

# **Impact immédiat de l'utilisation de la main en supination Sur le tremblement essentiel. Une étude vidéographique et fonctionnelle chez un cas, en double insu de l'hypothèse**

**A. BARON<sup>ac</sup>, Pr JM. GRACIES<sup>b</sup>**

*<sup>a</sup>Institut de Myologie, Hôpital Pitié- Salpêtrière ; <sup>b</sup>CHU Henri Mondor, Créteil*

*<sup>c</sup>Recherche effectuée dans le cadre d'un Master Recherche Sciences du Sport, Université Paris XII*

## **Résumé**

**Contexte :** l'impact des positions d'utilisation du membre supérieur sur l'amplitude du tremblement essentiel (TE) est inconnu.

**Mise en place :** laboratoire d'Analyse du Mouvement

**Objectifs :** mettre au point un protocole vidéographique avec une échelle d'évaluation permettant de mesurer, à l'insu de toute hypothèse, l'amplitude des mouvements du TE en fonction de la posture de la main : semi pronation (prise naturelle la plus fréquente), pronation complète, supination complète. L'objectif secondaire est de tester le protocole sur un cas de TE bilatéral et invalidant.

**Matériel et méthode :** neuf investigateurs (4 kinésithérapeutes, 1 ergothérapeute, 4 médecins MPR), à l'insu des hypothèses de l'étude, ont coté sur vidéo la sévérité du tremblement avec une échelle visuelle analogue (de 0 à 10). Nous avons adapté les manches d'une cuillère et d'un gobelet pour faciliter leurs prises dans chacune des 3 positions de l'avant-bras, puis filmé un sujet de 80 ans utilisant ces objets dans chacune des trois positions avec chaque main puis en posture bilatérale simple.

**Résultats :** le score moyen de TE, moyenné sur tous les investigateurs, était le plus bas (meilleur) pour la position en supination par rapport aux 2 autres positions dans chacune des 5 situations testées : pronation  $7.7 \pm 0.2$  semi pronation  $7.8 \pm 0.4$ , supination  $5.6 \pm 0.4$  (test du signe,  $p = 0.004$ ). L'écart type moyen inter investigateur était de  $1.5 \pm 0.1$ .

**Conclusion :** chez notre patient, la position et la prise d'objets en supination complète a diminué le tremblement essentiel. Le test et les adaptations d'objets mis au point sont utilisables pour une étude à plus grande échelle visant à évaluer l'influence de la position d'utilisation de la main sur l'intensité du tremblement essentiel.

**Mots-clés :** Tremblement essentiel, Evaluation vidéographique, Supination complète

**Abstract :**

## **Immediate impact of the use of the hand supination on the essential tremor. A videographic and functional study to evaluate a case, without knowing the hypothesis.**

A. BARON<sup>ac</sup>, JM. GRACIES, PhD, MD<sup>b</sup>,

*<sup>a</sup>Institute of Myology, Pitié- Salpêtrière Hospital; Paris <sup>b</sup> Henri Mondor University Hospital, Créteil*

*<sup>c</sup>Research undertaken within the Master's degree specialized in Sciences of the Sport, Paris XII University*

**Context:** the use of the upper limb positions on the range of movement in essential tremor (ET) has an impact but it remains unknown. We propose to present a prospective survey using video.

**Setting :** Movement Analysis laboratory

**Objectives:** first, to carry out a videographic experimental protocol with an assessment scale for measuring ET range of movement, while considering the hand in 3 forearm positions 1) semipronation (more usual handgrip), 2) complete pronation and 3) complete supination. Secondly, to apply this protocol in a severely impaired case with a bilateral ET.

**Material and Method:** nine investigators (4 physiotherapists, 1 occupational therapist, 4 doctors specialized in functional rehabilitation care), without knowing the hypotheses of the study, assessed on video the severity of the tremor with an analogue visual scale (from 0 to 10). We adapted the handles of a spoon and of a tumbler to facilitate their grips in each of 3 positions of the forearm; we then filmed a subject, 80 years of age, using these objects in each of the three forearm positions with each hand, then in a simple bilateral posture.

**Results:** the mean score of the essential tremor, averaged on all the nine investigators, was the lowest (greater) for the supination position with regard to 2 other positions in each of 5 tested situations: pronation  $7.7 \pm 0.2$  semi pronation  $7.8 \pm 0.4$ , supination  $5.6 \pm 0.4$  (test of the sign,  $p = 0.004$ ). The average standard deviation inter investigator was  $\pm 1.5$  0.1.

**Conclusion:** with our patient, the position and the grip of objects in complete supination decreased ET. The test and adapted objects are useful for a larger-scale study to estimate the influence of the position of use of the hand on the ET intensity.

**Keywords:** Essential tremor, Videographic assessment, Complete supination

### **Introduction :**

Le tremblement essentiel (TE), aussi appelé tremblement familial par son caractère héréditaire, concernerait selon l'APTES (Association des Personnes concernées par le Tremblement ESsentiel) plus de 200 000 personnes en France ; le retentissement fonctionnel peut être sévère et restreindre la qualité de vie des personnes qui en sont atteintes avec souvent le recours à des aides humaines et/ou techniques. Peuvent être impliqués dans le TE, les mouvements du poignet (flexion / extension), de l'avant-bras (pronation / supination), du coude (flexion / extension) et de l'épaule (rotations et adduction / abduction).

Une des stratégies de recherche en Médecine Physique et de Réadaptation est de développer des actions thérapeutiques permettant d'améliorer la fonctionnalité des gestes de la vie quotidienne. Velickovic et Gracies<sup>9</sup> rapportent que le TE est augmenté lors de la semipronation de l'avant-bras et est diminué lors de la mise en supination. Nous pouvons aussi imaginer qu'une des actions thérapeutiques possibles serait l'utilisation de la position en supination complète de l'avant-bras pour diminuer le tremblement dans certaines activités de la vie quotidienne.

Les objectifs de notre étude sont : 1) d'élaborer un protocole vidéographique avec une échelle d'évaluation permettant de mesurer, à l'insu de toute hypothèse, l'amplitude des mouvements de tremblement en fonction de la posture de la main : semipronation (SP) (position naturelle de saisie de nombreux objets usuels, ex : cuillère, verre), pronation complète (P) et supination complète (S). 2) De tester secondairement le protocole sur un cas de TE bilatéral particulièrement invalidant.

Notre hypothèse d'étude étant que la mise en position en supination complète de l'avant-bras, réduit le tremblement au cours d'une activité impliquant la main.

**Physiopathologie du tremblement essentiel** : la manifestation clinique du TE se caractérise par une activité oscillatoire et involontaire d'origine neurologique hétérogène, dont la pathogénie a fait l'objet de plusieurs études de recherche<sup>1, 2, 3, 4, 5, 7, 9</sup> : elle inclurait des phénomènes de résonance mécanique dans le membre touché, de réverbération entre boucles réflexes et de dysfonctionnement des mécanismes de rétrocontrôle du cervelet. Il s'agit d'un tremblement d'action qui présente comme caractéristiques<sup>9</sup> : a) une rythmicité de l'oscillation régulière b) une localisation plutôt distale au commencement de la maladie (poignet et avant-bras) puis progressivement proximale (coudes, épaules et tête), c) une amplitude moyenne (degré de déplacement causé par la contraction involontaire du muscle) et d) une fréquence (= nombre d'oscillations par seconde) entre 4 à 8 Hertz.

**Justifications physiopathologiques de notre hypothèse :** nous n'avons pas retrouvé d'étude dans la littérature qui teste cette idée. Cette hypothèse peut néanmoins se justifier en examinant les 3 mécanismes principaux qui interviennent dans la physiopathologie du TE <sup>1, 2, 3, 4, 5, 7, 9</sup> :

- *Des oscillations mécaniques (non dues à des contractions musculaires) du membre impliqué :* celles-ci peuvent être le résultat de modifications instantanées du poids du membre secondaires à un afflux rythmique artériel d'un certain volume de sang et donc d'une certaine masse. Ces variations de poids induisent une réaction passive des structures anatomiques de ce membre (peau, ligaments, tendons, muscles au repos, capsules articulaires, vaisseaux, etc...) selon une raideur qui leur est propre. Ces oscillations involontaires sont présentes chez tout individu et participent à tous types de tremblement, en particulier au tremblement physiologique. L'hypothèse est qu'une intervention thérapeutique qui changera la raideur de certaines de ces structures anatomiques induira une modification du TE. Par exemple, un muscle a un coefficient d'élasticité (/raideur) différent selon qu'il est en position étirée, neutre ou relâchée.

- *Des réverbérations réflexes pathologiques :* lors d'un mouvement d'un segment de membre, il se constitue un étirement de petite amplitude pour au moins un muscle ou un groupe musculaire autour de l'articulation concernée. Cet étirement déclenche un réflexe myotatique et donc une contraction musculaire qui ajoutera sa contribution, dans le cadre d'oscillations mécaniques déjà présentes (voir ci-dessus), au mouvement inverse du segment de membre. S'en suit un étirement inverse et le déclenchement du réflexe myotatique qui va contribuer à inverser le mouvement et ainsi de suite. On peut imaginer dans une situation pathologique où les réflexes d'étirement sont exagérés, soit par seuil anormalement bas soit par gain anormalement élevé, qu'il pourra exister une contribution « neuronale réflexe » anormale au tremblement passif. Cette contribution réflexe anormale sera différente selon la position de départ du muscle, étirée, neutre ou relâchée avant le début de l'oscillation.

- *L'incompétence des voies cérébelleuses en tant que circuit contrôlant la fin d'un mouvement :* le rôle du cervelet au cours du maintien d'une posture ou de l'ajustement de la fin d'un mouvement, est de recevoir par les faisceaux spino-cérébelleux l'information exacte sur la situation topographique du membre impliqué, et de comparer cette information transmise en temps réel à une copie efférente de l'ordre venu du cortex cérébral (transmise par les noyaux pontiques). L'ordre descendant est par définition toujours imparfait  $\pm$  majoré par un obstacle imprévu au cours du mouvement. Il y a systématiquement inadéquation entre le concept cinématique exact du mouvement envisagé par le cortex et le mouvement réellement effectué, le cervelet étant obligé d'envoyer un message de correction au thalamus puis au cortex pour corriger la commande descendante. Par exemple, le maintien d'une posture souhaitée n'est

jamais 100 % exact, ne serait-ce qu'à cause du tremblement physiologique (voir les 2 mécanismes ci-dessus). En cas de tremblement physiologique exagéré, le cervelet est dans l'obligation d'intervenir continuellement pour envoyer au cortex des ordres de correction au fur et à mesure des messages d'inexactitude. Si, à cause d'une lésion dans le cervelet, cette correction est retardée ou incomplète, le mouvement persiste trop longtemps dans la mauvaise direction, donc le segment de membre s'écarte encore plus de la position souhaitée (hypermétrie cérébelleuse), ce qui entraîne une amplitude augmentée de la correction nécessaire. Lorsque finalement cette correction survient pour faire revenir la main à la position d'équilibre souhaitée en théorie, il faudra une nouvelle correction pour stopper le retour de la main au moment où elle repasse par l'endroit souhaité. Une fois de plus, à cause de la lésion cérébelleuse, cette nouvelle correction sera incomplète ou retardée et la main dépassera à nouveau la position d'équilibre souhaitée. Apparaissent alors cliniquement des oscillations autour de la position souhaitée. Nous pouvons imaginer que ces corrections du cervelet seront de rôle potentiellement différent à partir d'un muscle déjà en position étirée, neutre ou relâchée avant le début de l'oscillation.

#### **Matériel et méthodes :**

Il s'agit d'une enquête prospective contrôlée avec pour critère d'évaluation principal : la cotation du tremblement obtenue sur une échelle visuelle analogique, moyennée entre 9 investigateurs jugeant en aveugle les enregistrements vidéo d'un patient atteint d'un tremblement essentiel effectuant deux gestes quotidiens dans les trois positions de l'avant-bras.

**Population :** les patients inclus dans ce protocole présentent tous un tremblement essentiel, quelque soit le délai depuis le diagnostic clinique, et impliquant des mouvements oscillatoires de pronosupination. Est exclu du protocole, tout sujet présentant, soit une maladie intercurrente évolutive sévère grevant le pronostic fonctionnel ou vital, soit une incapacité à participer aux séances d'évaluation, soit la présence d'une dysfonction cognitive ou phasique rendant impossible la communication verbale efficace ou la participation active à un programme d'évaluation. Trois patients, correspondant à l'ensemble des critères ont été inclus sur la durée du stage ; un seul sujet, âgé de 80 ans, a pu être retenu pour l'évaluation vidéographique. Il présentait un tremblement essentiel bilatéral, particulièrement invalidant.

Neuf investigateurs en aveugle ont été recrutés pour notre étude. Ils ont eu pour rôle d'évaluer la sévérité du tremblement pendant les activités, à partir des enregistrements vidéo du sujet, sans avoir été mis au courant des hypothèses de l'étude. Il nous a semblé essentiel que ces évaluateurs soient très exercés dans l'observation clinique. Quatre médecins MPR, 4

kinésithérapeutes et 1 ergothérapeute ont été recrutés dans le service de Médecine Physique et de Réadaptation de l'hôpital Rothschild.

**Mise en place du matériel :** la première étape de notre étude a consisté à sélectionner des ustensiles (bouteilles, ciseaux, cuillère, fourchette, gobelet) permettant la saisie et le déplacement dans les 3 positions de l'avant-bras (manches ergonomiques et adaptés à la latéralité), et à les tester sur les 3 patients. Nous avons retenu la cuillère à soupe et le gobelet car certains objets présentaient des contraintes supplémentaires interférant sur l'évaluation seule du tremblement (ex : dangerosité de l'objet en cas de tremblement trop sévère). La cuillère (Figures 1 et 2) a été modifiée en tenant compte de certaines contraintes : le manche d'une cuillère normal est fait pour une utilisation en position de SP (position naturelle de la plupart des objets usuels) ; la facilité de saisie n'est pas la même la position de l'avant-bras (P, SP ou S). En supination, l'approche est beaucoup plus difficile car le sujet doit soulever la cuillère en position intermédiaire et agencer la prise pour positionner l'avant-bras en supination. L'étude des vidéos des premiers patients montre que le tremblement semble augmenté lors de la phase de saisie de l'objet. Il a donc été nécessaire d'uniformiser les manches des cuillères. N'ayant pas trouvé de matériel adéquat dans le commerce, nous avons adapté les manches sous forme d'anse en collant deux cuillères identiques l'une sur l'autre et en décalant en hauteur le manche supérieur. L'extrémité supérieure de la « anse » est recouverte d'un tube grossisseur (un manche de petit diamètre présente une contrainte supplémentaire pour un patient ayant des tremblements). La saisie en pronation ou en supination complète requiert donc de modifier l'angle cuillère/manche qui doit aussi tenir compte de la latéralité, différent entre les mains. L'anse du gobelet (Figure 3) a été déformée pour faciliter la saisie en pronation ou en supination en l'« horizontalisant » avec un pistolet à air chaud; y a été adjoit un tube grossisseur pour diminuer la contrainte lors de la phase de saisie de l'objet.



**Fig.1 : cuillère prise à gauche en SP**



**Fig 2 : cuillère prise à droite en P ou S**



**Fig.3 : Gobelet de gauche pour prise en S ou P et de droite pour prise en SP**

*Construction de l'échelle visuelle analogique de cotation du tremblement* : c'est une échelle de perception de la sévérité du tremblement avec une cotation allant de 0 (= pas de tremblement) à 10 (= tremblement d'intensité maximale imaginable). La forme finale de la feuille d'évaluation remise à l'investigateur en aveugle comporte 15 échelles correspondant à chacune des vidéos notées de 1 à 15.

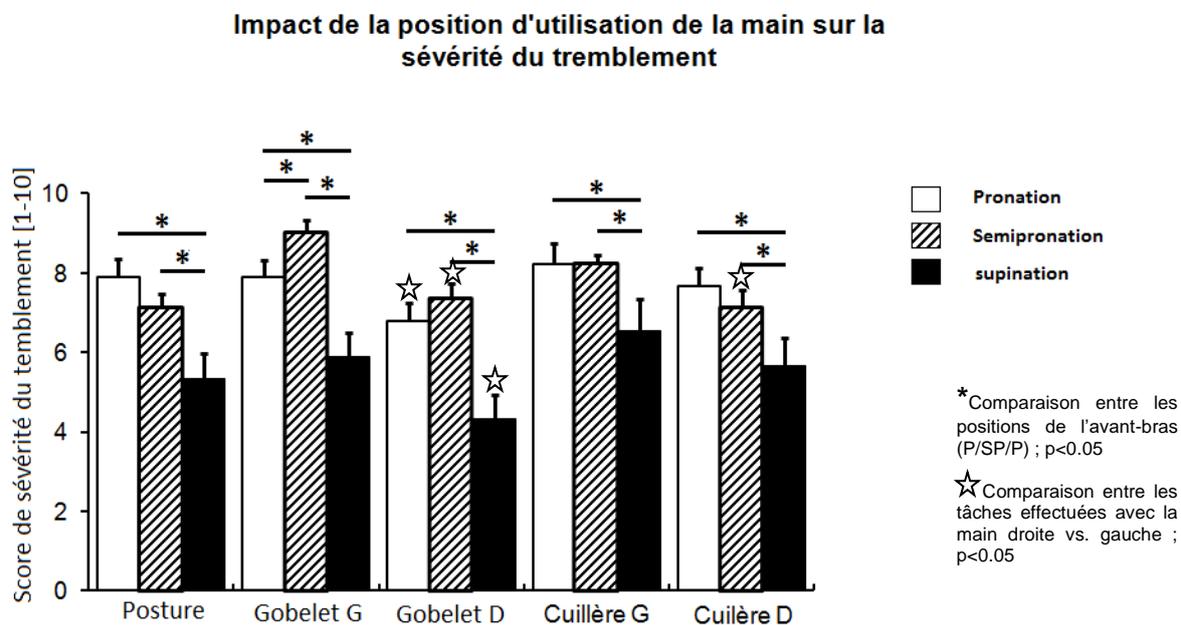
*Procédures et passation des épreuves* : les patients ont rempli au préalable une feuille d'autorisation des prises de vue et d'exploitation d'images. La passation de l'épreuve a duré une quinzaine de minutes. Le patient était assis à une table, les objets posés devant lui ; il lui a été demandé de réaliser les 5 activités par ordre randomisé pour les 3 positions de l'avant-bras (P/ SP / S) et pour les cinq activités (postures bilatérales / saisie cuillère / gobelet, gauche / droite. Pour les postures bilatérale, nous demandons au patient, de maintenir les bras tendus devant lui dans une position d'élévation antérieure tonique de l'épaule à 90° pendant 10 secondes, successivement dans les 3 positions de l'avant-bras (P /SP /S). Pour les 4 épreuves de saisie et d'utilisation unilatérale de la cuillère et du gobelet, la consigne donnée au patient est de saisir l'objet (S / SP / P) puis de le porter à la bouche et de le reposer sur la table.

*L'enregistrement et montage des vidéos* : le matériel utilisé est un appareil photo CANON IXUS 130 présentant une haute définition pour la vidéo. Les premiers essais auprès de patients nous font retenir un temps d'enregistrement de 10 secondes par vidéo. Nous avons transformé chaque vidéo « brute » par le logiciel SUPER© pour qu'elle puisse être visionnée par les investigateurs en aveugle à partir du logiciel Powerpoint ; les paramètres de la transformation par le logiciel SUPER© étaient : output container : WMV, output vidéo codec : vma2, video scale size : 240:192, frame/sec : 30, bitrate kbps : 768. Nous avons ensuite construit un document Power Point de 5 pages incluant les 15 vidéos correspondant à 5 activités évaluées dans les 3 positions l'avant-bras (avec la possibilité de comparer deux ou trois vidéos simultanément en fonction de la position de l'avant-bras). Le temps moyen d'évaluation des 9 investigateurs a été de 15 minutes.

L'analyse statistique descriptive (moyennes, écart type de la moyenne) a été faite grâce au logiciel EXCEL. La distribution de nos données n'étant pas homogène, nous avons effectué une analyse comparative des données en utilisant un test de Wilcoxon (comparaison des variables 2 à 2) via le logiciel STATISTICA 7.0. Les scores moyens des 3 positions de l'avant-bras ont été comparés ( $p < 0.05$ ) ainsi que les scores moyens des tâches effectuées avec la main droite *versus* gauche ( $p < 0.05$ ).

### Résultats :

Les 9 investigateurs en aveugle ont donné un score moyen de sévérité de tremblement inférieur pour la position de supination. Le score moyen de tremblement (Figure 4), moyenné sur tous les investigateurs est le plus bas pour la position en supination par rapport aux 2 autres positions dans chacune des 5 situations testées :  $P = 7,7 \pm 0,5$ ,  $SP = 7,8 \pm 0,4$ ,  $S = 5,6 \pm 0,8$ . L'écart type moyen inter-investigateur était de  $1,5 \pm 0,1$ . Tous les scores moyens de sévérité des tremblements donnés par les 9 investigateurs pour chaque tâche sont significativement inférieurs pour la position de supination comparés aux deux autres positions (avec  $p < 0.05$ ). Enfin, les performances réalisées sur l'ensemble des tâches sont meilleures avec la main droite *versus* main gauche : les scores moyens des 3 positions pour le gobelet sont par exemple +1,4 points supérieurs à droite.



**Figure 1 :** Comparaisons entre les positions de l'avant-bras (pronation, semipronation, supination) et entre main droite *versus* gauche. Scores moyens ( $\pm$  écart-type de la moyenne) de sévérité des tremblements donnés par les 9 investigateurs pour chaque tâche évaluée avec  $p < 0.05$ . Posture = maintien postural, bras tendus, élévation antérieure des bras à 90 ; Gobelet G = saisie et déplacement d'un gobelet avec la main gauche ; Gobelet D = saisie et déplacement d'un gobelet avec la main droite ; Cuillère G = saisie et déplacement d'une cuillère avec la main gauche ; Cuillère D = saisie et déplacement d'une cuillère avec la main droite.

## **Discussion :**

L'objectif premier de cette étude a été de mettre au point un protocole vidéographique et une échelle d'évaluation permettant de mesurer, à l'insu de toute hypothèse, l'impact immédiat de la position de la main en supination complète sur le tremblement essentiel.

Ces premiers résultats sont encourageants : chez notre sujet, la position et la prise d'objets en supination complète a diminué le tremblement essentiel, de l'avis de chacun des 9 investigateurs à l'insu des hypothèses.

Nous n'avons pas trouvé d'autres publications scientifiques portant sur cet aspect clinique du tremblement essentiel ; nous pouvons cependant penser que l'intervention testée (prise d'objets en supination complète) est logique sur le plan de la physiopathologie du tremblement essentiel<sup>1,2,3,4,5,7,9</sup> : les muscles impliqués dans le tremblement essentiel et affectant les mouvements de pronosupination sont essentiellement les *Pronator Quadratus* (PQ) et *Pronator Teres* (PT), muscles choisis pour les traitements d'injection de toxine botulique<sup>6,8</sup>. La position de supination complète va potentiellement modifier les 3 principaux mécanismes :

- 1) la position de supination complète correspond à une position d'étirement pour les muscles PQ et PT. La raideur dans cette position est augmentée et peut contribuer à la diminution de l'oscillation involontaire du membre impliqué.
- 2) en position de supination complète, la contribution réflexe anormale est moindre à partir de la position étirée des muscles PQ et PT, et avant le début de l'oscillation.
- 3) l'incompétence des voies cérébelleuses en tant que circuit contrôlant la fin d'un mouvement est moindre en position de supination complète ; nous pouvons imaginer que les corrections du cervelet seront de rôle potentiellement diminué à partir des muscles PQ et PT déjà en position étirée (fin de course mécanique obligée), avant le début de l'oscillation.

La principale limite est le nombre insuffisant de sujets. Le protocole devra être reproduit à une plus grande échelle et nécessitera donc le recrutement d'un plus grand nombre de patients.

Le protocole actuel doit encore être amélioré, voici quelques axes de progression : les ustensiles utilisés pour cette étude ne sont pas assez ergonomiques ; ils devront être plus légers, les systèmes d'anses et de manches améliorés. Le score sur l'activité de posture bilatérale ne comparait pas les mains droite et gauche ce qui limite notre analyse. Pour les prochaines passations des postures, nous filmerons donc séparément les membres droit et gauche. L'échelle visuelle analogique de cotation du tremblement est une échelle de perception du tremblement. Il pourra être intéressant de coupler les évaluations des cliniciens avec une analyse quantitative de l'oscillation des tremblements via l'utilisation d'un accéléromètre (posé sur la tête du 2<sup>ème</sup> métacarpien) et/ou d'un électromyogramme de surface.

L'intervention testée a un potentiel d'avenir en termes de voie thérapeutique non invasive pour les tremblements essentiels invalidants impliquant la pronosupination. La généralisation de la confection d'ustensiles adaptés à d'autres objets usuels (brosse à dents, rasoir, peigne, tous objets de cuisine, stylo, etc...) peut en effet être un gain considérable pour l'autonomie des patients affectés par un tremblement essentiel.

### **Conclusion :**

Les résultats de notre étude sont encourageants : chez notre sujet, la position et la prise d'objets en supination complète ont diminué le Tremblement, de l'avis de chacun des 9 investigateurs à l'insu des hypothèses.

Cependant, cette étude a porté sur l'évaluation d'un seul cas et le résultat ne peut être généralisé. Il sera donc intéressant de mettre en place une nouvelle étude clinique prospective d'une plus grande cohorte de sujets atteints d'un TE, en tenant compte des ajustements proposés dans la discussion.

Si cette future étude s'avérait concluante, elle ouvrirait alors potentiellement une voie thérapeutique d'avenir. Il pourra en effet être indiqué de mettre en place des protocoles de rééducation à plus grande échelle et pourquoi pas, établir des partenariats avec des firmes industrielles visant à la fabrication puis à la commercialisation d'ustensiles adaptés à un plus grand nombre de patients.

### **Bibliographie**

1. Amirnovin R, Williams ZM, Cosgrove GR, Eskandar EN. Visually guided movements suppress subthalamic oscillations in Parkinson's disease patients. *J Neurosci.* 2004 Dec 15;24(50):11302-6.
2. Deuschl G, Raethjen J, Lindemann M, Krack P. The pathophysiology of tremor. *Muscle Nerve.* 2001 Jun; 24(6):716-35. Physiopathologie du tremblement de repos: Amirnovin et al, 2004.
3. Elble RJ. Diagnostic criteria for essential tremor and differential diagnosis. *Neurology* 2000; 54(11 Suppl 4):S2-S6.
4. Hua SE, Lenz FA. Posture-related oscillations in human cerebellar thalamus in essential tremor are enabled by voluntary motor circuits. *J Neurophysiol.* 2005 Jan; 93(1):117-27.
5. Jankovic J. Essential tremor : a heterogenous disorder. *Mov.Disord.*2002;17:638-644.
6. Jankovic J, Schwartz K, Clemence W, Aswad A, Mordaunt J. A randomized, double-blind, placebo-controlled study to evaluate botulinum toxin type A in essential hand tremor. *Mov Disord* 1996; 11(3):250-6.
7. Lauk M, Koster B, Timmer J, Guschlbauer B, Deuschl G, Lucking CH. Side-to-side correlation of muscle activity in physiological and pathological human tremors. *Clin Neurophysiol* 1999; 110(10):1774-83.
8. Trosch RM, Pullman SL. Botulinum toxin A injections for the treatment of hand tremors. *Mov Disord.* 1994 Nov; 9(6):601-9.

9. Velickovic M, Gracies J-M. Movement disorders. Keys to identifying and treating tremor. *Geriatrics* 2002;57(July):32-36.