS G., VUILLEMIN A., PERRIN P.** – Evaluation du rôle de la proprioception dans l'équilibration selon les activités physiques et sportives. – Annales de kinésithérapie, 1996, 23, 7, p. 344 - 347.
5. **EGENSPERGER E.** – Pour une utilisation optimale et professionnelle de la plateforme posturographique lors du bilan kinésithérapique de l'équilibration. – Mémoire de masso-kinésithérapie : Nancy : 2002. – 20 p.
6. **GUERANT N.** – La stabilité de l'aïkidoka confirmé : posturographie et test de marche de Fukuda appliqués à 30 sujets. – Mémoire de masso-kinésithérapie : Nancy : 2004. – 25 p.
7. **MAILLOT G.** – Aïkido et psychomotricité – La psychomotricité – Paris : Masson, 1980. – p. 162 - 171. – Revue scientifique de la fédération française des psychorééducateurs ; 4.
8. **PERENNOU D., AMBLARD B.** – La posture et l'équilibre. – J. readapt. Med., 2001, 21/1, p. 19 – 29.
9. **PERRIN P.** – Equilibration et sport. Composantes et moyens d'étude. – Médecine du sport, 1989, 63, 6, p. 290 – 295.

10. **PERRIN P.** – Vertiges, troubles de l'équilibre et sport. – Sci. Sports, 2001, 16/5, p. 275 – 279.
11. **PERRIN P., DEVITERNE D., HUGEL F., PERROT C.** – Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. – Gait ad posture, 2002, 15, 2, p. 187 - 194.
12. **PERRIN P., GAUCHARD G., PERROT C., JEANDEL C.** – Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. – Br. J. Sports med., 1999, 33, p. 121 - 126.
13. **PERRIN P., LESTIENNE F.** – Mécanisme de l'équilibration humaine : exploration fonctionnelle, application au sport et à la rééducation. – 1ère éd. – Paris : Monographie de bois-larris, 1994. – 163 p.
14. **WODECKI P., HANOTEL MC, GUIGUI P.** – Influence de l'activité sportive sur l'équilibre saggital du rachis. – Rev. Chir. Orthop. Reparatrice appar. Mot., 2000, 86/suppl.II, p. 115.