

Université Saint Charles Marseille

MEMOIRE

**DIPLOME INTERUNIVERSITAIRE DE POSTUROLOGIE
CLINIQUE (DIU) 2010**

Présenté par
Bruno FRECHARD
Kinésithérapeute

Approche des valeurs normatives du logiciel posturoPro®
Sur plateforme statique

MARSEILLE

Dr Chantal VIART-FERBER
Professeur Christian DUBREUIL
Dr Michel LACOUR
Dr Christian VAN NECHEL

Maître de stage : Alain ZEITOUN, Kinésithérapeute, Cannes

REMERCIEMENTS :

A Monsieur le Docteur Michel LACOUR,
Pour ses conseils et son soutien.

A Madame le Docteur Chantal VIART-FERBER,
Pour ses conseils, son enseignement et sa disponibilité.

A Monsieur le Professeur Christian DUBREUIL,
Pour son enseignement.

A Monsieur Alain ZEITOUN,
Pour ses conseils, son accueil, sa disponibilité et sa gentillesse. Pour sa passion communicative pour la rééducation des vertiges et instabilités.

A l'ensemble de nos enseignants :

Docteur BONNEFOY

Docteur COSMIDIS

Docteur FROEHLICH

Docteur HERMIER

Docteur IONESCU

Docteur NOTTET

Docteur PERROT

Docteur TILIKETE

Docteur TRUY

Monsieur FOUQUET

Monsieur GARIN

1/INTRODUCTION

Jusque dans les années 2000, la posturographie statique proposait un portrait posturographique basé sur les paramètres suivants : surface, longueur, statokinésigramme, vitesse de déplacement du centre de pression les yeux ouverts et les yeux fermés.

Ces résultats ont permis aux thérapeutes et **posturologues**, jusqu'à présent, d'analyser certains troubles de l'équilibre.

Aujourd'hui, grâce au logiciel Posturo Pro[®], élaboré par une équipe du CNRS de Marseille (Docteurs LACOUR et DUMITRESCU), et en partenariat avec la société FRAMIRAL, nous pouvons appréhender différemment et avec plus de précision les résultats obtenus par des analyses mathématiques nouvelles.

Le but de mon mémoire est de redécouvrir et de comparer les normes de Posturo Pro[®] appliquées à chaque tranche d'âge sur une population de 500 individus de 7 à 90 ans.

Description du logiciel posturo pro®

1 / Posturo Pro® permet une analyse qualitative déterminant le déplacement tridimensionnel du CDP (centre de pression).

La décomposition en ondelettes fournit une carte tridimensionnelle fréquentielle de ces déplacements.

Le temps est représenté en abscisses, la fréquence en ordonnées et la puissance du contenu fréquentiel (dépense d'énergie), est représentée par un code de couleurs.

Plus la couleur est froide (vert, bleue, blanc) plus la puissance est faible et plus la dépense énergétique est basse.

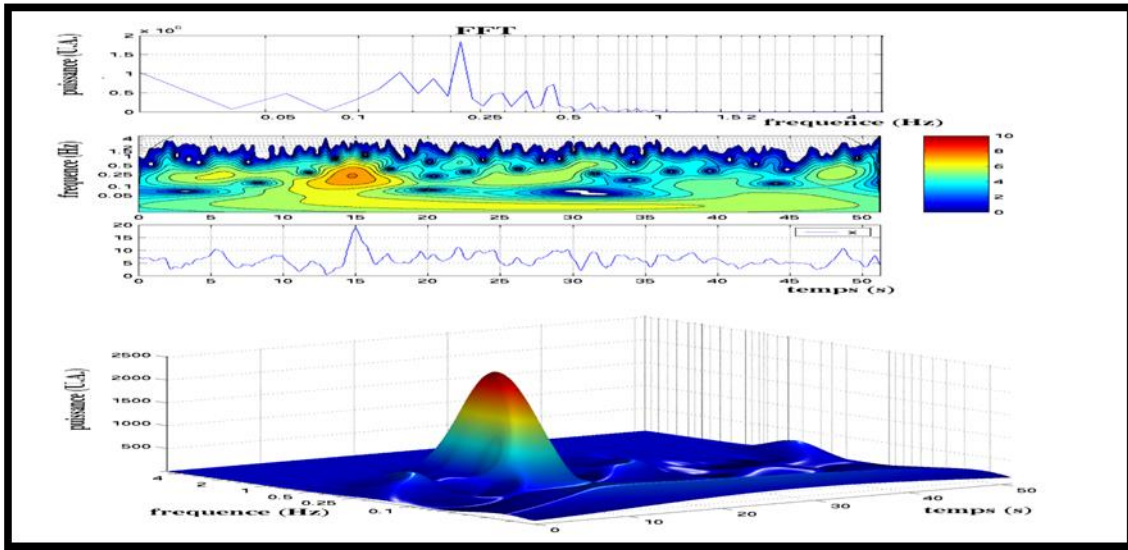
Inversement, plus la couleur est chaude (jaune, orange, rouge) et plus la puissance est élevée, et plus le sujet dépense de l'énergie pour s'équilibrer.

Ainsi, au premier regard, le coté qualitatif de cette carte d'état major en 3D nous apparaît.

Nous pouvons alors avoir une idée plus précise de la dépense énergétique du sujet étudié au cours de la séquence choisie.

Ce premier regard permet également de visualiser l'homogénéité du signal dans toute la durée de l'examen (constance de la puissance).

Si l'on constate un seul pic, isolé sur une carte fréquentielle homogène (accroissement de la puissance dans un temps limité), il pourrait s'agir d'un artéfact (phénomène accidentel rencontré au cours d'une expérience portant sur un phénomène naturel : ex : étouffements, sursaut, frissons...). Dans ce cas, il faut faire abstraction de ce pic dans l'analyse fréquentielle du sujet ou recommencer l'épreuve.



2/ Posturo Pro® permet également une analyse quantitative à partir de l'analyse de l'ensemble de la carte posturographique 3D.

Le logiciel calcule les temps d'annulation dans une fréquence donnée.

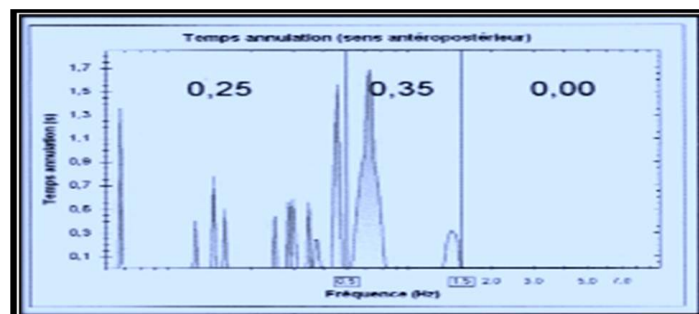
Ces temps d'annulations représentent les périodes pendant lesquelles le sujet ne fournit aucun effort pour s'équilibrer, (donc aucune dépense d'énergie). Ces temps d'annulation peuvent se situer dans toutes les bandes de fréquences.

Ils sont représentés sous forme de taches blanches ovoïdes sur la carte 3D. L'Intégrale (somme) des surfaces correspondantes à ces temps d'annulation est calculée.

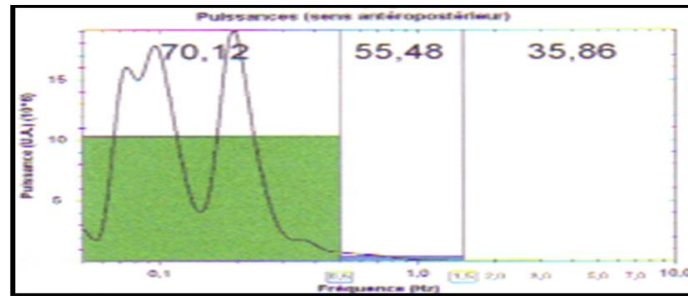
L'Indice de contrôle postural ou (Icp) est déterminé à partir de cette valeur de l'intégrale.

Plus l'Icp est élevé et meilleur est l'équilibre du sujet. Inversement, plus l'Icp est faible plus l'équilibre du sujet est perturbé pour la tâche demandée.

Cela permet d'analyser quantitativement l'équilibre du sujet étudié suivant la tâche demandée (yeux ouverts, fermés, ou en vision perturbée).



Le calcul de l'intégrale permet également d'obtenir un indice de puissance (Ip) qui vient compléter l'analyse quantitative donnée par l'Icp.



L'indice de puissance évolue à l'inverse de l'Icp et représente l'énergie dépensée durant la séquence.

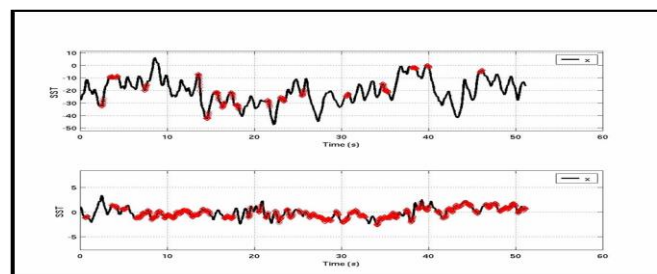
Si un sujet présente un Ip élevé avec un Icp faible on peut en conclure que son équilibre est perturbé. Inversement, un sujet présentant un Ip faible associé à un Icp élevé ne présente pas de difficulté posturale.

Remarquons aussi qu'un Ip élevé associé à un Icp élevé montre que le sujet parvient à maintenir son équilibre au prix d'un coût énergétique important.

A partir de l'Icp et de l'Ip et d'autres paramètres est calculée une note globale appelée l'indice d'instabilité posturale (IIP) et qui représente "une vue d'ensemble à travers une loupe grossissante".

D'un coup d'œil, d'un seul, cette note globale peut nous inciter à approfondir, ou pas, l'examen posturographique du sujet.

3/ L'analyse fractale objective la relation causale entre deux points successifs. C'est à dire, la mise en jeu, ou pas, de mécanismes de contrôle des boucles rétro actives posturales visant à corriger des déplacements du Cdp.



S'il n'y a pas de corrélation entre deux points successifs (déplacements aléatoires ou stochastiques=soumis au hasard et qui fait l'objet d'une analyse statistique) de l'enregistrement stabilométrique, cela signifie qu'il n'y a pas de relation de cause à effet entre eux et qu'il n'y a pas de correction posturale.

Les points bleus, ou points de Hausdorff, sur le graphique, représentent l'instant où le patient ne met pas en jeu un mécanisme de contrôle de sa posture, telle une statue !

Plus il y a de points bleus, plus la stabilité est de bonne qualité et plus l'équilibre est naturel.

Le logiciel calcule le rapport du nombre n de ces points non corrélés sur le nombre N de points de l'échantillonnage (50 points à la seconde pendant 30 sec).

Si le rapport n/N s'approche de 0, cela objective une forte instabilité.

Plus le rapport n/N augmente vers l'unité, plus le sujet est stable.

Ce rapport est exprimé en pourcentage.

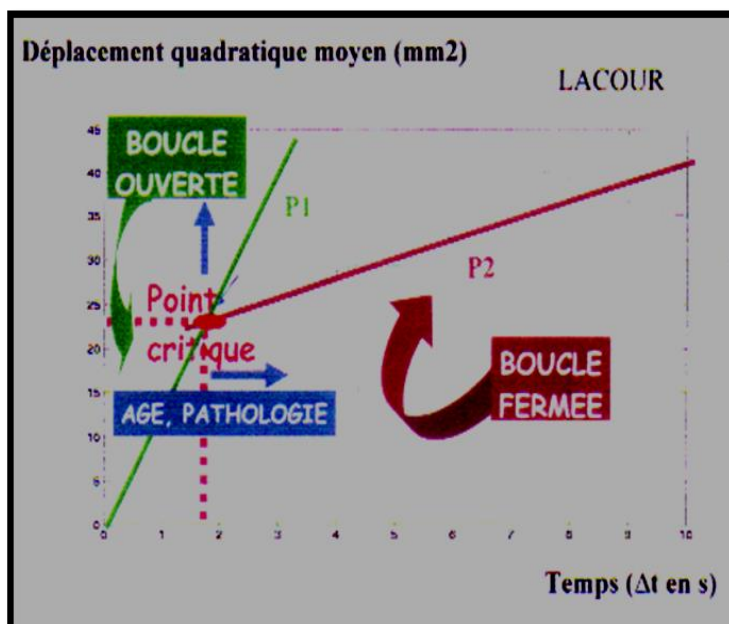
4/ l'analyse de diffusion de Collins et De Lucas détermine les coordonnées du point critique à partir duquel une boucle rétro active fermée peut apparaître pour stabiliser la posture.

Les coordonnées de ce point (le temps en abscisse et la surface en ordonnée nous donne des éléments susceptibles de mettre en évidence le sujet chuteur)

Ces coordonnées signalent le passage d'un mode de fonctionnement en boucle ouverte (déplacements stochastiques des déplacements du Cdp) à un mode de fonctionnement en boucle fermée faisant intervenir les mécanismes de régulation de la posture.

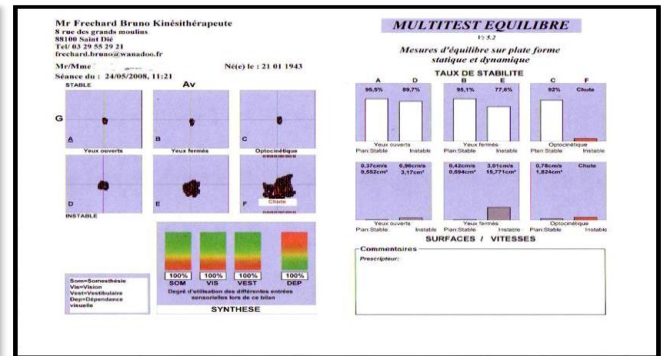
L'augmentation du déplacement quadratique moyen (surface cumulée en antéro postérieur et en médio latéral exprimée en mm^2), de même que l'augmentation du temps d'intervention des mécanismes de contrôle en boucle fermée augmentent le risque de chutes chez le sujet âgé et chez le patient instable.

Ces accroissements signifient que des déplacements trop amples du Cdp et corrigé trop tardivement surviennent chez les chuteurs.



2/MATERIEL et METHODE

Matériel utilisé :



Les différents tests pour cette étude ont été effectués sur une plateforme MULTITEST EQUILIBRE de la société FRAMIRAL dans ses séquences stables.

Le relevé des données est traité par le Logiciel Posturo Pro® de la société FRAMIRAL.

Ce logiciel permet d'étudier entre autres l'analyse fréquentielle d'un sujet sur un plateau stable dans les différentes séquences de l'examen les yeux ouverts, fermés, et dans un environnement visuel mouvant.

Population :

La population étudiée comprend 500 **individus âgés de 7 ans à 90 ans**.

Lors de l'interrogatoire, les sujets ne décrivaient aucun trouble de l'équilibre, ni vertiges présents ou passés.

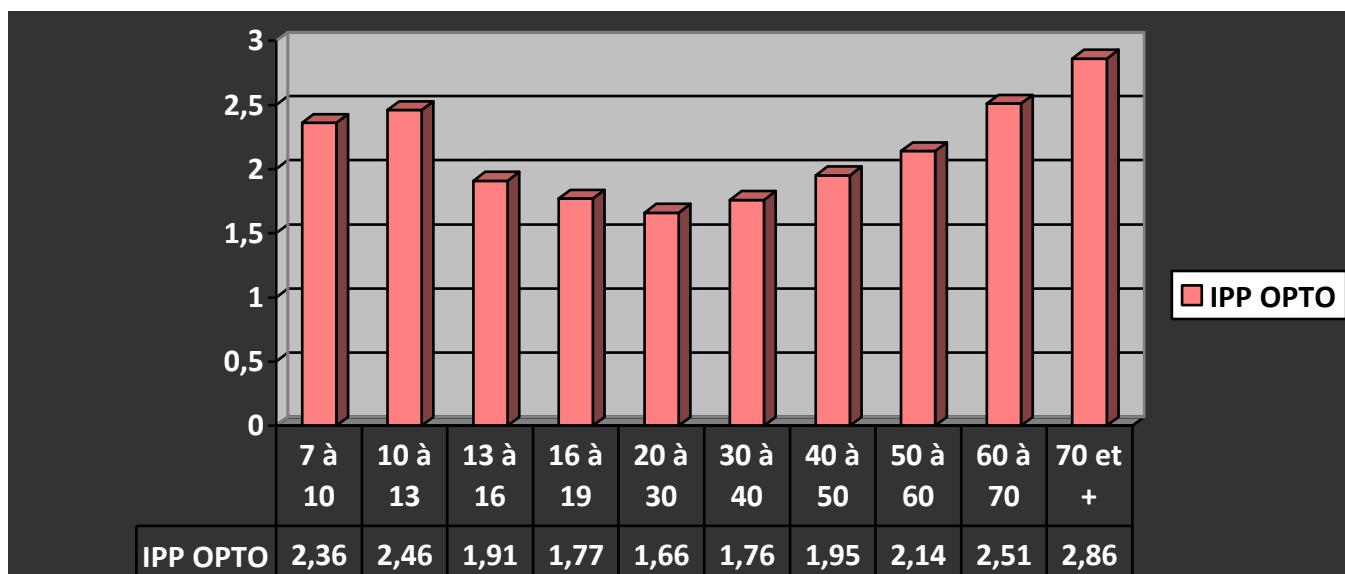
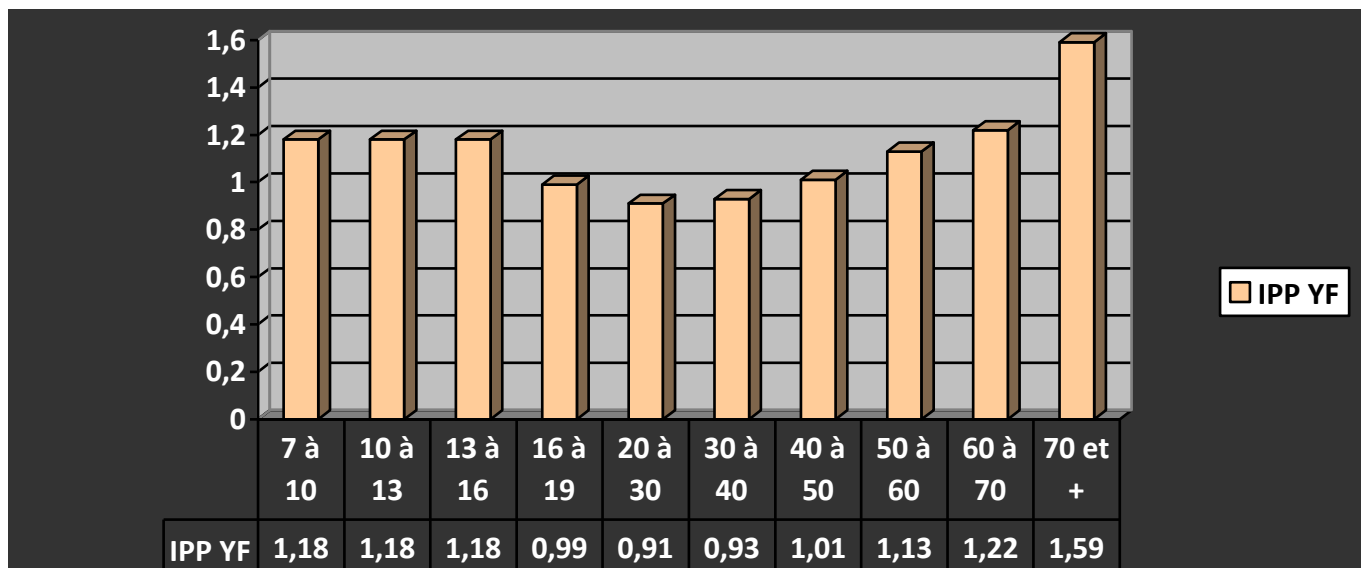
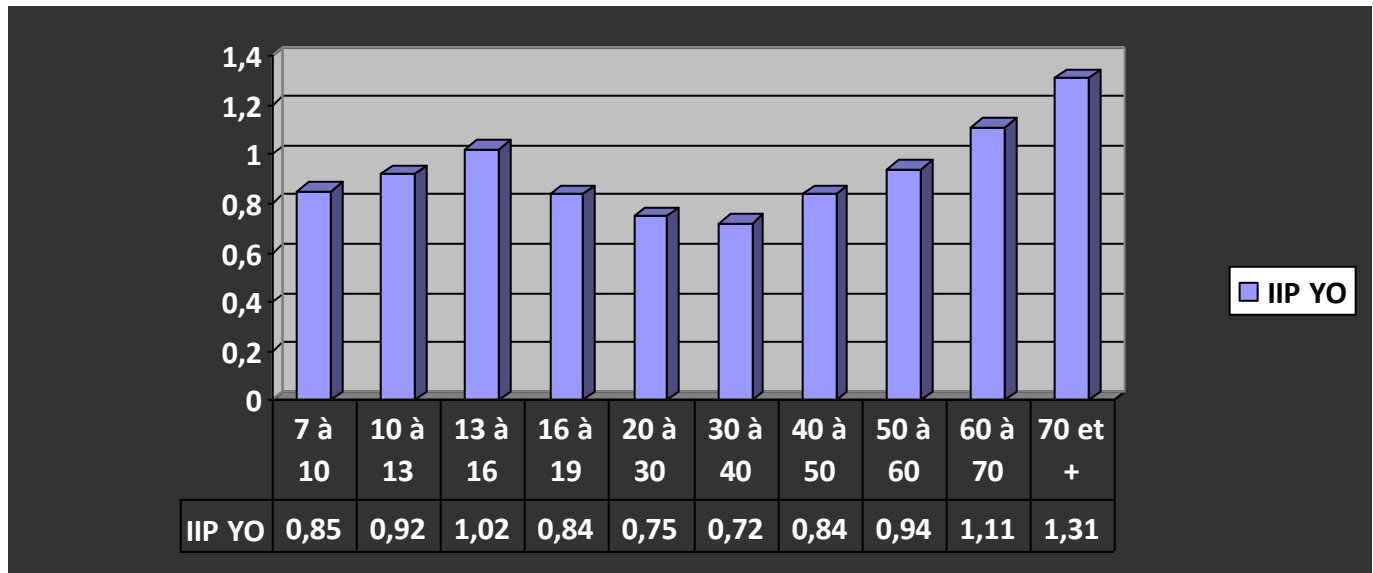
La VNS était sans particularité : il n'y avait pas de nystagmus spontané, les tests sur fauteuil et sous VNS étaient normaux. Les sujets étudiés ne présentaient pas de problème orthopédique des membres inférieurs ni de pathologie neurologique périphérique ou centrale connue.

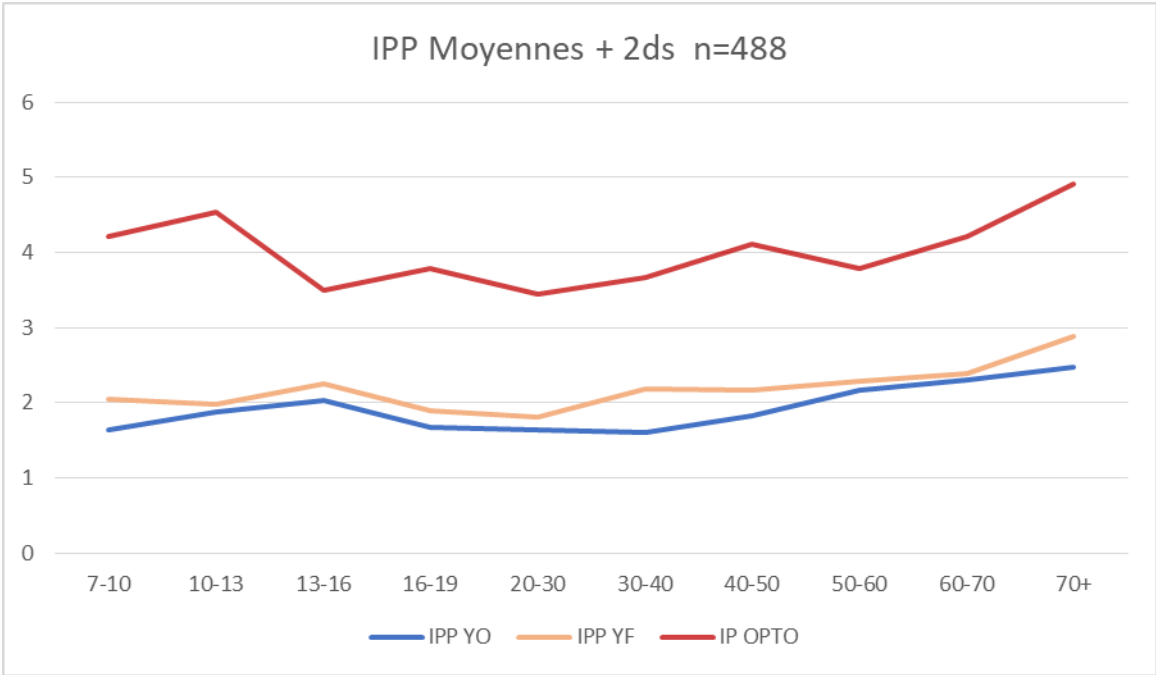
Sur cette population ont été éliminé :

- les dépendants visuels qui chutaient en situation "c"
- les sujets présentant un score vestibulaire nul à la synthèse

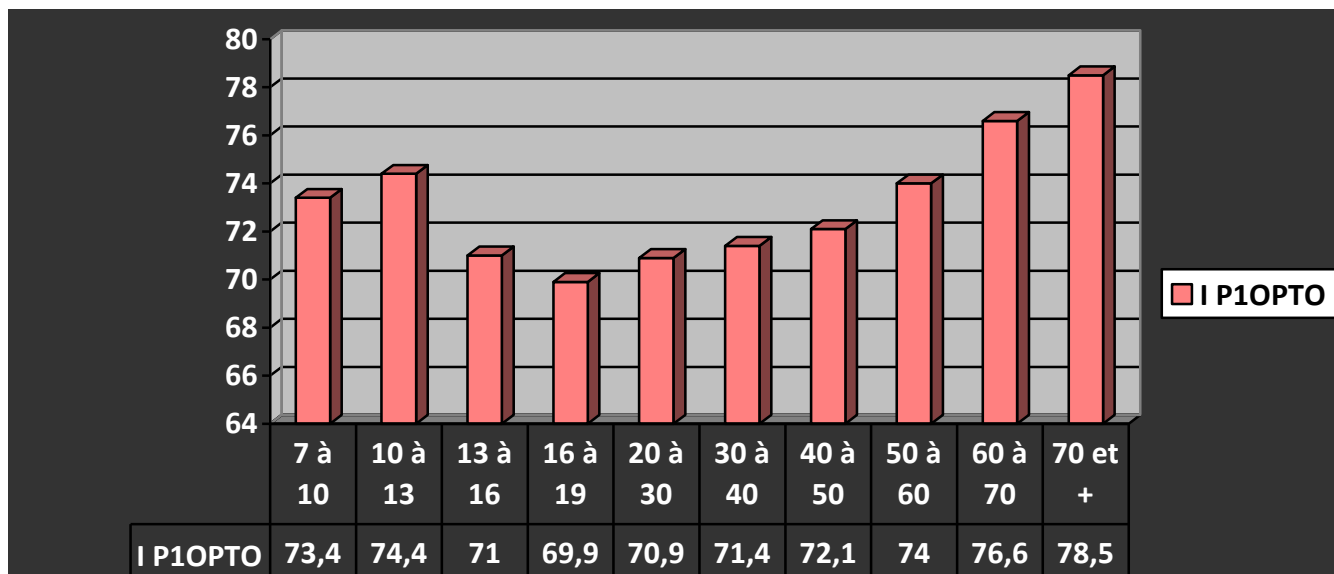
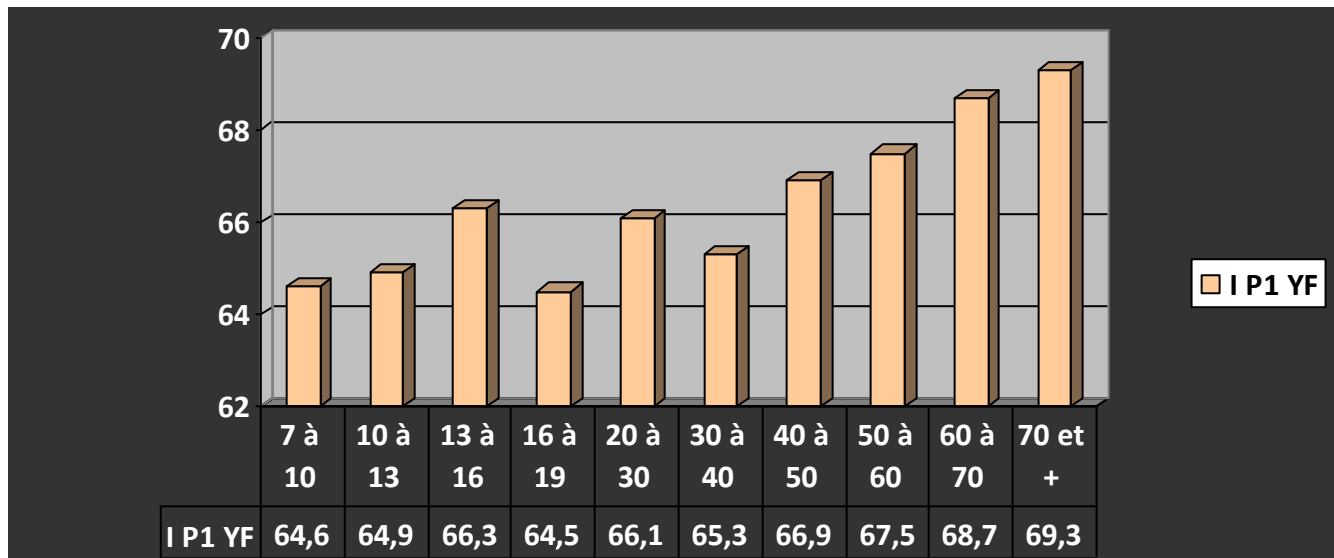
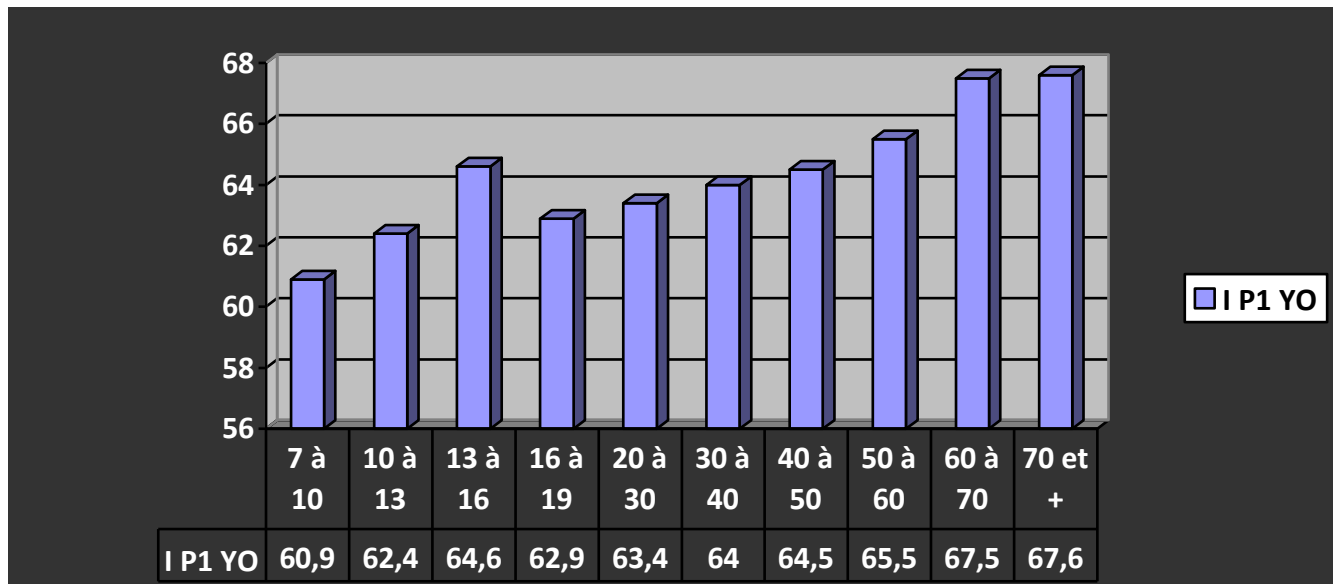
La population étudiée représente donc au final **89** individus

RESULTATS TABLEAUX DES NOTES GLOBALES (IIP) EN SITUATION A.B ET C :

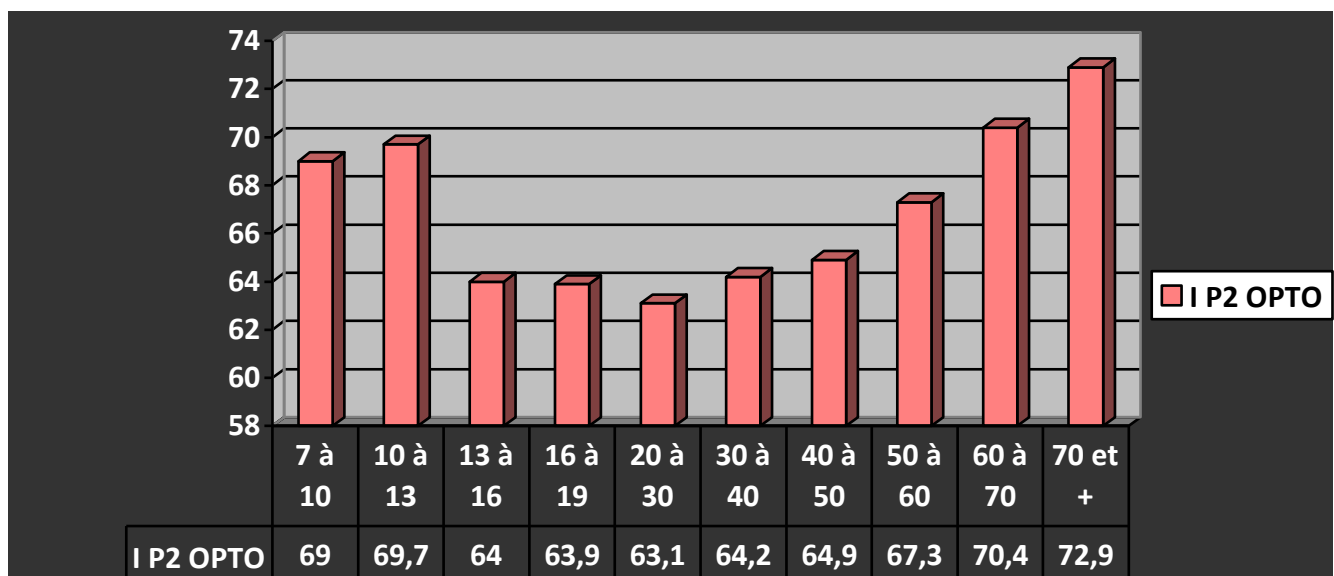
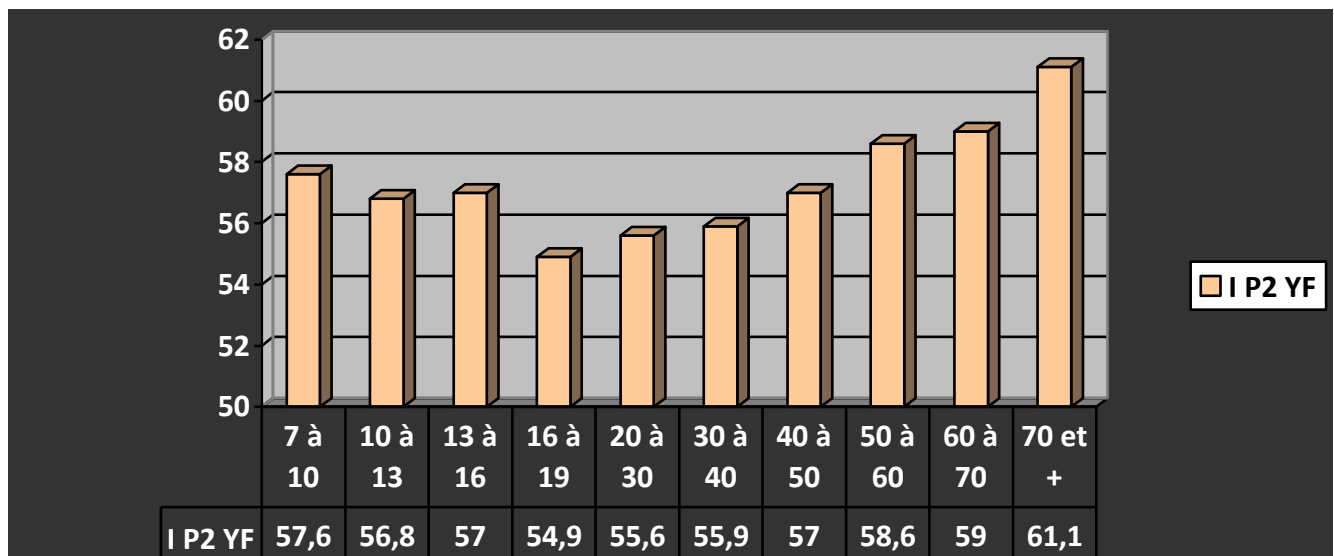
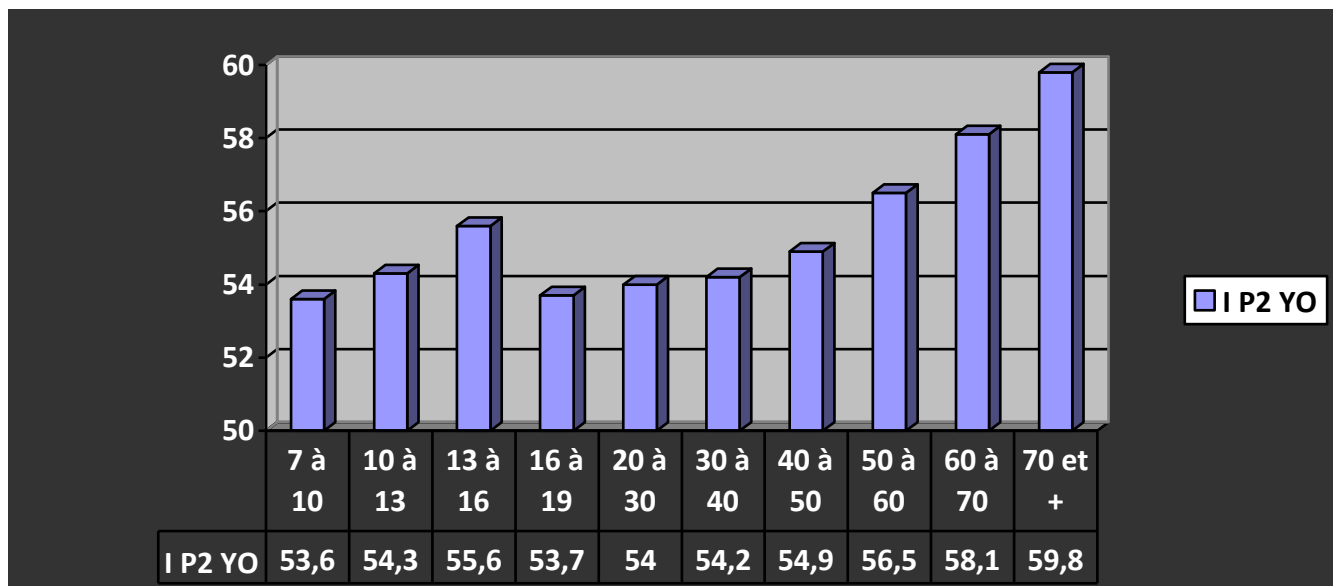




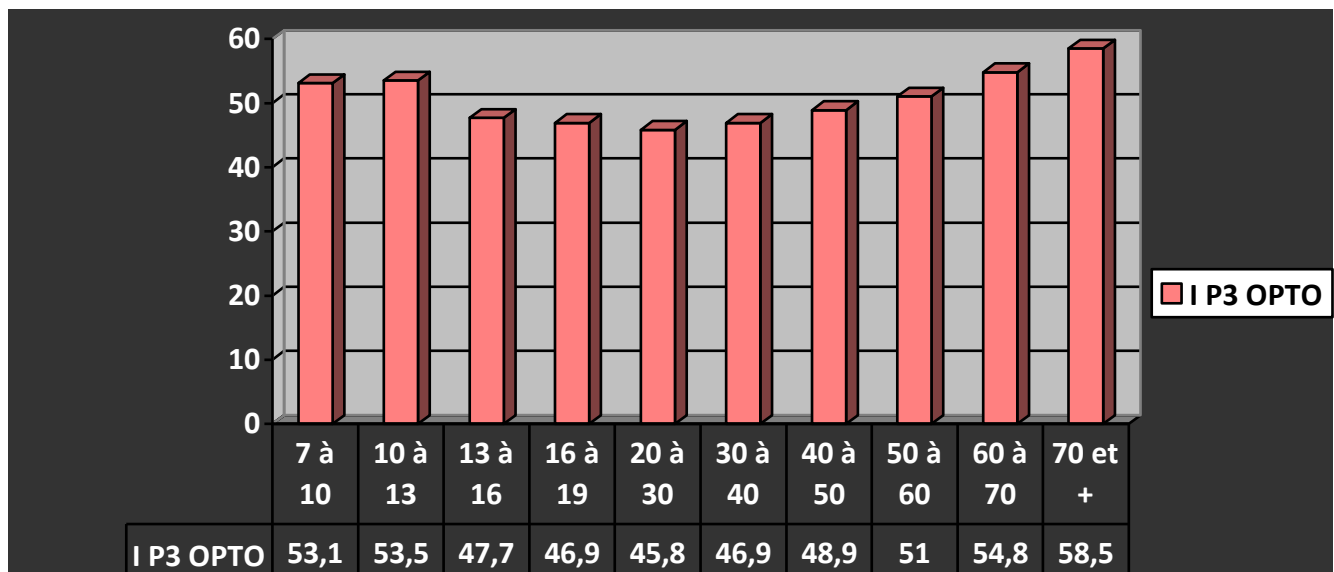
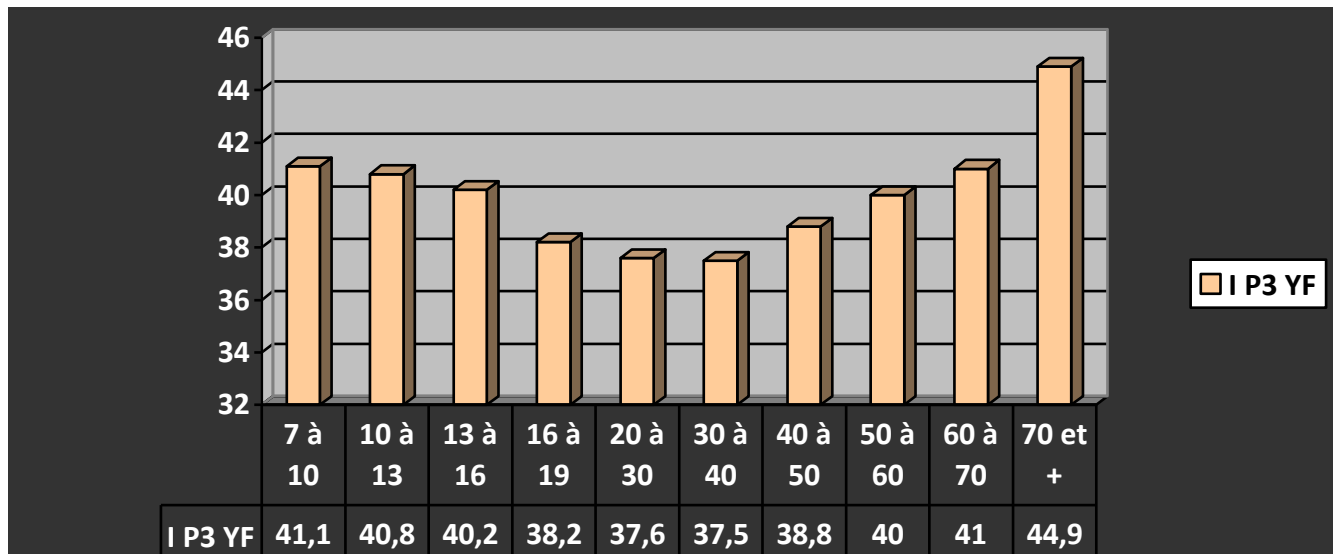
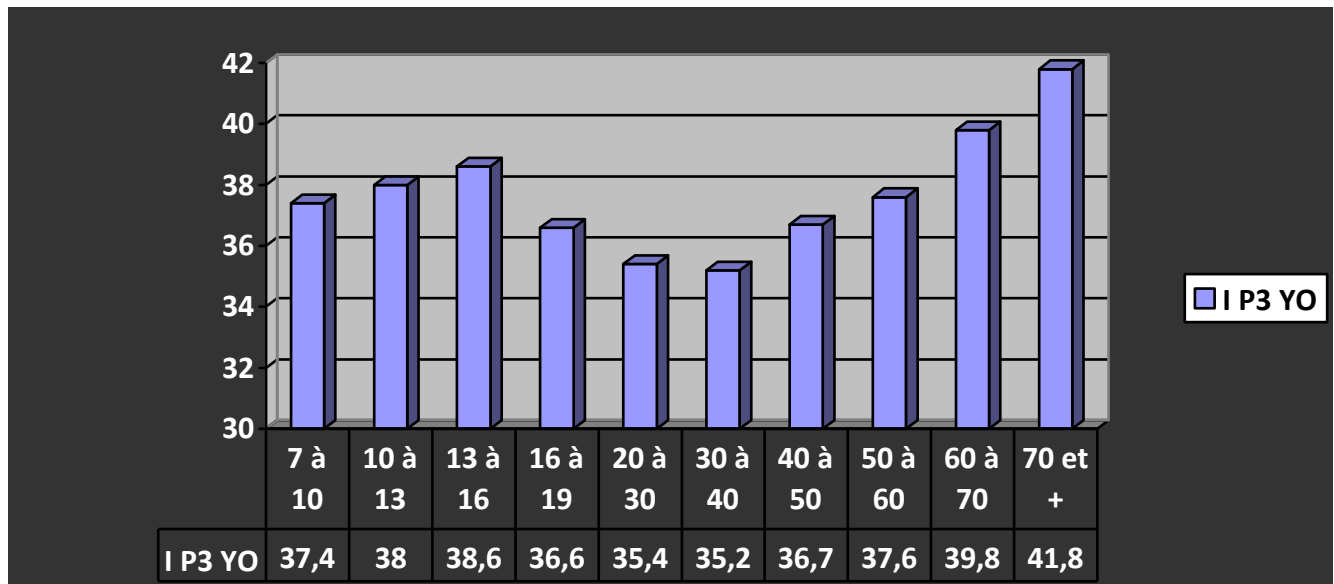
TABLEAUX DES VALEURS **DES PUISSANCES** dans les basses fréquences :



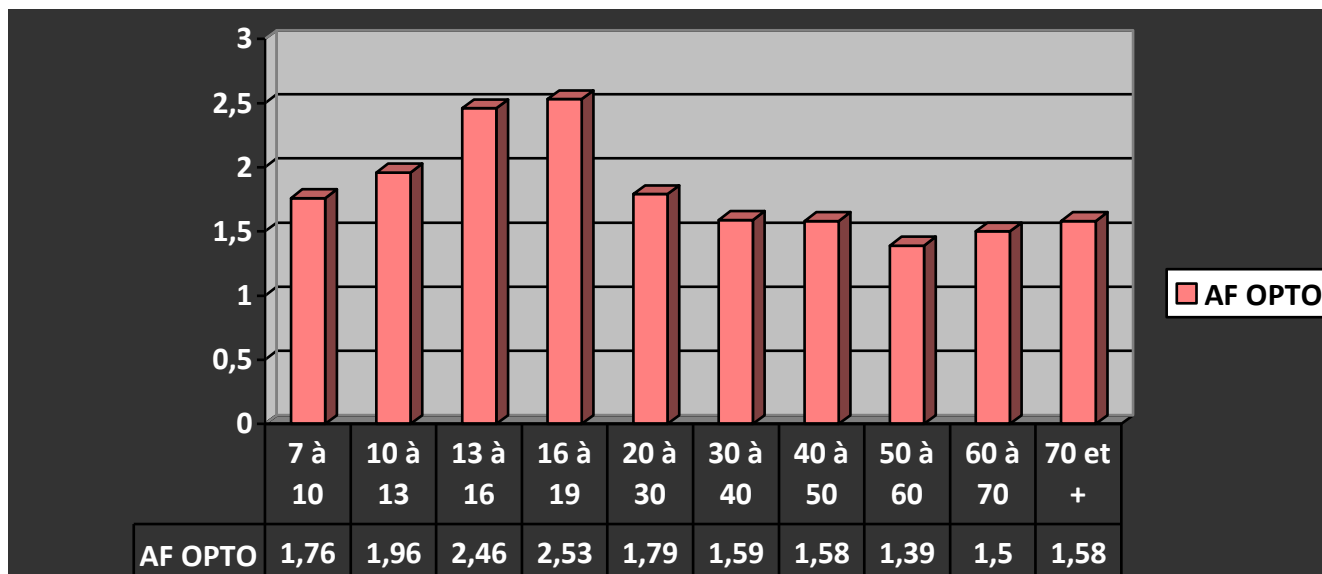
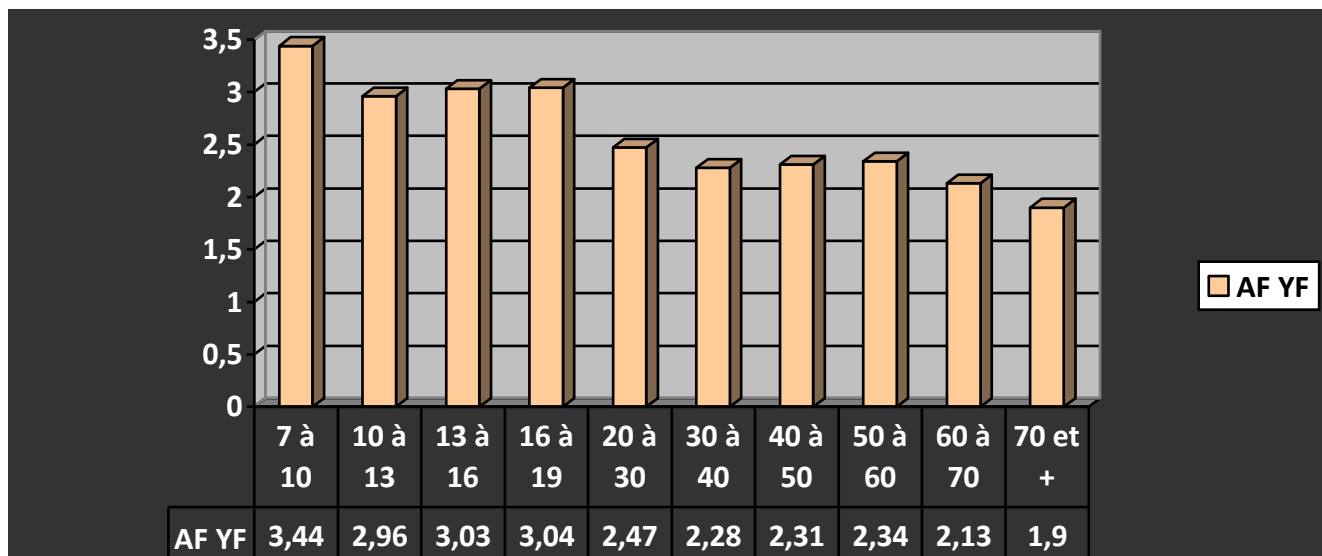
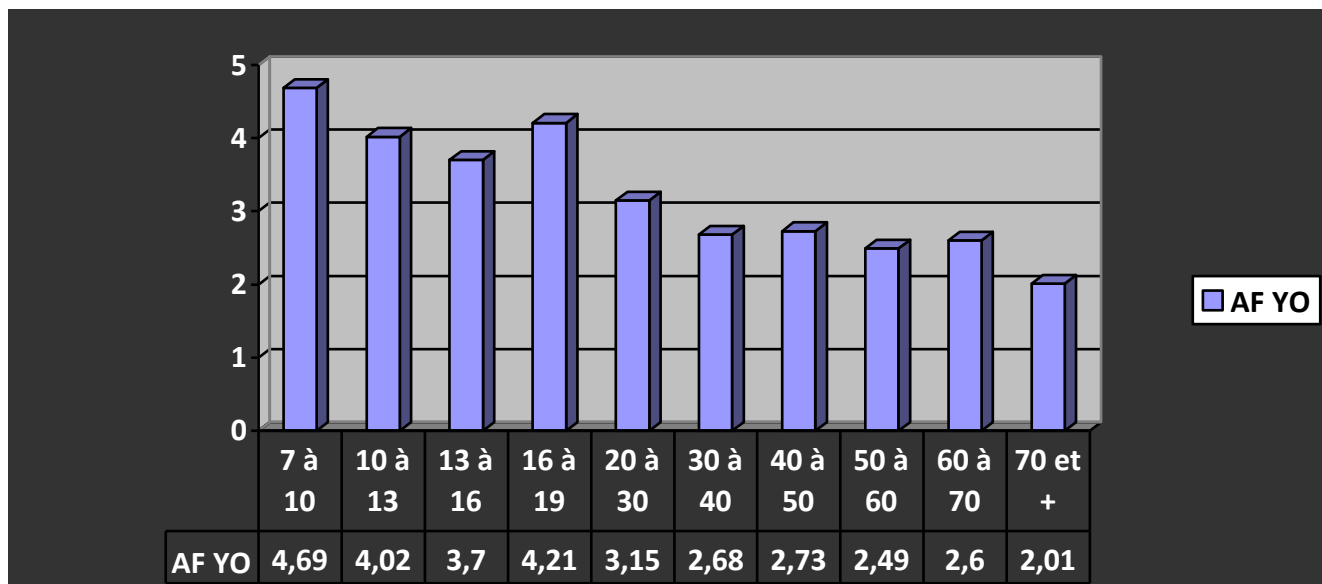
TABLEAUX DES VALEURS **DES PUISSANCES** dans les moyennes fréquences :



TABLEAUX DES VALEURS **DES PUISSANCES** dans les hautes fréquences :



TABLEAUX DES VALEURS DE L'ANALYSE FRACTALE :



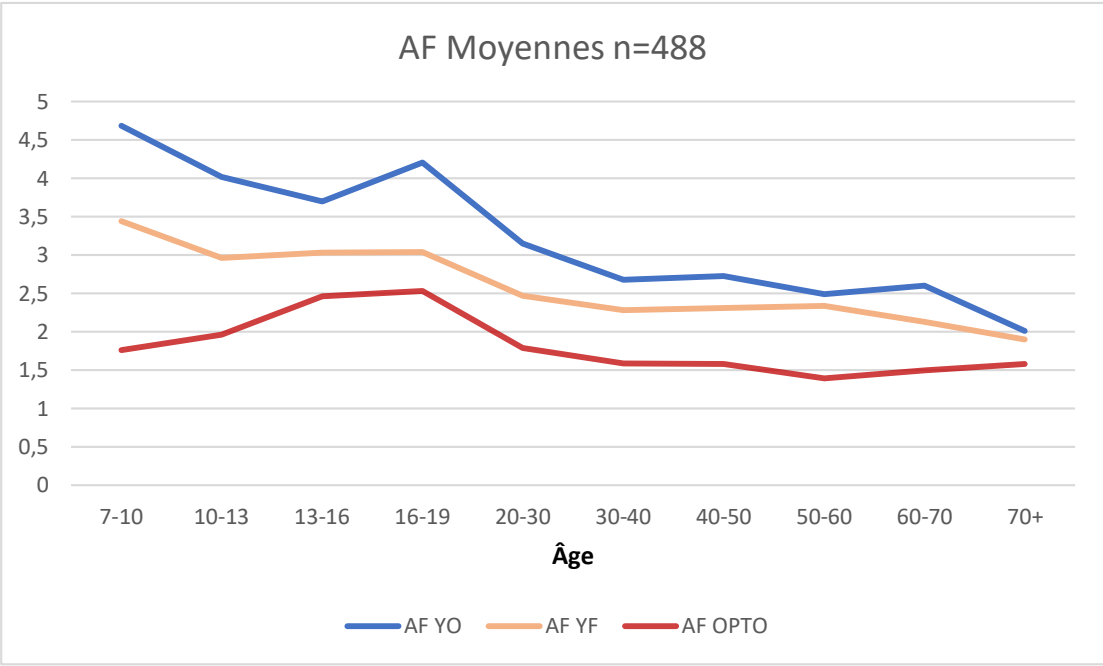
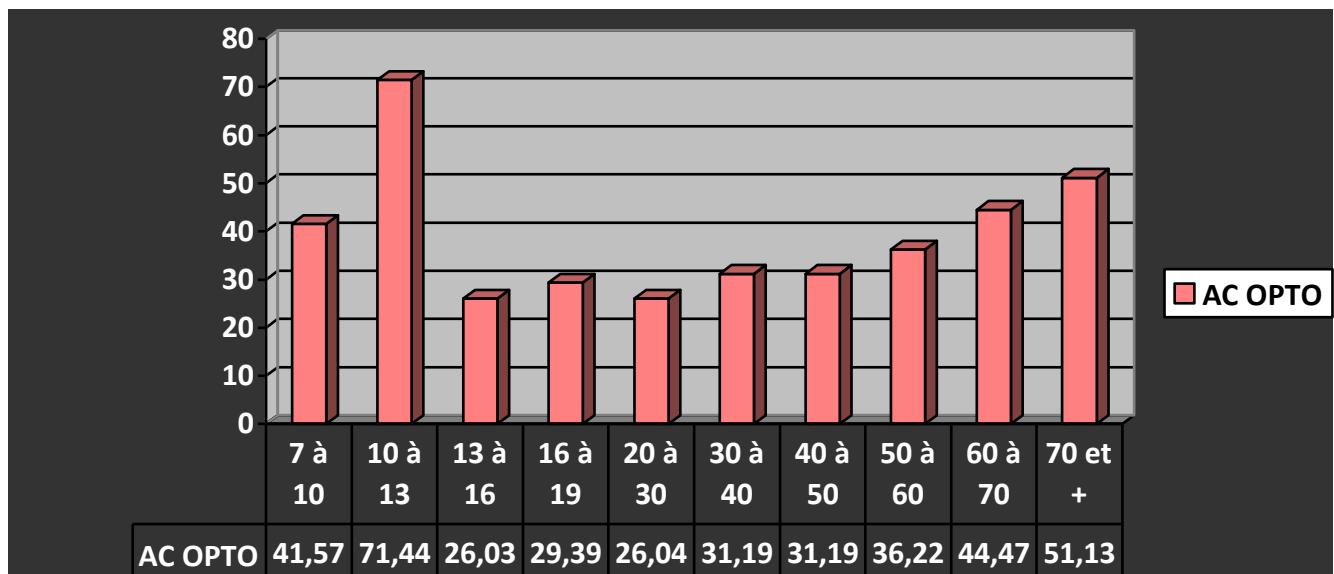
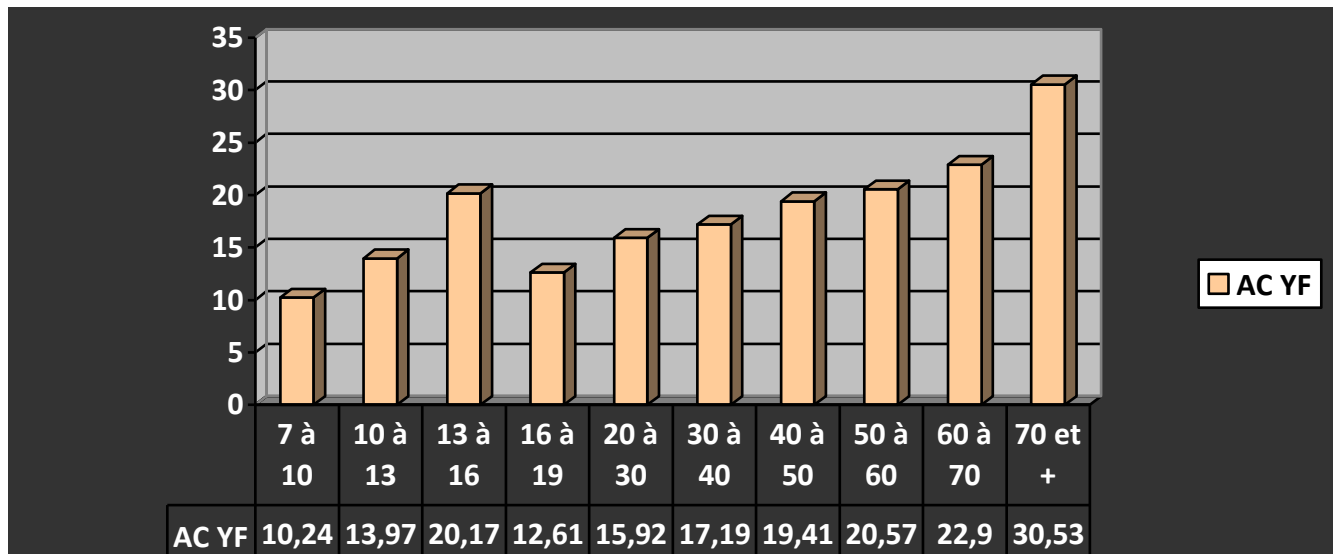
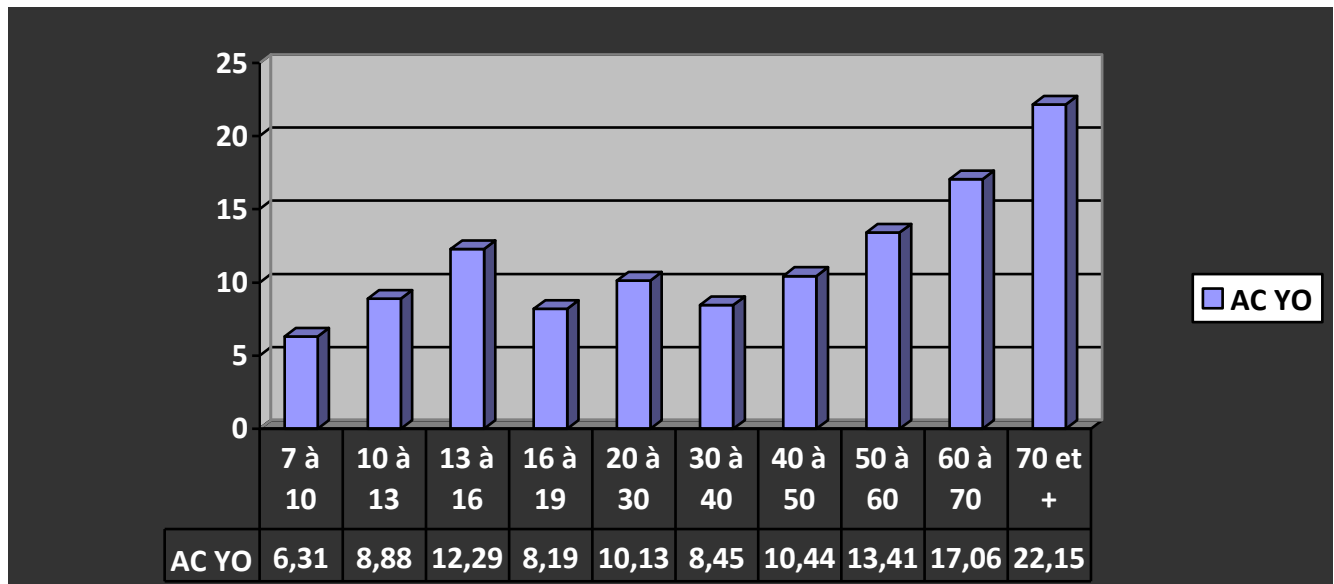


TABLEAU DES VALEURS DE L'AMPLITUDE CRITIQUE :



AC Moyennes + 2ds n=488

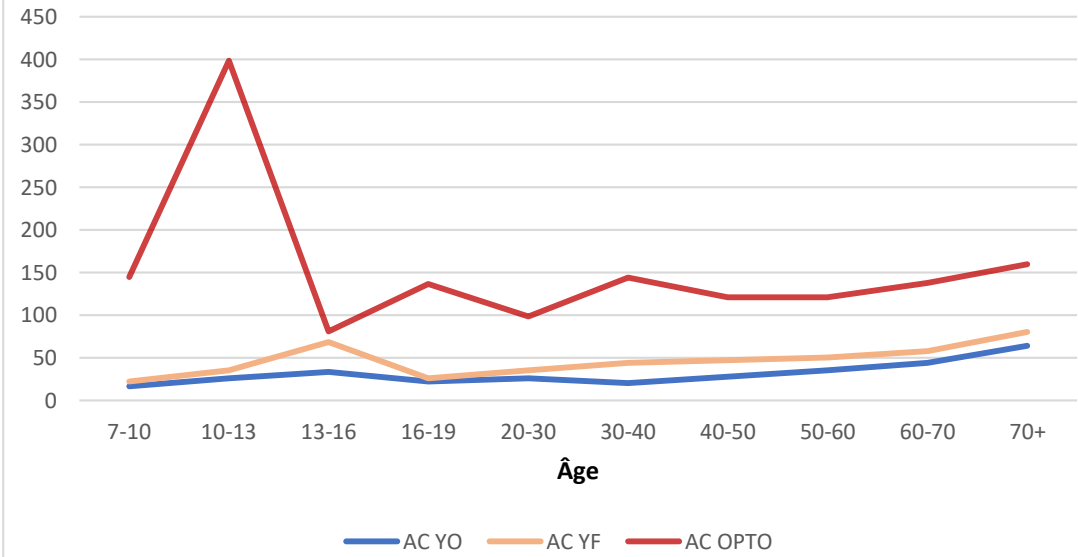
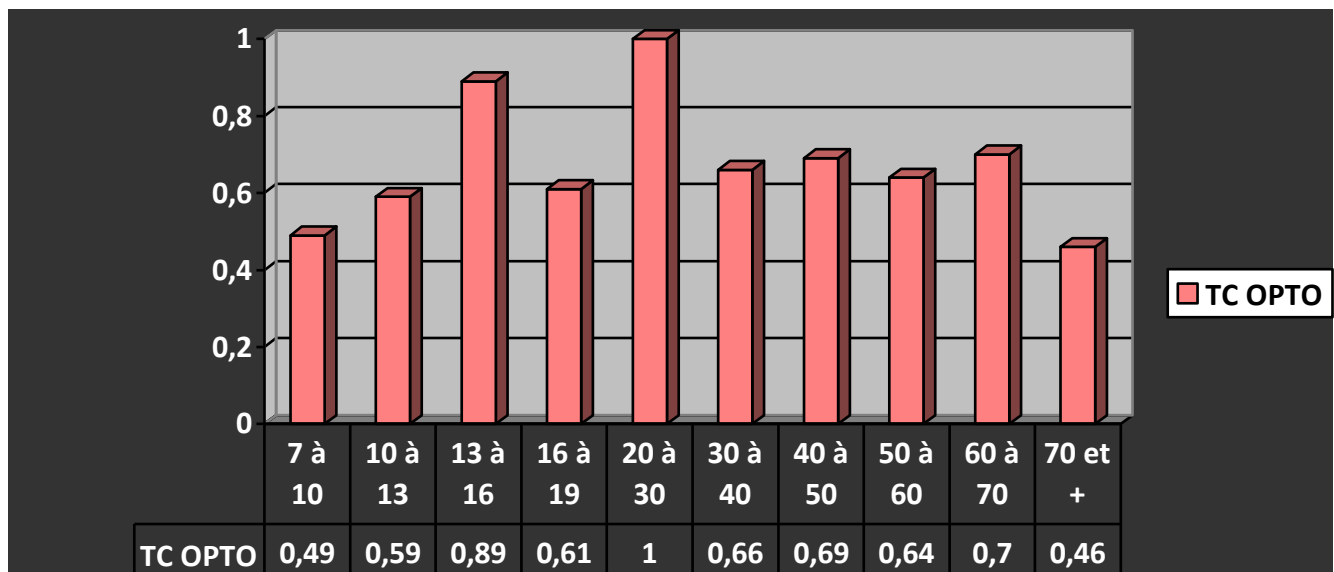
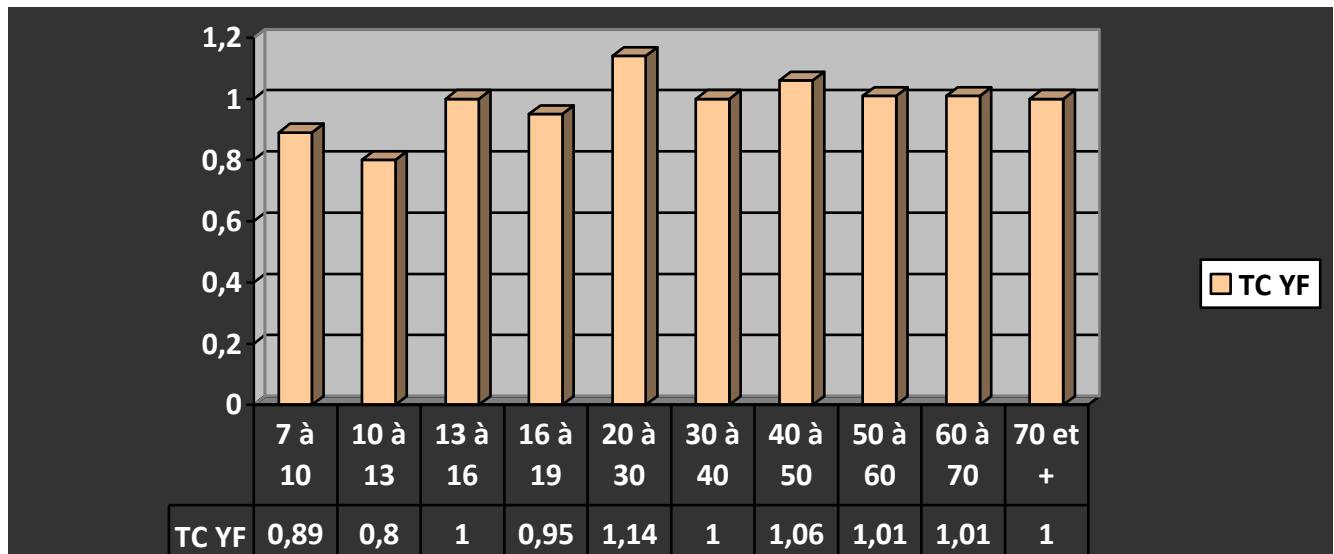
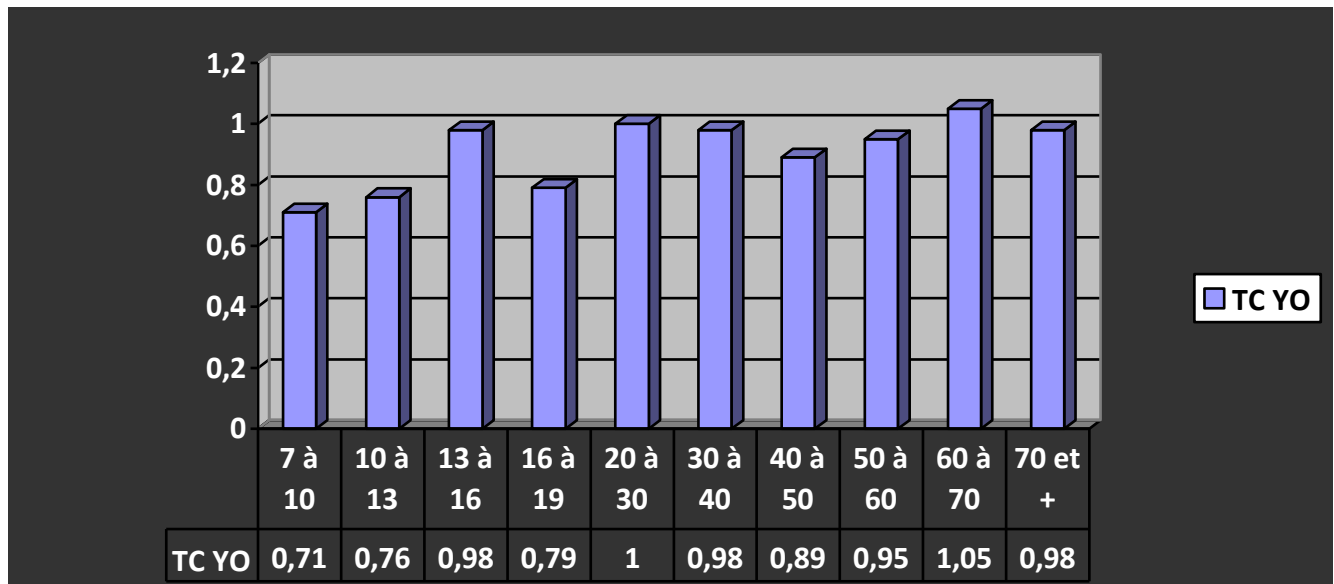


TABLEAU DES VALEURS **TEMPS CRITIQUE** :



TC Moyennes + 2ds n=481

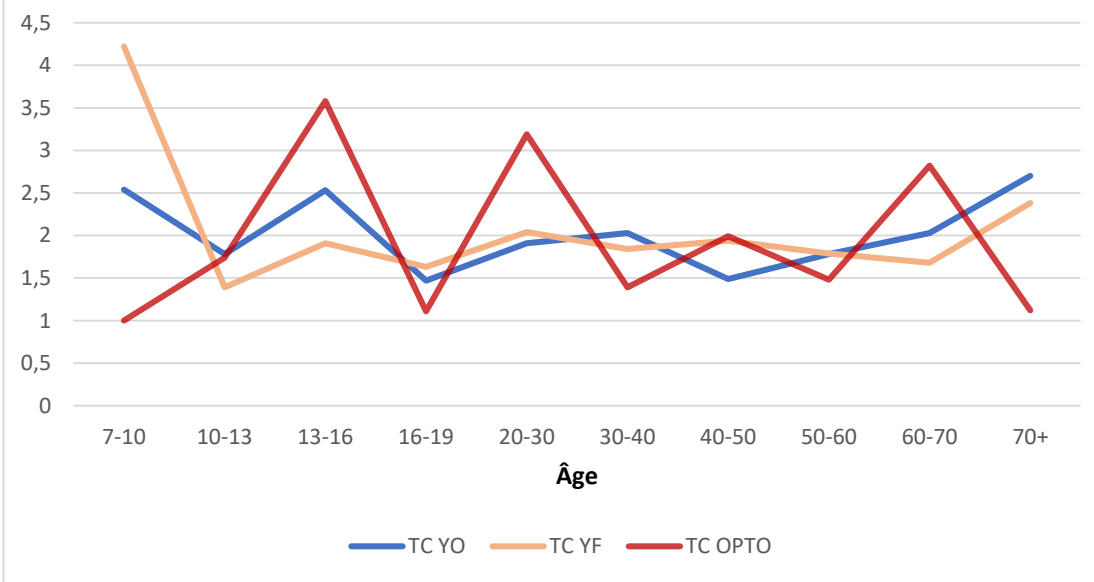


TABLEAU DES VALEURS DE L'INDICE DE CONTRÔLE POSTURAL dans les basses fréquences :

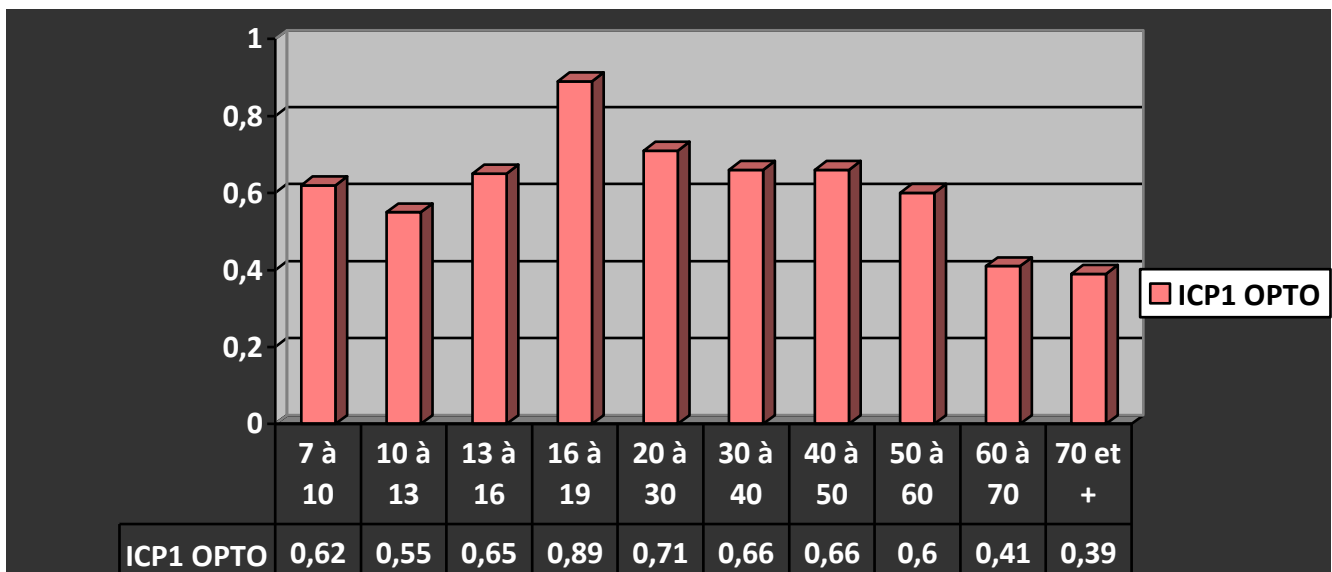
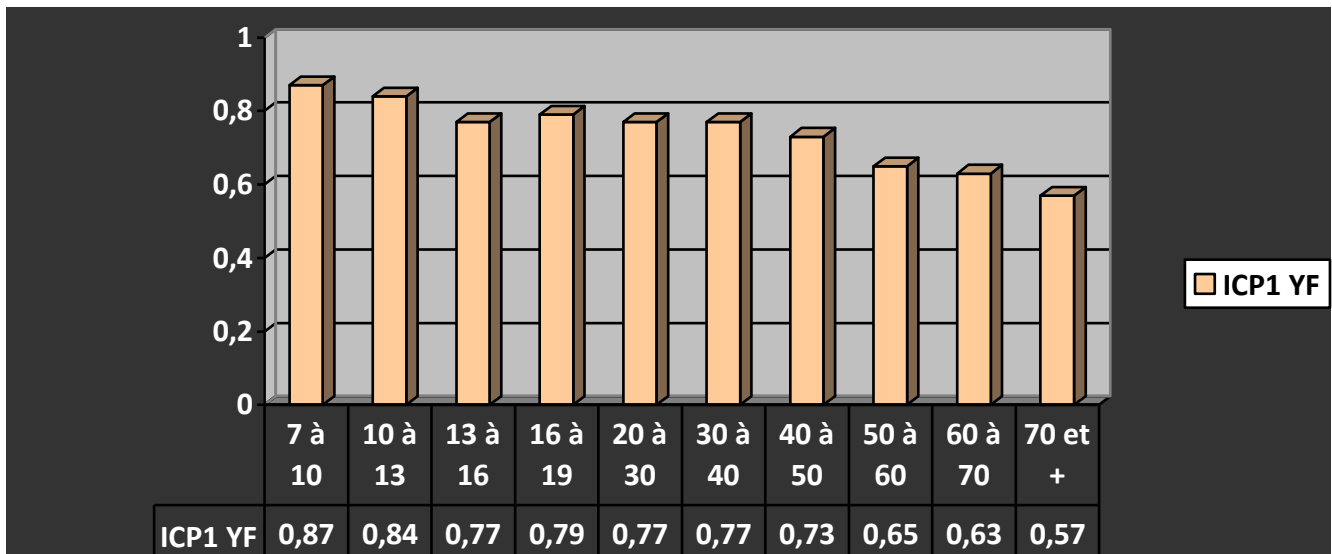
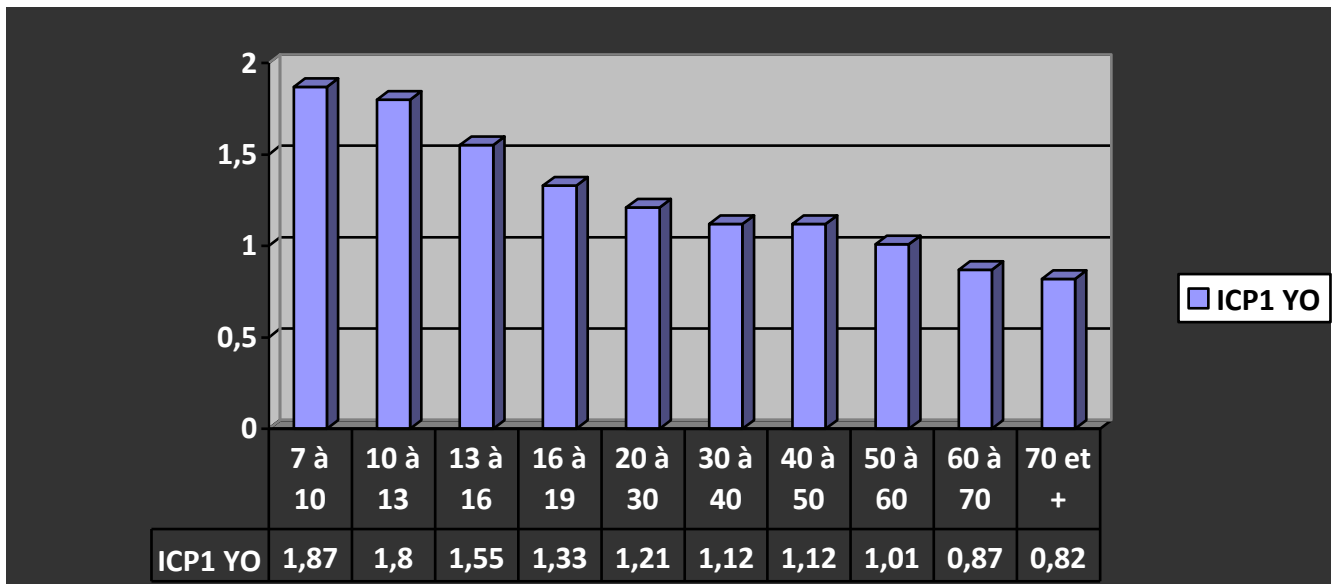


TABLEAU DES VALEURS DE L'INDICE DE CONTRÔLE POSTURAL dans les moyennes fréquences :

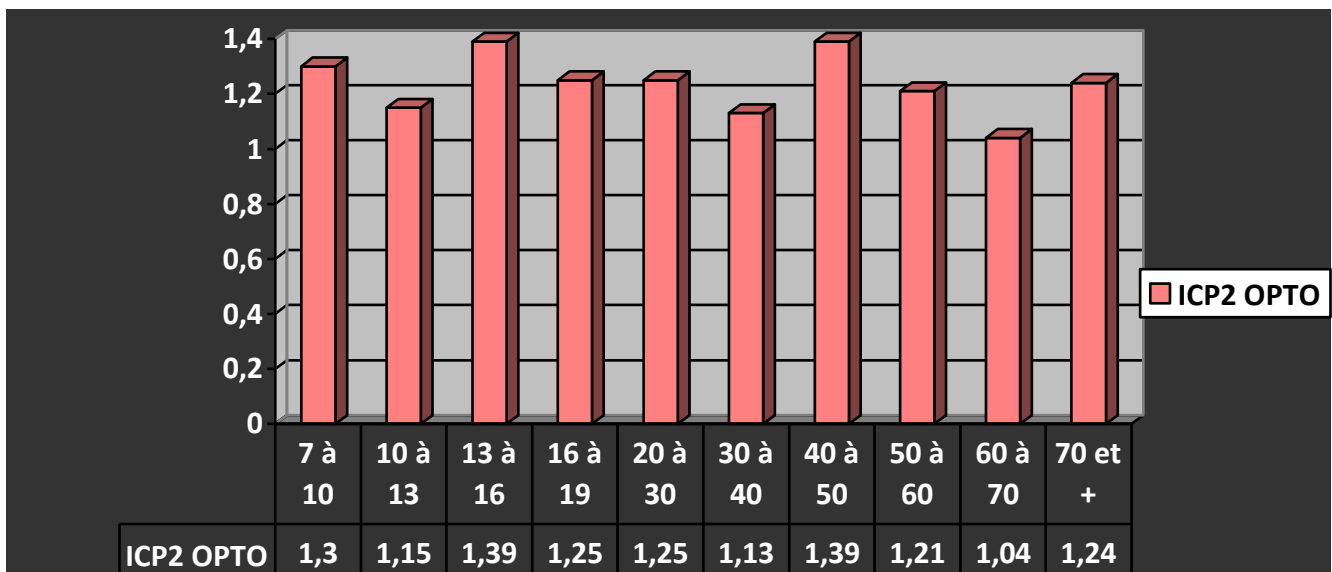
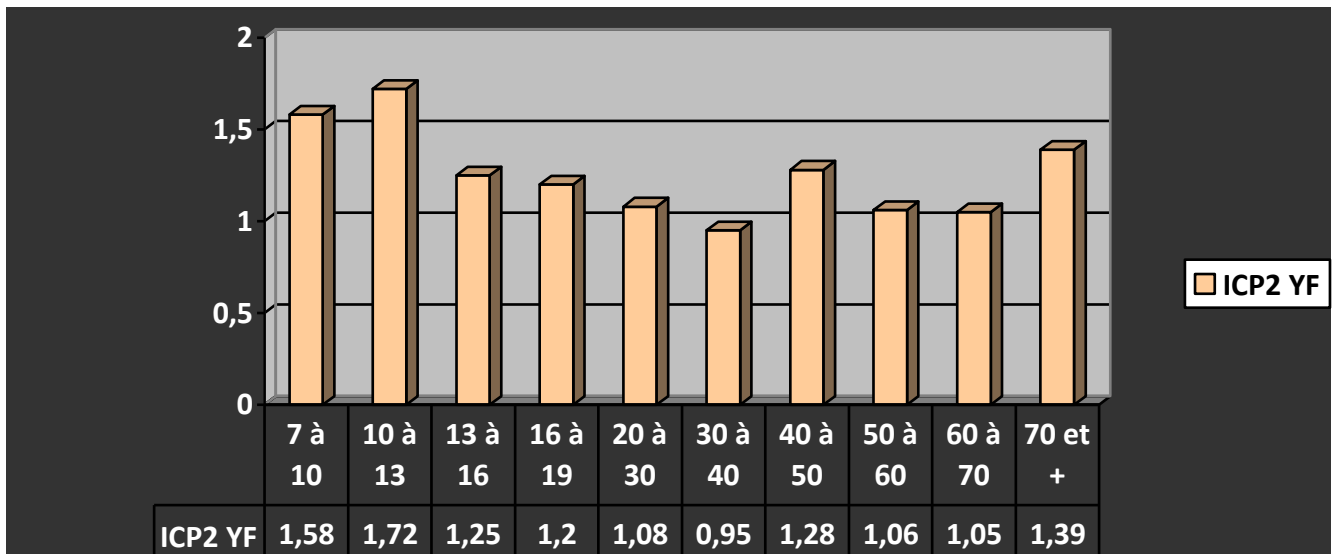
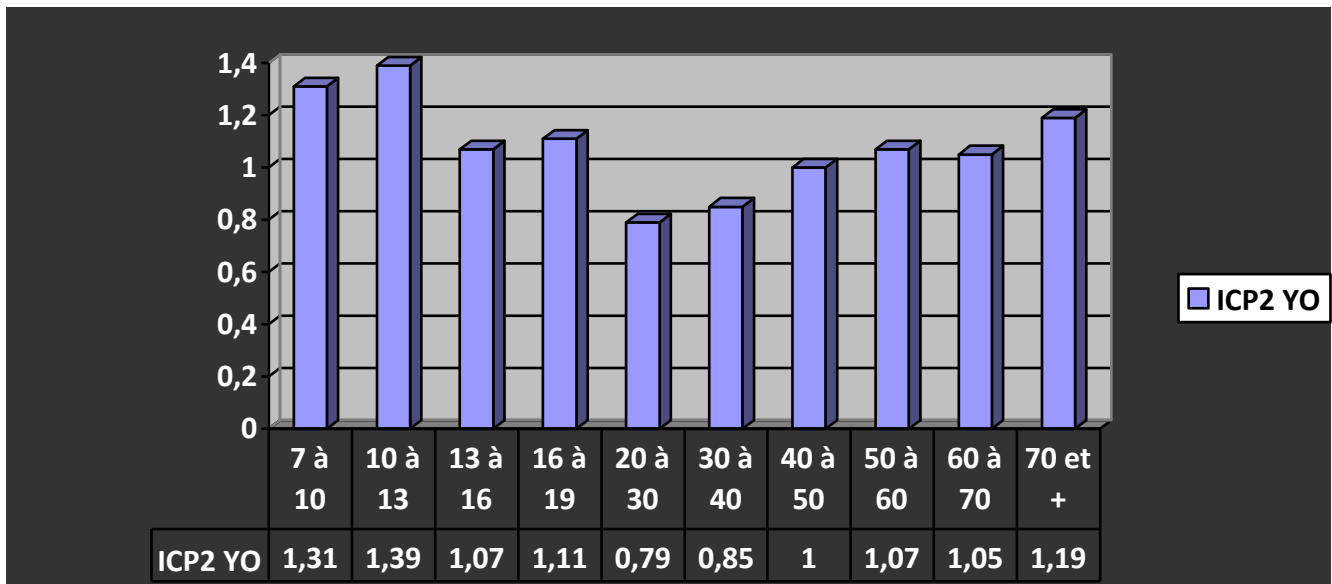
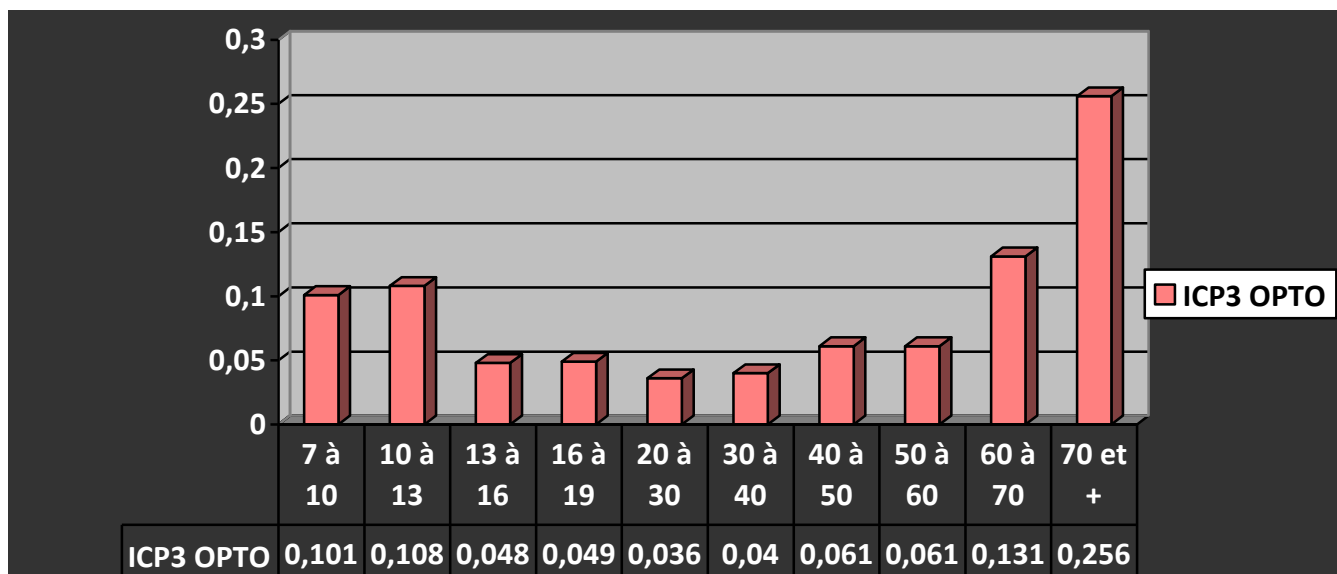
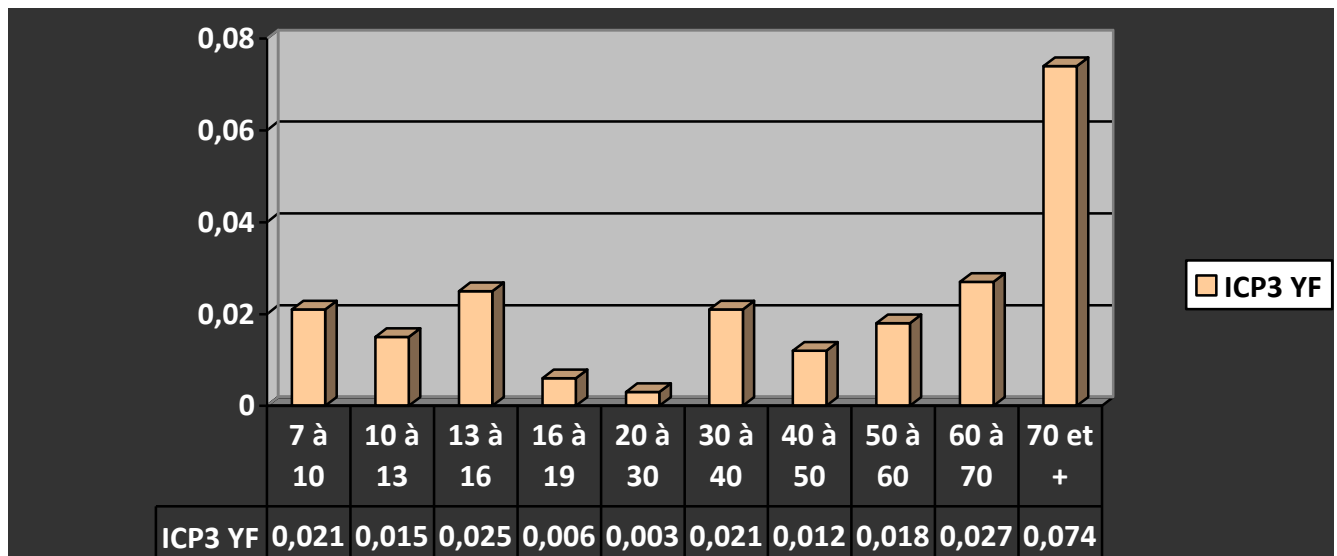
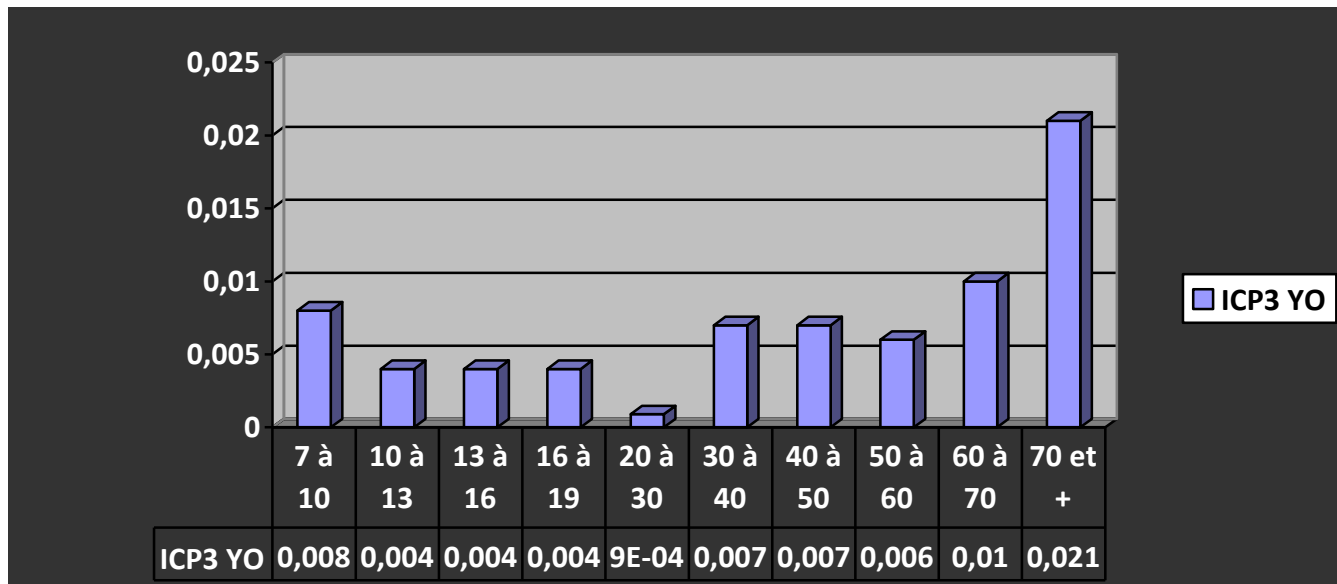


TABLEAU DES VALEURS DE L'INDICE DE CONTRÔLE POSTURAL dans les hautes fréquences :

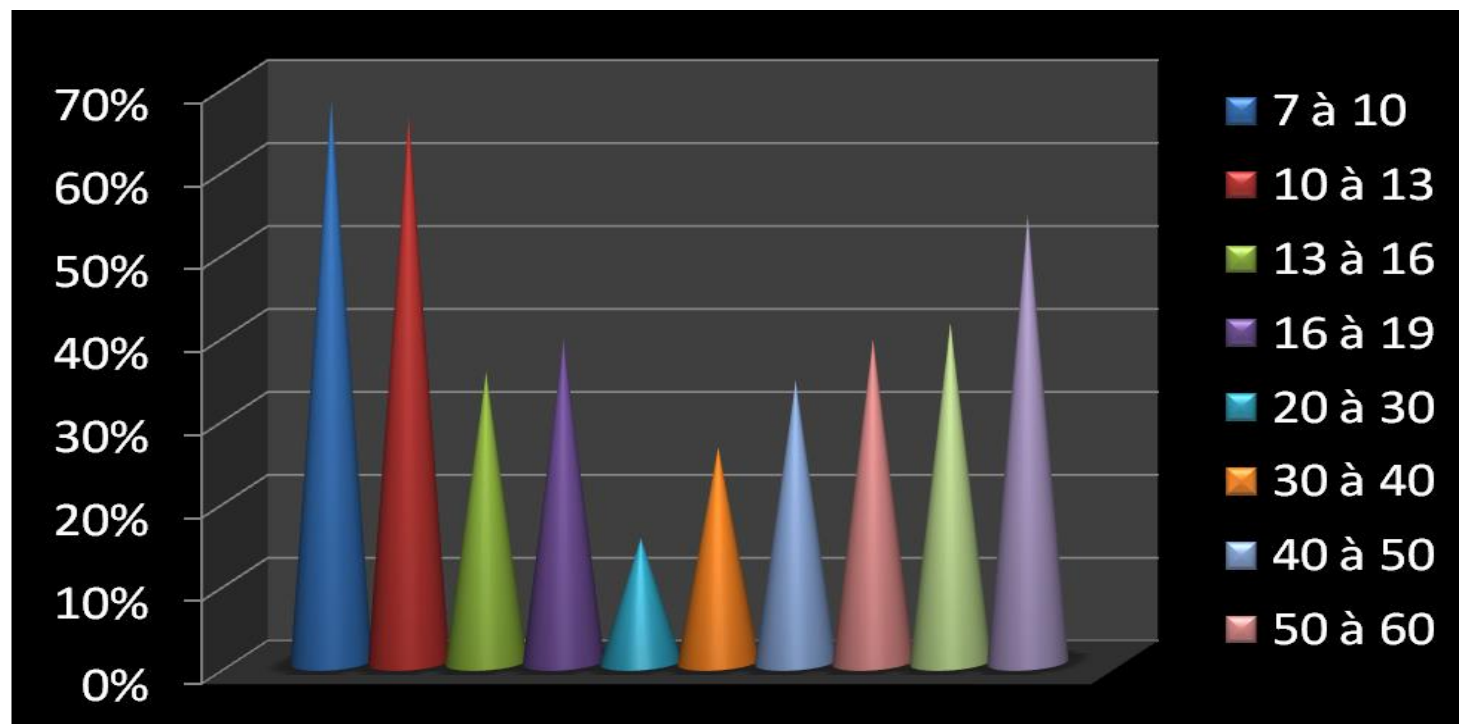


DISCUSSION

Remarque :

Seuls les sujets dépendants visuels qui chutaient en situation « c » ont été éliminés de l'étude réalisée.

Il faut toutefois remarquer qu'un grand nombre de la population étudiée a été étiqueté dépendant visuel par la synthèse du Multitest Equilibre (forte instabilité ou chute en situation « F »).



Cela mène au constat que près de la moitié de la population se considérant sans problèmes d'équilibre sont des dépendants visuels qui s'ignorent.

Le fait d'inclure dans cette étude les sujets dépendants visuels peut être un sujet de discussion.

La dépendance visuelle doit-elle être considérée systématiquement comme pathologique ?

Les valeurs sous optocinétique sont très variables d'un individu à l'autre dans une même tranche d'âge. Encore faut-il bien prendre en compte les paramètres de vitesse de défilement, du sens du défilement, de la luminosité...

On peut discuter la reproductibilité des valeurs obtenues yeux ouverts, car on sait que la vergence intervient dans la stabilisation posturale et que la cible n'est pas toujours placée à la même distance d'une installation à l'autre, suivant la distance de la cible et sa hauteur.

Est-elle stable, clignotante, quelle est sa couleur, sa forme ?

La normalité d'un individu peut être discutée : La difficulté est d'autant plus grande lorsque l'on teste des sujets âgés présentant souvent une poly pathologie et une médication importante qui peuvent intervenir et fausser les performances posturales. Même si ces personnes nous disent ne pas avoir de problème d'équilibre

Analyse des courbes obtenues :

On constate que les courbes récapitulatives des valeurs de l'Indice d'Instabilité Postural (IIP), dans les trois situations A (yeux ouverts), B (yeux fermés) et C (sous stimulations optocinétiques), présentent la même caractéristique :

Chez les adultes, l'IIP semble augmenter de façon linéaire tout au long de la vie. La courbe représentant la situation C augmente de façon plus importante que les deux autres lorsque l'âge augmente.

Il semblerait que la dépendance visuelle s'aggrave avec l'âge.

Chez l'enfant, on constate l'inverse. L'IIP (Indice Instabilité Posturale, ou note globale) est proche des adultes de 50/60 ans avec et sans la vision. Leur IIP en vision « trompée » par la stimulation optocinétique, est proche des IIP des séniors de plus de 70 ans.

Les valeurs des puissances IP obéissent aux mêmes règles que l'indice d'instabilité posturale.

Les courbes d'évolution de la valeur de l'amplitude critique aux cours des âges sont globalement ascendantes chez les adultes et l'écart entre la valeur minimale et la valeur maximale augmente de façon importante lorsque l'âge augmente. Cette constatation est d'autant plus vraie en situation C.

Chez les enfants l'amplitude critique AC est proche des séniors en situation C.

L'indice de contrôle postural IcP dans les basses et moyennes fréquences paraît, à l'inverse de l'IIP et de l'IP, être linéairement décroissant chez l'adulte.

L'Indice de Contrôle Postural en haute fréquence augmente chez les séniors. L'écart entre les valeurs maximales et minimales augmente également.

L'icp est très élevé chez les enfants, sauf dans les hautes fréquences et en vision " trompée."

L'analyse fractale serait linéairement décroissante de 7ans à 90 ans.

☒ L'analyse fractale est très élevée chez les enfants (4 en moyenne, mais elle peut atteindre des valeurs proches de 15)

Leur équilibre serait-il plus " naturel" que celui des adultes ?

Le temps critique serait constant chez l'adulte (entre 0.5 et 1 seconde). Ce facteur est-il bien discriminant ?

Le temps critique serait plus faible chez les enfants. Sont-ils plus rapides à réagir ?

CONCLUSION

Cette étude m'a permis de me familiariser avec le logiciel Posturo Pro et d'en découvrir l'intérêt et la richesse dans l'analyse des troubles de l'équilibre.

Désormais, je consulte systématiquement les valeurs de Posturo Pro dans ma pratique quotidienne.

Toutefois, obtenir une idée des normes bien que parfois contestée, est-ce vraiment indispensable ?

Dans notre métier de rééducateur un des grands intérêts de ce type d'outil est de comparer un individu à lui-même.

Ces études ne s'appliquent actuellement qu'aux plates formes statiques. Des travaux sont en cours pour appliquer ces analyses aux plates formes dynamiques ce qui laisse espérer de belles découvertes en posturographie dynamique.

Ce travail de recherche a aiguisé ma curiosité et m'encourage à poursuivre cette étude de façon à affiner les résultats.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

1/Dumitrescu, M. Lacour, M., Analyse mathématique par décomposition en ondelettes des signaux stabilométriques -avantages par rapport à l'approche classique de la FFT. Lacour, M. (Ed), Solal, Marseille, 2004

2/Robin Ph., Zeitoun A. De nouvelles méthodes de traitement du signal stabilométrique à l'épreuve de la pratique quotidienne : Besoin ou nécessité ? SARL V.I.R.E 2007

3/Docteur Abdelilah MHADI ; Mémoire DU 2006 Exploration et rééducation des troubles de l'équilibre.

4/Barge L., Mémoire DU 2007 l'intérêt du logiciel Posturo Pro pour le Masseur-Kinésithérapeute ans sa pratique courante de la rééducation des instabilités et vertiges.