

Mon tremblement.

(Paolo décembre 2006) (Révision juillet 2008)

(Paolo Année de naissance 1930. Diagnostic maladie de Parkinson 1997

Abstract.

L'examen de mes sensations, les expériences d'autres malades, les mesures de mon tremblement, mon interprétation personnelle des informations trouvées dans la littérature scientifique, m'ont conduit à tenter de formuler une hypothèse sur les causes et le mécanisme du tremblement parkinsonien.

Le tremblement est une oscillation de faible amplitude autour d'une posture que l'on voudrait stable. Sa cause doit donc être recherchée dans le mauvais fonctionnement des boucles d'asservissement qui assurent la stabilité posturale.

Pour garantir la stabilité posturale, le système nerveux central utilise, en temps réel, les informations qu'il reçoit en continu des organes sensitifs de la vue, du système vestibulaire et du système proprioceptif.

Pour les réglages fins de la posture et pour éviter des petits mouvements involontaires, ce sont les informations fournies par les capteurs proprioceptifs situés dans les muscles, dans les articulations et dans la peau qui sont les plus importantes.

On peut donc formuler l'hypothèse que le tremblement est causé par une déficience du système proprioceptif et non pas par une mauvaise transmission des ordres moteurs du cerveau vers les muscles intéressés, perturbée par un manque de dopamine.

Le tremblement peut donc être provoqué par :

- Mauvais fonctionnement des capteurs proprioceptifs.
- Mauvaise transmission des informations entre ces capteurs et le système nerveux central.
- Mauvaise interprétation par le cerveau des informations reçues de la périphérie.

Diverses études faites sur le vieillissement dans le domaine de la réhabilitation montrent que le système proprioceptif perd de son efficacité avec le vieillissement, notamment à cause du manque d'un exercice régulier.

Premiers signes.

Déjà quelques années avant le diagnostic de la maladie de Parkinson, j'avais noté quelques épisodes sporadiques de faible tremblement de la main et du bras gauche, mais rien d'alarmant qui aurait pu justifier une visite chez un médecin.

Les épisodes étaient plus fréquents lorsque j'étais assis, avec la main posée sur la table. A la même époque j'avais souvent des difficultés à manger avec la fourchette dans la main gauche.

J'attribuais ces difficultés d'une part à la fatigue et au stress, et d'autre part aux suites d'une intervention chirurgicale pour une tendinite au médus de la main gauche, intervention qui m'avait laissé des douleurs fréquentes.

En variante je pouvais considérer ce tremblement comme un signe de vieillissement précoce.

Peu avant le diagnostic de la maladie de Parkinson, au printemps 1997 les épisodes de tremblement étaient un peu plus fréquents, mais n'étaient pas déterminants pour le diagnostic. Pour le médecin de campagne que j'avais consulté c'était ma déambulation avec le corps penché en avant, à petits pas, le bras gauche pendant sans balancement, qui était le symptôme le plus caractéristique.

Après la première phase de la thérapie pharmacologique, avec Levodopa (Madopar) et ensuite avec dopamine-agoniste (Nopar) les épisodes de tremblement se sont un peu raréfiés, et ont diminué légèrement d'intensité et de durée. (Eventuellement effet Placebo ?)

Mais cette amélioration n'a pas duré très longtemps et le tremblement est redevenu plus fréquent et plus intense. Par la suite, aucun des divers médicaments essayés n'a apporté une amélioration significative sur ce symptôme.

J'ai alors décidé de l'étudier et de le mesurer.

Premières observations.

La plupart des épisodes de tremblement se produisaient en étant assis à table, avec la main au repos, posée sur la table, appuyée sur l'auriculaire. Le tremblement se manifeste comme une oscillation périodique, de rotation autour de la ligne d'appui. Le point de vibration qui présente l'amplitude maximum est le point le plus haut, le plus éloigné de la ligne d'appui, c'est-à-dire l'arrière de l'index.

Durant l'été 2000, je tremblement devenant toujours plus gênant j'ai commencé à concentrer mon attention sur les sensations subjectives et j'ai fait les observations suivantes :

- Après le réveil, généralement aux environs de 0300, je suis relativement tranquille au lit. Après environ 10 à 30 minutes, la main gauche appuyée sur le matelas, à côté du corps, commence à trembler. Si je ne change pas de position, le tremblement augmente, jusqu'à un maximum relativement stable. Après un peu de temps cette situation devient insupportable et je dois me lever pour retrouver le calme.
- Dans la position indiquée, le tremblement se manifeste comme un mouvement vibratoire transversal du bras, avec une amplitude maximum à la main et une amplitude minimum à l'épaule. Aucune flexion marquée n'est observée au droit du coude. Si, couché sur le dos j'appuie la main gauche sur l'abdomen, avec le coude plié à environ 90°, le tremblement commence plus rapidement et devient plus intense. La partie supérieure de la main vibre plus fort que la partie appuyée. J'observe une rotation de l'avant-bras autour de son axe, et une légère variation de l'angle au coude. Le tremblement se fait sentir jusqu'à l'épaule, mais avec une moindre intensité. Si je ne réagis pas en modifiant l'état de tension des muscles du bras, le tremblement ne s'arrête pas, et la situation, toujours plus insupportable, m'oblige à me lever pour arrêter le tremblement.
- En restant au lit, je peux atténuer le tremblement en serrant fortement le poing. Mais à peine l'effort cesse le tremblement recommence avec la même intensité. Comme alternative plus efficace, je peux appuyer fortement le poing fermé contre le côté du bassin, ou plier le coude et appuyer le poing gauche contre l'épaule droite.
- Une autre méthode efficace pour calmer le tremblement de la main, en position couchée sur le dos, consiste à appuyer fortement la pointe des doigts de la main gauche contre le sternum. (J'ai expérimenté cette méthode pour la première fois dans le tube de la Résonance Magnétique durant un examen de la colonne vertébrale.)
- Un malade en phase avancée de la maladie m'a enseigné sa propre stratégie. Lorsqu'il tremble très fortement au lit, couché sur le dos, il se lève et s'étend à plat ventre sur le sol dur. Dans mon lit très dur, sans sommier souple et avec un matelas orthopédique très dur, si je me tourne à plat ventre, le tremblement cesse presque complètement...mais la position peu confortable ne peut pas facilement être maintenue longtemps.
- En position assise, avec le bras gauche plié à environ 90° et la main gauche soutenue par un coussin mou, le tremblement se manifeste très rapidement dans sa forme la plus intense.

- J'ai la sensation que, dans une position déterminée, la valeur maximum du tremblement est toujours la même comme s'il y a un phénomène de saturation ou une butée.
- Comme dans la position couchée sur le dos, ou dans la position assise, le tremblement peut être fortement atténué en fermant le poing avec force, en serrant une pince, une balle ou un cylindre. En soulevant la main pour compenser la force de gravité, sans appui sur un support, on observe aussi une certaine atténuation..
- Une autre méthode consiste à entrecroiser les doigts des deux mains, comme pour prier et de les pousser, une main contre l'autre, sans plier les doigts.
- Une autre méthode enseignée par une thérapeute experte en shiatsu, consiste à presser avec le pouce de la main droite contre l'os carpien de la main gauche qui tremble, juste derrière le médus.
- Enfin, surtout dans les premières années de la maladie de Parkinson, il m'a souvent été possible de calmer le tremblement par l'adoption de pensées positives intenses, par exemple en concentrant sa pensée sur quelque chose de beau, comme un magnifique panorama. Malheureusement l'efficacité de cette méthode tend à diminuer avec les années de maladie.

Excitation artificielle du tremblement.

Lorsque on étudie dans un laboratoire un phénomène vibratoire complexe, on cherche très souvent à le reproduire en excitation artificielle, car il est alors plus aisé de séparer les paramètres, et d'obtenir des résultats de mesure bien reproductibles.

En me basant sur mon expérience professionnelle dans le domaine de l'étude des vibrations, j'ai cherché à provoquer dans des moments de calme un tremblement aussi similaire que possible au tremblement spontané.

J'ai d'abord vérifié qu'il est relativement aisé de « mimer », c'est-à-dire d'imiter volontairement le tremblement spontané.

Si l'on se place exactement dans la position où l'on a observé le tremblement à imiter, avec les mêmes conditions d'appui, et si l'on s'efforce de taper avec la main dans la direction voulue, **le plus rapidement possible**, on obtient un tremblement très similaire au tremblement réel, ce qu'on peut vérifier avec des mesures de fréquence et d'amplitude. On constate donc que la fréquence du tremblement parkinsonien correspond avec une très bonne approximation à la **fréquence maximum** avec laquelle on est capable d'agiter la main dans la même direction. (« tapping frequency »).

D'autre part, j'ai vérifié que le tremblement de mon bras et de ma main gauche peut facilement être excité, aussi dans des moments de calme, par une succession d'impulsions acoustiques avec une fréquence de répétition égale à la fréquence du tremblement. Peu importe la forme des impulsions.

De même une succession d'impulsions mécaniques, électriques ou électromagnétiques à la même fréquence peut déclencher le tremblement.

L'excitation artificielle peut être appliquée sur n'importe quelle partie du corps. c'est toujours la main gauche qui tremble le plus.

Certains CD de musique dite de relaxation, contenant des « ondes theta » excitent aussi le tremblement de ma main gauche. (Ondes theta de fréquences entre 4 et 8 Hz stimulées par des battements).

Déclenchement psychologique du tremblement.

Dans la grande majorité des cas les épisodes de tremblement involontaire sont déclenchés par des facteurs psychologiques.

Emotion brusque, contretemps, difficulté imprévue dans le travail en cours, échec, préoccupation, sonnerie de téléphone, bruit insolite, rencontre avec une personne inconnue, ... sont autant de possibilités de déclenchement d'épisodes de tremblement. Seule une minorité des cas de tremblement coïncide avec « l'effet de fin de dose » c'est-à-dire avec un minimum de disponibilité de Dopamine.

Mesure du tremblement.

Dans tous les domaines de la science et de la technologie, lorsqu'on peut compléter les observations et sensations subjectives par des mesures physiques objectives, on fait des progrès dans la connaissance des phénomènes et on développe de nouvelles possibilités pour les influencer. Il est surprenant de constater que la littérature relative à la maladie de Parkinson ne contient que très peu de résultats de mesures du tremblement parkinsonien. La plupart des publications contiennent des informations non originales, mais copiées d'autres sources.

Ayant une bonne expérience professionnelle sur la mesure des vibrations, dès le début de ma maladie j'ai souhaité mesurer mon tremblement.

Retraité, ne disposant pas d'un laboratoire convenablement équipé, il me fallait trouver une solution économique, avec des moyens improvisés.

J'ai alors acheté un ordinateur personnel avec une bonne carte son, dans l'idée d'utiliser le convertisseur analogique/digital de celle-ci pour faire des mesures du tremblement. Au début, ne disposant pas de capteurs de vibration pouvant me donner un signal électrique représentatif du tremblement, j'ai bricolé différents dispositifs basés sur la variation de résistance de cellules photo éclairées par une lumière modulée par le tremblement.

Les premiers résultats obtenus étaient très encourageants et confirmaient la possibilité d'utiliser la carte son de l'ordinateur comme instrument de mesure,

Ensuite j'ai utilisé des capsules de microphones à électret très économiques comme capteurs.

Après les premiers résultats positifs. J'ai complété mon équipement avec un accéléromètre piézoélectrique.

La plupart des mesures que j'ai effectuées a été réalisé avec le matériel suivant :

- Carte son: Creative Sound Blaster Platinum 5.1
- Accéléromètre: **PCB Piezotronics, Inc**
Modèle n° 333B32
Poids 4g
Encombrement environ 1cm³
Sensibilité 104,4 mV/g, domaine de mesure 50g
Frequenza di risonanza 50 KHz
- Conditionneur de signal PCB Piezotronics, Modello n°482 A21.
- Amplificateur à deux canaux AG001 construit pour cette étude.

Les mesures et l'élaboration des résultats ont été faites avec des logiciels du commerce destinés au traitement de la musique :

D'abord : Syntrillium Cool Edit 2000

Ensuite : Adobe-Audition.

Le signal fournit par l'accéléromètre est acquis avec une fréquence d'échantillonnage de 44100 Hz, selon le standard pour les CD de musique.

La fréquence d'échantillonnage est ensuite réduite à 64 Hz.

Le signal est ensuite analysé en fréquence avec l'algorithme FFT (Fast Fourier Transform, Transformée Rapide de Fourier.)

On détermine la fréquence fondamentale et la valeur efficace moyenne (Average RMS Power).

Si l'on dispose d'une possibilité d'étalonnage, on peut exprimer le résultat en niveau d'accélération :

dB réf. 1m/s²

Principaux résultats de mesures.

Un grand nombre de mesures ont été effectuées entre 2001 et 2002.

Toutes les valeurs de fréquences mesurées ont été comprises entre 5,0 et 5,8 Hz.

Durant les premières années, la moyenne des mesures était de 5,6 Hz.

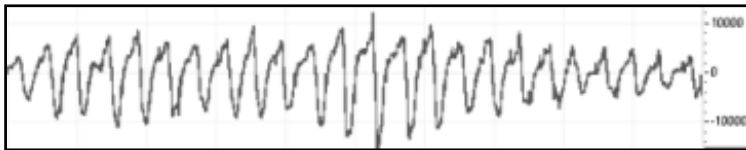
Pour une position du corps du patient et des conditions d'appui de la main très bien définies, les variations sont de l'ordre de +/- 0,1 Hz. Ce sont les conditions d'appui qui peuvent faire varier le plus les caractéristiques du tremblement.

L'amplitude du tremblement dépend surtout de l'impédance mécanique que la main rencontre au point d'appui. Le tremblement ne se produit pas dans une seule direction, mais il contient des composantes dans les trois directions, avec une direction privilégiée.

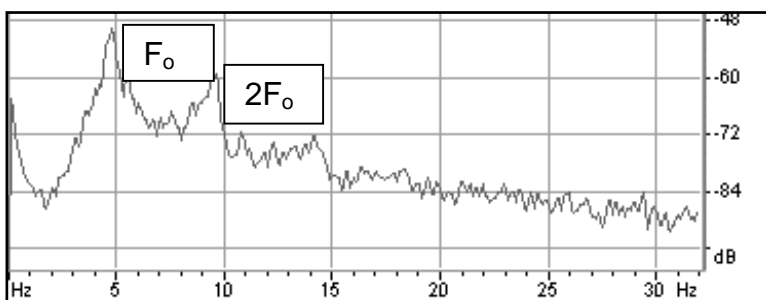
Le tremblement n'est pas sinusoïdal. La fréquence fondamentale F_0 est accompagnée par des composantes harmoniques, principalement $2F_0$ et $3F_0$. La main qui tremble passe brusquement d'une position extrême à l'autre, comme si elle était arrêtée par des butées.

Evolution du tremblement avec l'âge et les années de maladie.

Au cours des années 2003 à 2006, la fréquence moyenne du tremblement de la main gauche s'est progressivement abaissée, d'abord entre 5,2 et 5,4 Hz, ensuite, après dix ans de maladie, jusqu'à 5,0 à 5,2 Hz.



Exemple d'oscillogramme de tremblement
Main gauche Paolo



Exemple de spectre de tremblement
Main gauche Paolo

Au cours de l'avancement de la maladie, un nouveau mode de tremblement est apparu, qui intéresse tout le corps y compris la partie droite, en particulier la jambe, avec une fréquence de 4,2 Hz. Souvent les deux modes sont présents simultanément.

Parfois on peut mesurer un phénomène de battement entre les deux fréquences, Alors qu'au début de la maladie, le tremblement était très stable, avec une direction principale bien déterminée ; avec l'évolution de la maladie et le vieillissement, le tremblement est devenu plus chaotique avec des brusques changement de la direction principale. Durant les premières années, le tremblement se manifestait uniquement sur la

main gauche appuyée. Après environ 8 ans de maladie, il arrive aussi que la main droite, non appuyée, commence à trembler lorsque j'approche mon verre de la bouche pour boire.

Au début de ma maladie, le tremblement au repos de ma main gauche appuyée sur la table, n'était pas accompagné de douleurs. Petit à petit les épisodes de tremblement ont provoqué des douleurs, d'abord dans la paume de la main où j'avais été opéré pour une tendinite, à l'endroit d'articulation du médus sur l'os carpien. (Au même endroit que celui proposé par le shiatsu pour calmer le tremblement).

D'autre part lors des épisodes de tremblement d'une certaine durée, une douleur apparaît sous le bras gauche, à la hauteur de l'aisselle,

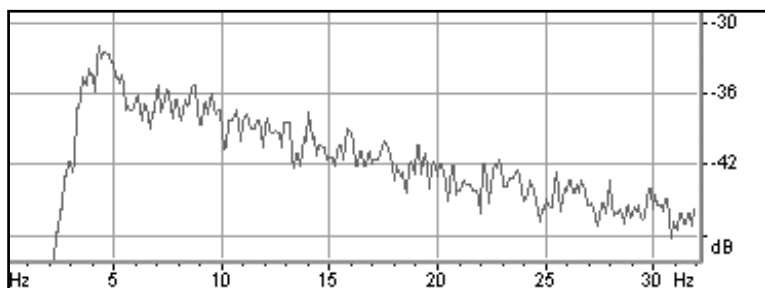
En 2006 est apparu un phénomène nouveau, difficilement explicable. Lorsque je suis calme, sans tremblement et sans aucune raison de déclenchement du tremblement, à l'improviste je commence à trembler de plus en plus fort. Quelques minutes après j'éprouve l'urgente nécessité d'aller au WC pour soulager l'intestin sous pression. Le tremblement est comme un avertissement, un signal précurseur.

(A titre de curiosité on peut signaler les méridiens du gros intestin et de l'intestin grêle de la Médecine Traditionnelle Chinoise MTC se prolongent sur toute la longueur du bras jusqu'à la main).

Micro-tremblement.

Même en absence de tremblement perceptible, il est possible de mesurer en permanence la présence d'un micro-tremblement à la même fréquence que le tremblement réel, visible et fastidieux. Pour ce type de mesure j'ai bricolé un dispositif très simple et économique.

Une capsule de microphone à électret est montée dans une coquille de casque de protection anti-bruit. Ce dispositif est posé sur une table tranquille, avec je joint d'étanchéité en contact avec la table. On appuie légèrement la main à examiner sur le dispositif. On enregistre le signal microphonique avec l'ordinateur et après le changement de la fréquence d'échantillonnage à 128 ou à 64 Hz, on effectue l'analyse FFT comme dans le cas d'un accéléromètre. On obtient un spectre avec un maximum à la fréquence du tremblement.



Exemple de spectre de micro-tremblement
Main gauche Paolo

Hypothèse concernant les causes du tremblement.

Comme pour les autres troubles moteurs de la maladie de Parkinson, la médecine occidentale attribue simplement le tremblement parkinsonien au déficit de Dopamine dans le cerveau. Le flagrant manque de corrélation entre les épisodes de tremblement et l'horaire de prise des médicaments montre que cette hypothèse n'est pas très satisfaisante. D'autre part il ne faut pas oublier que de nombreux parkinsoniens qui manquent aussi de Dopamine ne tremblent pas.

Il semble que l'interprétation devrait se baser sur le fait que le tremblement est essentiellement un défaut de fonctionnement du système qui assure la stabilité posturale. La stabilité posturale n'est pas simplement assurée par des commandes précises envoyées du cerveau aux muscles ; elle requiert la disponibilité et l'intégration des informations provenant de la périphérie et fournies par le système visuel, le système vestibulaire et le système proprioceptif.

Dans le cas du tremblement on peut penser que le principal responsable soit à rechercher dans un mauvais fonctionnement du système proprioceptif, qui perturbe la boucle d'asservissement et assure le réglage fin pour le maintien stable de la posture.

En théorie on peut penser à trois types de mauvais fonctionnement du système proprioceptif :

- Insuffisance ou mauvaise qualité des informations fournies en permanence par les capteurs proprioceptifs.
- Mauvaise transmission de ces signaux vers le système nerveux central
- Mauvaise interprétation de ces informations de la part du système nerveux central.

Il est probable qu'en réalité il y a un mélange des contributions des trois facteurs.

Dans les conditions de départ avant le tremblement, la posture devrait être stable.

A un certain instant une cause quelconque, comme la gravité, ou une émotion, un contact inattendu, provoque un petit mouvement qui éloigne la main de la position voulue. Le cerveau ne reçoit pas, en temps voulu du système proprioceptif l'information correcte nécessaire pour rétablir instantanément la posture. Le mouvement continue un instant et lorsque le cerveau s'en aperçoit il corrige trop fortement ce qui provoque un mouvement exagéré dans la direction opposée. Il s'amorce ainsi un phénomène d'oscillations auto-entretenues qu'on rencontre souvent dans des systèmes d'asservissement.

On peut facilement imaginer une boucle d'asservissement entre la moelle épinière et les capteurs proprioceptifs de la main avec les signaux moteurs transmis aux muscles et en retour les signaux afférents du système proprioceptif.

Une telle boucle possède une fréquence de résonance qui impose la fréquence du tremblement lorsqu'elle est excitée convenablement , mais qui est toujours présente et qu'on retrouve dans le micro-tremblement.

De nombreuses personnes âgées présentent des troubles moteurs qui ont une certaine ressemblance avec les symptômes parkinsoniens. Bien que le tremblement essentiel soit différent du tremblement parkinsonien, on peut probablement faire des raisonnements similaires. Or certains spécialistes qui s'occupent de réhabilitation de personnes âgées pensent que ces troubles moteurs sont dus à une perte d'efficacité du système proprioceptif qu'ils attribuent en grande partie au manque d'exercice physique régulier et à la tendance à la vie sédentaire.

Possibilités pratiques pour atténuer le tremblement.

A part les quelques trucs décrits dans les premières observations, on peut faire les suggestions suivantes.

En cas de tremblement, ne pas rester dans la même position. Se lever, faire quelques pas, changer de siège. Modifier les conditions d'appui de la main et du coude. Choisir un appui massif , rigide et stable Faire un peu de mouvement avec la main et le bras qui tremblent. S'efforcer de mettre sous tension les muscles intéressés.

Serrer le poing. Serrer dans la main qui tremble une balle de tennis, une balle de caoutchouc ou un cylindre.

Choisir un siège avec des accoudoirs confortables, assez larges pour que le coude appuie, un peu écarté du buste, et assez longs pour que toute la main soit soutenue. Les

accoudoirs avec des pommeaux que l'on peut utiliser pour appuyer la paume de la main sont les meilleurs.

Mettre un gant sur la main qui tremble.

Certaines personnes avec la maladie de Parkinson peuvent atténuer leur tremblement en portant des lunettes vertes.

L'effet d'un gant.

Après avoir pris connaissance d'expériences d'autres malades avec les bandages, pour atténuer certains symptômes, j'ai essayé d'atténuer le tremblement de ma main gauche à l'aide de bandages. J'ai obtenu des premiers résultats discrets, mais j'ai jugé fastidieuse l'opération de la pose et de l'enlèvement fréquent du bandage, J'ai alors tenté de remplacer le bandage par un gant, plus facile à mettre et enlever fréquemment. Lorsque je suis assis à table avec la main gauche appuyée, par exemple en attendant le repas, après quelques minutes de tranquillité, ma main commence à trembler, de plus en plus fort, jusqu'à son maximum. Si j'enfile un gant (gant de peau, doublé laine) l'effet n'est pas immédiat, mais après quelques minutes, petit à petit, le tremblement s'atténue et disparaît.

Si au moment de me mettre à table, je mets tout de suite le gant en "préventif" le tremblement ne commence pas, ou seulement rarement.

Depuis cette observation je tiens toujours mon gant à disposition et je l'enfile dès que je prends place.

Souvent je tremble fortement lorsque je reçois une personne peu familière. Dans ce cas aussi, si j'enfile mon gant avant l'arrivée de cette personne, je tremble peu ou pas..... Il faut seulement expliquer au visiteur intrigué le pourquoi de ce gant insolite.

Comme j'ai souvent les mains froides, je pense que le gant agit par son effet isolant thermique, en plus d'un effet mécanique. Avec le gant ma main a moins froid.

Il est raisonnable de penser que le gant améliore la transmission des signaux proprioceptifs entre les capteurs proprioceptifs de la main et du bras, et le système nerveux central, ce qui restitue l'efficacité normale à la boucle d'asservissement qui assure la stabilité posturale du bras et de la main.

Le vent, cause du tremblement.

J'ai souvent remarqué que durant les jours de fort vent je tremblais plus que dans les jours calmes, sans vent. Cette sensibilité est devenue plus marquée avec l'avancement de la maladie et avec l'âge.

Il était intéressant de trouver une explication. Mais dans la littérature scientifique je n'ai rien trouvé d'intéressant pour satisfaire ma curiosité.

Le vent, phénomène turbulent, doit émettre des ondes acoustiques aléatoires caractéristiques de la vitesse du vent et des obstacles qu'il rencontre.

Avec un microphone à électret, (Type de microphone pour ordinateur) j'ai mesuré le spectre de la pression acoustique dans le domaine des infrasons, entre 0 et 20 Hz. (Avec une fréquence d'échantillonnage de 64 Hz.) J'ai constaté la présence d'infrasons, comme je l'attendais, entre 0 et 20 Hz, avec un maximum entre 5 et 10 Hz.

(Le microphone n'était pas exposé au vent. La mesure était faite dans mon bureau avec la fenêtre fermée.)

La forme de spectre est pratiquement indépendante de la direction du vent et de sa vitesse. Seul le niveau de pression acoustique varie avec l'intensité du vent. Il y a une différence d'environ 40 dB (Décibels) entre une brise légère et un fort vent.

Les infrasons produits par le vent peuvent donc provoquer le tremblement.

Observation récente.

Lorsque j'ai développé mon système de massage avec ondes acoustiques, j'avais remarqué qu'un massage avec des infrasons entre 3 et 8 Hz, c'est-à-dire avec des fréquences dans le domaine des ondes theta, pouvait exciter la vessie et l'intestin et entraîner la nécessité d'uriner ou d'évacuer des excréments ou des gaz. Une succession d'impulsions avec la fréquence du tremblement, entre 5 et 6 Hz avait le même effet. Les viscères dans l'abdomen présentent divers modes propres dans ce domaine de fréquences. Un massage avec des ondes à cette fréquence permet donc de lutter contre la constipation.

Récemment j'ai observé un nouveau phénomène.

Parfois, sans aucun motif apparent, et en dehors des moments de fin de dose des médicaments, je commence soudainement à trembler de plus en plus fort. Après quelques minutes j'éprouve un urgent besoin d'uriner et d'aller soulager l'intestin. Je dois évacuer quelque chose, mais je ne sais pas a priori s'il s'agit d'urine, d'excréments ou de gaz.

Mon tremblement se présente donc comme un signal d'avertissement envoyé par le cerveau entérique. Les capteurs proprioceptifs du système digestif envoient donc des informations au cerveau, mais ces informations sont imprécises.

Thérapie basée sur l'éducation et la réhabilitation du système proprioceptif.

Si on admet l'hypothèse présentée plus haut, on peut envisager une voie thérapeutique à mettre en œuvre en complément de la thérapie pharmacologique.

Tout de suite après le diagnostic de la maladie de Parkinson, le nouveau patient devrait commencer avec un programme de **maintenance du système proprioceptif** basé sur l'exercice physique régulier et des habitudes de vie non sédentaire. Un tel programme devrait comprendre des exercices de **gymnastique proprioceptive** élaboré en tenant compte des enseignements fournis par la médecine sportive et la médecine de réhabilitation. Un travail de recherche devrait être entrepris pour mettre au point des exercices particulièrement adaptés à la maladie de Parkinson.

Hypothèse futuriste pour une thérapie physique peu invasive.

La stimulation électrique profonde dans le cerveau (DBS) permet, dans les cas de succès, d'éliminer pratiquement le phénomène du tremblement parkinsonien. On dispose seulement d'hypothèses sur le mécanisme de son fonctionnement. Si l'on retient valable l'idée de vibrations auto-entretenues énoncée ci-dessus, provoquées par un manque d'efficacité du système proprioceptif, on peut penser que les impulsions électriques envoyées au cerveau par le stimulateur, introduisent dans les boucles d'asservissement un facteur d'amortissement qui étouffe le phénomène à peine commencé.

Le stimulateur utilise des impulsions dont les fréquences sont dans le domaine des ondes acoustiques. Or les ondes acoustiques se propagent plus facilement dans le corps humain que les impulsions électriques.

On sait d'autre part que des ondes acoustiques appliquées à l'extérieur du corps peuvent provoquer le tremblement.

Dans un esprit de »Brainstorming », on peut donc imaginer d'appliquer à l'extérieur du crâne une stimulation électroacoustique avec un train d'impulsions définies, à la fréquence fondamentale du tremblement, en un point défini du crâne, pour provoquer un effet similaire à la méthode DBS.

Ce stimulateur comprendrait un détecteur de tremblement qui enclencherait le système à partir d'une certaine valeur de seuil, non désagréable. A chaque oscillation un circuit électronique créerait une impulsion de forme et d'amplitude déterminées. Une ligne de retard permettrait d'envoyer la stimulation de façon à ce qu'elle arrive à destination dans le cerveau pour agir approximativement en opposition de phase avec le tremblement.

(Comme le tremblement n'a pas une fréquence parfaitement constante, et comme on ne connaît pas la valeur du déphasage entre excitation et effet, on ne peut pas réaliser un déphasage effectif de 180° , mais même si l'approximation est de l'ordre de $\pm 20^\circ$, il devrait y avoir un effet positif.)

Compte tenu de l'expérience existante dans le domaine des prothèses contre la surdité on peut imaginer que la zone idéale pour appliquer cette stimulation serait celle des mastoïdes, derrière les oreilles.

Cet appareil ne demanderait pas une implantation fixe. Il pourrait être porté selon désir du patient, seulement aux moments de probabilité de tremblement. Un simple interrupteur pourrait le mettre en fonction ou l'arrêter. Les piles pourraient être tenues dans la poche.

Il serait intéressant de confier à un groupe d'électroniciens la réalisation d'un prototype d'appareil de ce genre, avec des réglages manuels, pour l'étude et la mise au point.