#### Pierre BERTELOOT

## **GESTE ET RACHIS**

#### STABILITE DYNAMIQUE ET POSTURALE

# **ETUDE ELECTROMYOGRAPHIQUE**

Président de thèse

Monsieur le Professeur MILBLED

#### THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE

#### **LILLE 1994**

On observe une multitude de plaintes provenant de douleurs rachidiennes, chez des sujets de tous âges, même très jeunes, à l'occasion de gestes ou d'attitudes apparemment peu traumatiques. Les sujets se plaignent de « vertèbres déplacées » de plus en plus souvent lors de contraintes anodines.

Même lorsqu'il n'y a pas de douleurs importantes, il est fréquent d'observer des contractures des muscles paravertébraux qui essayent probablement de limiter une mécanique intervertébrale aproximative. Dans leur activité quotidienne, ils épuisent très vite leur capacité à maintenir leur posturenaturelle.

Il faut convenir que les rachis de nos contemporains sont de plus en plus instables.

La stabilité du rachis peut se concevoir à travers ses différents aspects fonctionnels :

- Le rachis assure l'unité de l'individu en reliant les différentes parties de l'organisme.
- Il est la poutre maîtresse du corps sur laquelle s'organise la verticale avec les courbures physiologiques que nous connaissons.
- Dans l'organisation posturale, le rachis et la respiration sont nécessairement associés.
- Par les liaisons neurovégétatives à l'intérieur de chaque métamère et le dynamisme de la respiration à chaque étage vertébral, le rachis a un rôle important dans la régulation de la vie organique.
- Les attitudes corporelles sont liées à l'affectivité, à la gestuelle, à la vie psychique et le rachis accompagne, coordonne toutes ces expressions.
- Enfin le rachis est le centre d'où part l'impulsion du geste et où il revient. C'est cette relation entre le geste et le rachis qui fait l'objet de notre étude.

Les conceptions physiopathologiques actuellement évoquées à propos des lombalgies mécaniques chroniques sont essentiellement d'ordre structurel.

Le rôle du rachis dans la protection du névraxe, dans le soutien des structures corporelles, dans l'orientation de la tête et du regard, est menacé par les altérations du corps vertébral, des articulaires postérieures et de leurs moyens d'union disco-ligamentaires. Celles-ci peuvent être induites par les surcharges fonctionnelles et par les troubles de la statique vertébrale fixés par les rétractions ligamentaires et aponévrotiques.

Le développement, particulièrement important ces dernières années, de l'imagerie médicale a fait naître l'espoir de pouvoir localiser anatomiquement avec précision les structures responsables des dorsalgies et plus particulièrement des lombalgies. Or, si elles permettent de diagnostiquer les causes d'origine viscérale et les causes secondaires d'une localisation infectieuse, tumorale ou inflammatoire, on ne retrouve pas, la plupart du temps, de corrélation entre les résultats de ces investigations et la plainte du patient. C'est le « mal de dos » ou lombalgie commune qui désespère malades et médecin par sa chronicité et son caractère rebelle expliquant la multiplicité des thérapeutiques diverses et variées, officielles ou confidentielles.

Le peu de moyens d'investigation non invasifs de la biomécanique vertébrale et de la fonction musculaire sur l'homme vivant, rend difficiles l'analyse et la démonstration d'éventuels facteurs dynamiques capables d'engendrer des altérations de la fonction rachidienne.

Pourtant, le développement actuel des écoles du dos, montre bien la nécessité de prendre en compte l'aspect dynamique de la fonction vertébrale dans le cadre de la prévention et de la consolidation des pathologies rachidiennes.

Les techniques pratiquées dans la plupart des écoles, basées sur le principe d'économie rachidienne, visent à diminuer la surcharge physique de la colonne vertébrale par une reprogrammation sensorimotrice des gestes de l'activité quotidienne afin d'automatiser de nouvelles stratégies (institut Calot, Berck sur Mer).

D'autres ont choisi la restauration des paramètres physiques (flexibilité, force et endurance) en travaillant la raideur articulaire et « l'incompétence musculaire » par des étirements musculaires analytiques et par un réentraînement intensif aux gestes quotidiens (Centre l'Espoir, Hellemmes).

Ces concepts d'organisation gestuelle et de reprogrammation sensori-motrice évoquent naturellement la méthode de Kabat. C'est une méthode de rééducation globale, basée sur une analyse approfondie de la gestualité, utilisant la proprioception à des fins de facilitation neuromusculaire.

Initialement conçue par ses auteurs comme un traitement de la paralysie, elle est actuellement utilisée par certaines équipes, en rhumatologie et notamment en ce qui concerne les articulations proximales des membres ainsi que de la colonne cervicale.

Une équipe de médecins et de kinésithérapeutes du C.H. de Tourcoing, employant depuis une quinzaine d'années la méthode de Kabat, a observé que la justesse d'un geste est dépendante d'une posture rachidienne adéquate. Elle semble même avoir établi que chaque geste a une relation

spécifique avec un segment rachidien et fait usage couramment de cette interdépendance dans le travail de stabilisation du rachis.

Par électromyographie de surface nous avons essayé de vérifier le bien fondé de la cartographie qu'ils ont établie entre les diagonales de Kabat et certains points paravertébraux.

# LA METHODE DE KABAT

(Référence principale Eric VIEL)

## 1. DEFINITION

La méthode de Kabat est une méthode de rééducation globale, s'adressant à l'ensemble neuromusculaire, utilisant des stimulations proprioceptives facilitant l'activité neuromusculaire, afin d'obtenir des contractions musculaires automatiques ou réflexes, dans un but de protection, de renforcement, ou d'apprentissage de la réaction et du geste.

#### 1.1 METHODE GLOBALE

Le principe fondamental de la méthode de Kabat est l'utilisation de contractions musculaires conçues de façon globale. Cette notion est basée sur différents concepts :

- Le muscle est méconnu par le cerveau, seul le geste est connu. Cela est sous tendu par le fait que notre apprentissage moteur ne semble retenir que la finalité du geste, et non pas chacune des activités séquentielles qui permet sa réalisation.
- Bien que disposés en loges anatomiquement distinctes, les muscles sont frères et indissociables dans leurs actions.

L'exécution de tous les mouvements volontaires passe par la coopération de divers groupes musculaires. Plus la rapidité de mouvement augmente, plus la résistance opposée à celui-ci est importante, et plus s'étend la participation de groupes musculaires situés loin du muscle moteur principal.

La rééducation musculaire ayant pour but d'accroître la force et d'améliorer la coordination du patient, il faut donc éviter la contraction isolée, mais rechercher un maximum d'intégration musculaire.

## 1.2 METHODE S'ADRESSANT A L'ENSEMBLE NEUROMUSCULAIRE

Le mouvement humain est le fruit d'une interaction de renseignements sensoriels, d'excitations, de contrôles centraux et d'actions musculaires.

Les techniques de rééducation neuromusculaire partent des principes suivants :

- Les mouvements volontaires sont en fait dans la plupart des cas des réponses conditionnées, la stimulation sensorielle précédant l'action physique.
- Pour qu'il y ait mouvement normal, il faut obtenir une activité correcte des mécanismes suivants

Détecteur (Proprioception et sens kinesthésique)

Intégrateur (Système nerveux central)

# Effecteur (Musculature squelettique)

- Un besoin de rééducation résulte d'une pathologie affectant l'un ou plusieurs des mécanismes sus nommés.
- Les efforts doivent contribuer

Soit à l'entraînement d'un système encore essentiellement normal, s'il y a une chance de récupération.

Soit à apporter des substitutions permettant au patient de se mouvoir de manière efficace, si la récupération n'est pas possible.

- Enfin éviter un traitement qui ne s'adresse qu'à un seul mécanisme.

Le fonctionnement anormal du détecteur, de l'intégrateur ou de l'effecteur, aura obligatoirement pour résultat, au mieux un mouvement mal organisé, au pire une absence de mouvement.

## 1.3 METHODE PROPRIOCEPTIVE DE FACILITATION NEUROMUSCULAIRE

Les méthodes globales sont nombreuses. Elles peuvent se diviser en deux groupes. Le premier dont fait partie la méthode de Kabat, est de faciliter l'activité neuromusculaire, le second au contraire est la recherche de l'inhibition de la contraction. Cette différence n'est due qu'aux pathologies auxquelles elles s'adressent.

Le concept principal de la facilitation est **le point de départ périphérique du mouvement**. Le mouvement est décrit comme un recrutement de la contraction musculaire à partir des voies afférents qui, stimulées de manière spécifique, déclenchent des réponses motrices appropriées. Les voies afférentes sont essentiellement les voies de la sensibilité proprioceptive correspondant aux stimulations des récepteurs articulaires, tendineux, musculaires et cutanés.

Une méthode de facilitation aura donc pour objet de stimuler un maximum de voies afférentes afin d'obtenir une sommation d'excitations nerveuses suffisantes permettant d'obtenir un renforcement de la contraction musculaire.

# 2 **CONCEPTS PHYSIOLOGIQUES**

# 2.1 IRRADIATION MUSCULAIRE

Un muscle, ou un groupe musculaire, exécutant une contraction puissante, stimule par débordement d'énergie les muscles ou groupes de muscles voisins.

Ce débordement d'énergie se propage de la racine vers l'extrémité des membres au sein d'un même complexe musculaire, d'éléments ayant l'habitude, au cours de la vie normale, de se contracter ensemble.

Ce phénomène traduit la nécessité mécanique qu'ont les muscles, situés en contiguïté et en continuité, de se contracter pour compenser le déséquilibre (osseux ou articulaire), dû à la contraction d'un muscle.

Le réflexe de Strumpell en est l'exemple le plus simple : le sujet est assis au bord d'une table, on lui demande une flexion de hanche à laquelle on oppose une forte résistance, une contraction du jambier antérieur du même côté est observée.

# 2.2 LA SUBSTITUTION

Si un muscle reste faible très longtemps, ses voisins s'organisent de manière différente, substituant au mouvement correct un mouvement anormal dont risque de se trouver exclu le muscle faible.

Pour cette raison, le travail indépendant du muscle faible est à proscrire : on l'isole de ses frères, avec lesquels il a l'habitude de travailler en harmonie.

En dehors des périodes de rééducation, le malade, livré à lui-même, se contente de mouvements de substitution qu'il a inventés (ou que son système neuromusculaire a inventés) et de ces mouvements le muscle faible se trouve exclu. Les technique de rééducation neuromusculaires visent à renforcer le muscle faible en le réintégrant dans le mouvement que le sujet connait déjà et dans l'exécution duquel le muscle faible est aidé par ses agonistes et ses synergistes.

#### 2.3 FACILITATION

Dans bien des cas, un renforcement réflexe du mouvement peut être utilisé, avant même que le mouvement volontaire soit possible. A l'inverse des mécanismes d'inhibition qui permettent d'obtenir un relâchement de la spasticité et qui rendent plus aisée l'exécution du geste demandé au sujet, les mécanismes de facilitation fournissent des **sommations infra-liminaires** préparatoires à l'effort, le seuil d'excitabilité étant atteint plus facilement par le sujet. La puissance d'une contraction musculaire peut ainsi être augmentée par la superposition d'une contraction volontaire et d'une contraction réflexe.

Voyons les moyens du renforcement réflexe.

#### 2.3.1 L'irradiation

- Si on fait exécuter à un patient un mouvement fonctionnel mettant en jeu un complexe musculaire parmi lequel un des éléments est affaibli, on notera une diffusion de l'activité réflexe tout au long de la chaîne musculaire mise en jeu, l'activation volontaire du muscle que l'on cherche à renforcer en sera ainsi facilitée.
- La diffusion de l'activité reflexe s'étend de plus en plus loin à mesure que la résistance au mouvement initial s'accroît.
- La contraction reflexe se manifeste de manière plus progressive que la contraction volontaire et le relâchement est lui aussi plus lent du fait des phénomènes de recrutement et de délai de décontraction.
- Ceci est notamment intéressant dans le cas de douleurs articulaires, la mise en tension plus douce permettant d'éviter le choc assez brutal d'une contraction volontaire secondaire.

Les chaînes musculaires employées pour obtenir une contraction réflexe pourront être :

- Axiales-axiales si les muscles du cou déclenchent l'activité des muscles de l'abdomen ou vice versa
- Axiales-périphériques si les muscle du cou et du tronc sont utilisés afin de stimuler les muscles des membres
- Périphériques-axiales si les muscles et les articulations des membres déclenchent l'activité des muscles du tronc
- Périphériques-périphériques si un muscle distal ou la position d'une articulation périphérique sont utilisés pour faire travailler le membre ou l'extrémité controlatérale

- Périphériques-axiales-périphériques lorsque la réponse est plus spécialement localisée à un membre inférieur à la suite d'une stimulation appliquée à un membre supérieur, les muscles du tronc servant alors de relais.

#### 2.3.2 Les synergies antagonistes

Les muscles synergistes antagonistes sont des muscles qui s'opposent au mouvement principal afin de corriger la trajectoire finale. Le coude d'un sujet étant fléchi à 90°, main en pronation, nous notons le repos du biceps. Demandons une supination, le biceps se contracte. Résistons à cette supination, le triceps participe alors puissamment. En effet le biceps est supinateur mais aussi fléchisseur. Si nous demandons une supination résistée sans flexion du coude, le triceps doit s'opposer à la composante de flexion du biceps tout en permettant la supination.

Le triceps, antagoniste du biceps, lui est donc synergique lors de la supination résistée.

#### 2.3.3 Stimulus d'étirement

- Un étirement rapide appliqué au muscle donne une contraction musculaire réflexe, les fuseaux neuromusculaires répondant à la traction. Le réflexe rotulien en est un exemple.
- Si l'étirement est bien appliqué, c'est-à-dire bref, bien marqué, non brutal, effectué dans l'axe du membre et suivi d'un relâchement, la contraction réflexe produit un mouvement d'amplitude réduite mais observable, permettant d'ajouter cette sommation à l'essai de contraction conscient. On profite ainsi de l'effet facilitateur du fuseau neuromusculaire.

# 2.3.4 L'amplitude articulaire

- Il existe un système inhibant la force musculaire disponible lorsque les articulations sont placées en position extrême. Ce système se situe au niveau intramusculaire, intra tendineux, et péri articulaire. Il s'agit des corpuscules de Ruffini sensibles à la position articulaire, des organes tendineux de Golgi tendineux et des corpuscules de Vatter-Pacini sensibles à l'accélération des segments.
- Le maximum de la contraction disponible ne pourra donc être obtenu que pendant la partie moyenne de la course articulaire, le muscle ne développant toue sa puissance que près de sa longueur de repos.

# 2.3.5 Traction et coaptation

Lorsqu'on pratique une traction ou une coaptation sur une articulation, des impulsions proprioceptives, par l'intermédiaire des récepteurs articulaires, entraînent une réponse motrice. En règle générale, les groupes extenseurs répondent à la coaptation, et les fléchisseurs à la traction.

# 2.4 LE CONDITIONNEMENT

- La force ni l'adresse ne sont améliorées par un entraînement mené jusqu'à l'épuisement. L'entraînement prolongé pendant la période de fatigue du muscle, produit une perte de qualité du mouvement, le muscle répondant à chaque stimulation plus lentement et prolongeant cette contraction plus longtemps.
- Par contre, la répétition du mouvement dans de bonnes conditions, a pour résultat la formation de nouvelles intégrations centrales, permettant une réduction de la « résistance synaptique », facilitant le mouvement.

Peu de contractions, mais des contractions maximales dans de bonnes conditions, sont donc préférables à de longues séances qui épuisent un muscle déjà peu résistant.

# 3 APPLICATIONS

#### 3.1 DESCRIPTION DES MOUVEMENTS DE BASE

C'est par l'observation minutieuse de nos gestes de la vie quotidienne que les auteurs de la méthode de Kabat ont pu constater que nous n'utilisons pas le découpage créé par les anatomistes (flexion, extension, abduction...), mais que notre activité motrice passe par des directions diagonales par rapport à ces axes et plans de mouvements.

De cette même observation, ils ont constaté qu'une composante rotatoire était toujours associée au déplacement segmentaire. Cette rotation associée aux mouvements est déterminante pour la réalisation de l'exercice.

Pour correspondre à cette observation, les exercices proposés sont toujours diagonaux spiralés, s'inscrivant ainsi dans un schéma facilitateur parce que déjà connu par le patient.

L'activité musculaire a été condensée pour chacun des membres dans deux déplacements appelés diagonales de base. Les positions de départ et d'arrivée de ces diagonales sont désignées par des lettres de l'alphabet. On trouve les diagonales A-B et C-D au membre supérieur et les diagonales A'-B' et C'-D' au membre inférieur.

Chacune de ces diagonales peut se réaliser dans deux sens différents. Il existe donc un exercice de A vers B et un exercice de B vers A qui mettent en jeu des muscles antagonistes. Ces exercices sont appelés schéma A-B ou schéma B-A. Donc, à partir de deux diagonales pour chacun des membres, il est possible d'utiliser quatre schémas au membre supérieur et autant au membre inférieur.

# Diagonale A-B

Position de départ (point A) :

Epaule en flexion, abduction et rotation externe

Coude en rectitude

Avant-bras en supination

Poignet en extension et inclinaison radiale

Position d'arrivée (point B) :

Epaule en extension, adduction et rotation interne

Coude en rectitude

Avant-bras en pronation

Poignet en flexion et inclinaison cubitale

### Diagonale B-A

**Diagonale C-D** Position de départ (point C) : Epaule en flexion, adduction et rotation externe Coude en rectitude Avant-bras en supination Poignet en flexion et inclinaison cubitale Position d'arrivée (point D) : Epaule en extension, abduction et rotation interne Coude en rectitude Avant-bras en pronation Poignet en extension et inclinaison radiale Diagonale D-C Le point de départ (point D) et le point d'arrivée (point C) sont identiques à la diagonale précédente. Diagonale A'-B' Position de départ (point A') : Hanche en flexion, abduction et rotation interne Genou en rectitude Cheville en flexion dorsale Pied en abduction et pronation (éversion) Position d'arrivée (point B') : Hanche en extension, adduction et rotation externe Genou en rectitude Cheville en extension Pied en adduction et supination (inversion) Diagonale B'-A' Le point de départ (point B') et le point d'arrivée (point A') sont identiques à la diagonale précédente. Diagonale C'-D' Position de départ (point C') :

Le point de départ (point B) et le point d'arrivée (point A) sont identiques à la diagonale précédente.

Hanche en flexion, adduction et rotation externe

Genou en rectitude

Cheville en flexion dorsale

Pied en adduction et supination (inversion)

Position d'arrivée (point D') :

Hanche en extension, abduction et rotation interne

Genou en rectitude

Cheville en extension

Pied en abduction et pronation (éversion)

# Diagonale D'C'

Le point de départ (point D') et le point d'arrivée (point C') sont identiques à la diagonale précédente.

Le schéma de base correspond à un déplacement selon une diagonale à laquelle s'associe toujours une composante de rotation. L'articulation intermédiaire (le coude ou le genou) ne change pas de position au cours de l'exercice : partie en extension, elle reste en extension jusqu'à la fin. Les articulations distales participent au déplacement segmentaire.

#### 3.2 LES PIVOTS

Les mouvements sont organisés autour d'une articulation principale nommée « pivot ». Le pivot permet de faire travailler plus particulièrement les muscles qui croisent une articulation. Les articulations distales par rapport au pivot ainsi que le pivot lui-même sont sous la dépendance de contractions musculaires dynamiques. Les articulations proximales par rapport au pivot restent immobiles, seule la composante de rotation proximale est réalisée sur un mode dynamique. Néanmoins tous les muscles de la chaîne travaillent au cours de l'exercice afin d'aider au mouvement principal par irradiation, les uns de façon dynamique, les autres de façon statique.

Il existe pour le membre supérieur des pivots épaule, coude poignet et doigts, et pour le membre inférieur des pivots hanche, genou, pied et orteils.

Partie tendue, l'articulation se fléchit au fur et à mesure de la réalisation de la diagonale. L'inverse est utilisable, partie fléchie, l'articulation s'étend lors de l'exercice.

Ce sont donc plusieurs possibilités qui sont offertes au thérapeute à l'intérieur d'une même organisation musculaire selon le choix de la technique utilisée, du but recherché, et des possibilités motrices du patient.

Pour réduire les moments de force sur les pivots proximaux épaule et hanche, il est pertinent de recourir aux diagonales centre périphérie et non plus périphérie périphérie.

# Diagonale O-P

Position de départ (point 0 ou centre) : triple retrait, la main tire vers le centre du corps

Epaule en extension, adduction et rotation interne

Coude en flexion

Avant-bras en supination

Poignet en extension et inclinaison radiale. Il sert à l'adaptation à l'objet auquel il résiste.

Position d'arrivée (point P ou périphérie) : coup de poing extérieur ou paume de main à plat.

Epaule en flexion

Coude en extension

Avant-bras en pronation

Poignet neutre et inclinaison cubitale

# Diagonale P-O

Le point de départ (point P) et le point d'arrivée (point O) sont identiques à la diagonale précédente.

## Diagonale O'-P'

Position de départ (point O' ou centre) : triple retrait pied relevé

Hanche en flexion, adduction et rotation interne

Genou en flexion

Cheville en extension

Pied en position neutre ou légère supination (inversion)

Position d'arrivée (point P' ou périphérie)

Hanche en extension, abduction et rotation externe

Genou en extension

Cheville en flexion

Pied en position neutre ou légère pronation (éversion ou chassé du talon)

## Diagonale P'-O'

Le point de départ (point P') et le point d'arrivée (point O') sont identiques à la diagonale précédente.

# 3.3 CHRONOMETRIE

Il s'agit d'une participation phasi-temporelle des muscles sollicités par le mouvement. Cette notion introduit un besoin de rééducation de la coordination des contractions musculaires, qui peuvent être isolées les unes des autres. Le but du rééducateur sera donc de reproduire ce déroulement séquentiel au cours des exercices. La vitesse d'exécution varie donc suivant le membre considéré, le type de muscle (tonique ou phasique) mis en jeu, et le mouvement demandé.

La sélection des pivots se fera de la partie proximale à la partie distale du membre. Pour prendre l'exemple du membre supérieur, la ceinture scapulaire et la racine sont renforcés tout d'abord, puis le pivot intermédiaire (coude), enfin les pivots distaux (poignet, articulation des doigts). Le but sera d'obtenir une rééquilibration entre les dessins cinétiques antagonistes, ce déséquilibre étant corrigé de la partie proximale à la partie distale du membre.

Il est illusoire de faire travailler un pouce resté faible tant que les fixateurs et rotateurs de l'épaule n'ont pas été renforcés. L'opposition du pouce est essentiellement une rotation, et le renforcement de cette rotation distale dépend directement de la puissance de la rotation interne (proximale) de l'épaule.

#### 3.4 PRISE DE MAINS

Ce facteur est extrêmement important, une position correcte des mains du rééducateur étant indispensable si l'on veut :

Diriger le mouvement de manière correcte

Produire une stimulation superficielle normale qui incitera le sujet à exécuter le mouvement dans la direction désirée, la clarté du message proprioceptif déterminant la clarté de la réponse motrice.

Règles guidant la position des mains du rééducateur :

Les mains sont placées de façon à s'opposer à la direction du mouvement que l'on désire obtenir.

La main du rééducateur doit offrir au sujet une prise confortable pour les doigts de celui-ci, ou bien se place près des articulations

Le rééducateur doit s'efforcer d'ouvrir les doigts, donnant une poignée à saisir ou opposant une résistance plate, mais sans serrer le membre du sujet.

#### 3.5 RESISTANCE MAXIMALE

La résistance, offerte par le thérapeute, doit être maximale pour chaque muscle faisant partie du dessin cinétique, quelque soit son degré de force ou de faiblesse, pendant toute la durée du mouvement en observant 3 règles :

Elle doit observer la chronométrie musculaire normale, c'est-à-dire en obtenant la participation successive des muscles qui normalement se contractent lors de l'exercice demandé.

Elle doit être dosée suivant l'amplitude, c'est-à-dire, minimale au début du mouvement, maximale quand le muscle se trouve en course moyenne, pour décroître jusqu'à la fin du mouvement.

Elle doit s'adresser avant tout aux muscles forts, en les utilisant comme « starter », de telle manière qu'une irradiation aide le muscle faible ; celui-ci est résisté à son tour de manière maximale eu égard à la force de la contraction possible.

# 3.6 UTILISATION DES MOYENS FACILITATEURS

La sommation des stimuli est l'élément essentiel de la méthode, tout doit être mis en œuvre pour que l'exercice puisse être réalisé par le patient.

#### 3.6.1 Contacts manuels

La position de la main du thérapeute est déterminante, bien située elle peut faciliter la réalisation de l'exercice. Le contact cutané avec le patient doit être directionnel : il donne sans ambiguïté le sens du déplacement en se plaçant dans la direction opposée au mouvement à exécuter ; ceci proscrit toute prise circulaire qui, donnant une information multidirectionnelle, perd son caractère facilitateur.

## 3.6.2 Oeil

La perception visuelle du déplacement dans l'espace d'un segment de membre facilite sa réalisation. Il est donc toujours demandé au patient de suivre des yeux le déplacement de l'extrémité distale du membre au cours de l'exercice. Mieux vu, le déplacement est mieux perçu dons mieux intégré.

#### 3.6.3 La position articulaire

Tous les exercices sont débutés dans une position extrême des articulations de la chaîne ostéo-articulaire. Ce positionnement préalable est destiné à fournir au patient le maximum de renseignements d'origine articulaire (étirement capsulaire et ligamentaire) sur la situation de ses segments dans l'espace et ainsi lui faciliter la perception de la position de départ et par la même la position de l'arrivée de l'exercice.

#### 3.6.4 Le réflexe d'étirement

Le réflexe d'étirement est réalisé sur un muscle préalablement mis en tension par le positionnement articulaire et sur lequel le thérapeute effectue un étirement ferme, non douloureux et très bref. Cette traction doit être exercée dans l'axe du membre (en non dans l'amplitude articulaire antagoniste), ainsi qu'en rotation, ceci afin de suivre la direction spirale des fibres musculaires.

#### 3.7 VARIATION DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE

L'utilisateur de la méthode n'est pas limité à des contractions musculaires de même nature. Il peut utiliser les variations suivantes :

#### 3.7.1 Contractions répétées

Il s'agit d'une série de contractions répétées dans la même direction, en utilisant les mêmes groupes de muscles, et si possible en augmentant progressivement la résistance.

Utilité : renforcement musculaire et accroissement de l'amplitude articulaire.

#### 3.7.2 Inversions lentes

Le sujet accomplit le mouvement dans toute l'amplitude agoniste, puis change de direction pour faire le mouvement antagoniste.

Utilité : renforcement musculaire et meilleure coordination.

# 3.7.3 Stabilisation rythmique

C'est un exercice très proche de l'inversion lente par le fait qu'elle utilise l'alternance de contractions musculaires antagonistes, mais ces contractions sont réalisées selon un mode isométrique, le sujet ne cherchant dans ce cas qu'à maintenir l'amplitude dans laquelle le thérapeute l'a placé au départ de l'exercice.

Utilité : gain de stabilité articulaire.

# 3.7.4 Contraction – décontraction

Le sujet accomplit une contraction puissante du groupe musculaire que l'on désire relâcher. Cette contraction est résistée de manière telle que le membre reste immobile. On demande ensuite un relâchement, au cours duquel on gagne en amplitude articulaire dans la diagonale inverse.

Utilité : relâchement d'un groupe musculaire spasmé.

#### 3.8 BUTS DE LA TECHNIQUE

La méthode de Kabat est utilisée dans différentes options de traitement. Elle peut s'intégrer à l'intérieur du protocole thérapeutique en s'associant à d'autres formes de techniques kinésithérapiques sans les exclure mais en les complétant.

#### 3.8.1 Le renforcement musculaire

L'augmentation de la force est le but primitif de la méthode puisqu'elle a été mise au point sur des pathologies neurologiques périphériques afin de permettre un accroissement de la force des muscles paralysés. La répétition des exercices contre une résistance maximale est destinée au renforcement musculaire.

C'est notamment sur les muscles les plus faibles que cette méthode développe tout son intérêt par rapport aux autres techniques musculaires qui utilisent le plus souvent des charges additionnelles contre l'action de la pesanteur.

#### 3.8.2 La coordination

La combinaison de contractions musculaires qui doivent s'organiser entre elle est un moyen de ré entraîner cette qualité musculaire : coordination de l'activité des muscles entre eux, mais également coordination de la contraction à l'intérieur même du muscle qui doit s'adapter à des exigences extrêmes. Certains exercices ne sont quasiment destinés qu'à la coordination motrice tant la difficulté de réalisation est grande : il s'agit notamment des diagonales bilatérales asymétriques et réciproques.

## 3.8.3 La stabilisation articulaire

Ces techniques s'adressent aux patients porteurs d'une instabilité articulaire que l'on cherche à compenser par une stabilisation d'origine musculaire. Les exercices utilisés sont alors plutôt des stabilisations rythmiques sur l'articulation intéressée préalablement placée dans la position où elle est instable.

# 3.8.4 Le gain d'amplitude

De la technique Kabat sont issues les techniques actives de gain d'amplitude. Ces techniques sont destinées à lever les limitations d'origine musculaire. Elles se divisent en deux groupes distincts :

Celles qui utilisent la contraction de l'antagoniste du muscle responsable de la limitation

Celles qui utilisent la contraction du muscle responsable de la contraction et cherche par son travail préalable à en diminuer la vigilance grâce à deux techniques : le tenu-relâché et le contracté-relâché.

# 4 INDICATIONS EN FONCTION DES PATHOLOGIES

# 4.1 NEUROLOGIE PERIPHERIQUE

Conçue sur ces pathologies, la technique de Kabat est donc particulièrement indiquée dans la rééducation de ces malades. La sollicitation proximo-distale s'adapte bien au type de récupération de la fibre nerveuse. Le réflexe d'étirement vient renforcer les stimulations qui permettent d'obtenir la contraction des muscles les plus faibles.

#### **4.2 NEUROLOGIE CENTRALE**

La spasticité est une contre-indication d'emploi de la technique. En effet, facilitant la contraction musculaire, elle renforce également souvent la spasticité.

Néanmoins l'hémiplégie fruste qui ne présente qu'une spasticité réduite peut bénéficier de l'utilisation de la méthode. Il en est de même des hémiplégiques chez qui la spasticité n'apparait pas.

Le parkinsonien, dont le geste est appauvri, et la paraplégique pour sa musculature restante, peuvent être renforcés par cette technique.

#### **4.3 TRAUMATOLOGIE**

Cette technique n'est pas utilisable de manière directe avant la cicatrisation ou la consolidation complète des éléments lésés. Toute fois les techniques indirectes, telle que l'utilisation d'une diagonale d'un membre pour obtenir le travail d'un autre segment, sont tout à fait justifiées, d'autant que la contraction musculaire obtenue par irradiation est d'apparition progressive évitant ainsi le choc d'une contraction trop brutale.

Lorsque la consolidation est obtenue, la méthode offre l'avantage d'une technique globaliste qui s'adapte bien à la récupération de l'amyotrophie due à la non-utilisation.

#### 4.4 ORTHOPEDIE

Les déviations scoliotiques du rachis n'exploitent que fort peu les possibilités de la technique qui, par l'intermédiaire du travail des membres, peut apporter au niveau du rachis un exercice, voire une mobilisation dans le sens correcteur. Dans ce domaine où les conceptions sont nombreuses, la méthode de Kabat n'a pas encore su trouver une place en sachant adapter ses techniques aux contraintes de la pathologie.

## **EVOLUTION DE LA METHODE**

# L'EXPERIENCE DE L'EQUIPE DE TOURCOING

La méthode de Kabat a l'avantage d'avoir repéré des gestes ayant des axes et des directions aux caractéristiques stables, c'est-à-dire définis précisément dans tous les plans de l'espace. Ces gestes présentent, dans cette organisation posturale, les réactions proprioceptives les mieux adaptées.

Elle apporte donc une notion de stabilité dont nous reconnaissons la nécessité dans l'organisation du rachis.

Cependant, elle est orientée classiquement vers la récupération neuromusculaire et beaucoup moins vers le renforcement de la stabilité articulaire.

En rhumatologie, le trouble réside souvent dans la dégradation du matériel musculo-ostéo-articulaire ou dans la désorganisation du geste.

On voit que dans la méthode de Kabat le respect ostéo-articulaire est difficile. En effet :

La résistance maximale ne peut être utilisée en raison de la fragilité ostéo-articulaire.

L'utilisation des grands patterns classiques dits « diagonales » est très réduite, en raison des charges importantes articulaires provoquées par le grand moment d'action qu'a la force appliquée à l'extrémité d'un membre tendu.

Bien que les mouvements globaux incluant tout le corps soient utilisés, la méthode de Kabat n'apporte pas directement les moyens d'un travail spécifique des étages vertébraux. En effet il n'a pas été décrit de pivots plus internes que ceux des articulations des racines de membres.

Si nous voulons avoir une action spécifique sur le rachis, il faut avoir des points d'application des forces des patterns qui soient bien définis à ce niveau.

Ce sont ces observations qui ont amené à la recherche des points d'application paravertébraux du rachis.

Empiriquement, il est possible de constater que la sensation de résistance maximale et que la stabilité d'un pattern sont améliorés par l'application d'une pression sur certains points paravertébraux.

Cela correspond à ajouter une stimulation proprioceptive axiale facilitatrice au travail classique de la méthode de Kabat.

Cette relation spécifique hypothétique entre patterns et points paravertébraux a été expérimentée par différents membres de l'équipe de kinésithérapie en tant que thérapeute ou cobaye.

Si la stabilisation du point paravertébral spécifique peut améliorer la qualité du pattern, on peut avancer aussi la relation inverse. On peut en effet raisonnablement penser que l'éducation d'un pattern juste dans son trajet peut obtenir la stabilisation du point paravertébral, pour peu que le rachis soit placé de faon à ce que les muscles paravertébraux soient en course moyenne à ce niveau (c'est-à-dire en condition de réaliser une résistance maximale).

Quand le pattern s'est ajusté sur le point paravertébral correspondant, il a les meilleures chances d'être mémorisé puisqu'il assure un geste économique sans ajustements compensatoires et qu'il utilise les voies proprioceptives les plus directes.

Cette première relation permet d'envisager de consolider le rachis, étage par étage en décubitus dorsal, en préparation à une verticalisation pour le moment difficile et pénible.

Dans des situations complexes, par exemple la position debout, plusieurs patterns peuvent s'associe dans une action, l'un assurant le contact à une surface de référence (le sol pour les pieds, dans la position debout), l'autre assurant le mouvement désiré (le membre supérieur qui lance un objet)

Nous observons que le membre assurant la fixation, travaille plutôt en « isométrique » tandis que le membre assurant le geste travaille en « isotonique ».

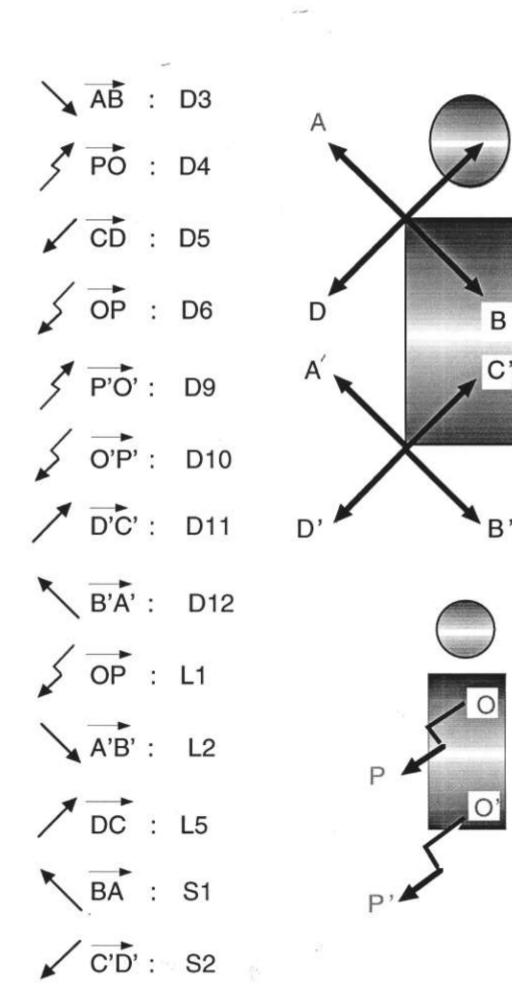
Ce ne sont pas toujours les membres inférieurs qui assurent le contact avec la surface de référence. Si l'on pousse un meuble lourd, ce sont les membres supérieurs qui assurent le contact stable et les membres inférieurs qui provoquent le déplacement.

Il semble que le point paravertébral stable se trouve à la réunion des segments en travail « isométrique » et « isotonique », picot de deux patterns : l'un de fixation, l'autre de mouvement.

Cette étude empirique nous conduit à penser que si les patterns sont défectueux, le point ne peut être stable. Si le point n'est pas stable, les patterns ne peuvent réunir leur action.

On comprend l'intérêt d'une telle possibilité de réajustement vertébral, permettant par des patterns précis de tonifier et de stabiliser certaines zones rachidiennes.

Voici la cartographie actuelle proposée par l'équipe de Tourcoing :



# **MATERIEL ET METHODE**

#### 1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'équipe de kinésithérapeutes de l'hôpital de Tourcoing a donc établi empiriquement une cartographie de correspondances entre des lieux paravertébraux et les patterns de la méthode de Kabat.

Ils ont ainsi expérimenté depuis plusieurs années que le fait de fixer par un appui manuel un lieu paravertébral précis pour chaque pattern « facilitait » le mouvement.

L'objet de cette étude sera donc d'analyser l'effet de ces fixations au cours du mouvement sur l'activité myoélectrique de l'ensemble de la musculature paravertébrale.

Permettent-elles un travail rachidien plus économique ou au contraire, ajoutent-elles de nouvelles contraintes au rachis ?

Pour cela nous nous proposons de faire effectuer à divers sujets des patterns des membres contre résistance maximale, en soutenant le rachis par un appui manuel se déplaçant tout au long de celui-ci, et d'apprécier dans chaque position le travail de la musculature paravertébrale à l'aide de l'électromyographie de surface.

#### 2 CHOIX DU MATERIEL

L'électromyographie est devenue, grâce aux perfectionnements technologiques et à une meilleure connaissance des résultats que l'on peut en attendre, un moyen privilégié d'étude du muscle vivant.

**En clinique**, elle sert avant tout au diagnostic et au pronostic des lésions du nerf périphérique, à la reconnaissance et à l'étude détaillée des neuropathies périphériques et des maladies musculaires, et enfin à l'identification des lésions de la corne antérieure de la moelle épinière.

**En physiologie**, l'électromyographie est une méthode efficace pour analyser le rôle des différents muscles dans le maintien de la posture ainsi que pour étudier l'activité des unités motrices.

Le recueil des potentiels électriques émis par les fibres musculaires peut être fait de deux façons :

Soit par l'intermédiaire d'électrodes aiguilles intra musculaires. L'électrode recueille ainsi le potentiel d'action extracellulaire de la fibre musculaire la plus proche.

On obtient ainsi un électromyogramme élémentaire en vue d'analyser les éléments constitutifs de chacun de ses potentiels.

Soit par l'intermédiaire d'électrodes de surface recueillant au niveau de la peau l'activité électrique globale d'une contraction musculaire volontaire, spontanée, réflexe ou stimulée. On obtient ainsi un électromyogramme global permettant l'étude de la physiologie de la posture, des mouvements et du travail musculaire. Il permet surtout de quantifier l'électromyogramme autorisant ainsi l'analyse des mouvements en cinésiologie, en ergonomie, en Médecine Sportive et en Médecine du Travail.

L'électromyographie de surface étant de plus non invasive, sans risque et toujours bien supportée par les sujets (volontaires en l'occurrence), elle s'avère donc être l'examen de choix pour notre expérimentation.

## 3 CARACTERISTIQUES DE L'ELECTROMYOGRAPHE

L'appareil utilisé pour ce travail est un électromyographe DANTEC COUNTERPOINT prêté par l'hôpital de Tourcoing. Il permet notamment de faire de l'électromyographie de détection quantifiée et informatisée.

La quantification consiste à extraire d'un signal quel qu'il soit, des données numériques qui permettent de définir ce signal, de le comparer à des valeurs normales et de comparer relativement aisément les valeurs obtenues au cours d'examens successifs.

L'automatisation est le calcul direct par de moyens informatisés de ces paramètres à partir de tout signal détecté. L'automatisation s'applique à des paramètres accessibles ou non à la mesure manuelle.

La quantification et l'automatisation sont devenues indispensables à l'électromyographie globale et la plupart des appareils de nouvelle génération en sont dotés.

En effet le tracé électromyographique obtenu par des électrodes de surface est le résultat de la captation de lignes de champs électriques appartenant à de nombreux potentiels.

Ce mélange, cette interférence de très nombreux potentiels d'unités motrices, revêt un aspect global au sein duquel on ne peut distinguer les éléments constitutifs, rendant ainsi impossible une mesure manuelle.

L'étude quantifiée et automatisée de la contraction volontaire est la plus simple à réaliser dans la mesure où elle ne nécessite pas d'électrode particulière ni de compétence technique spécialisée de la part de l'électromyographiste. De plus, les techniques de traitement du signal utilisées sont rapides, fournissant les résultats en temps réel.

L'électromyographe, dont le fonctionnement est piloté à partir de l'ordinateur, permet d'enregistrer simultanément l'évolution en fonction du temps de 1 à 4 canaux électromyographiques. Ces paramètres peuvent être enregistrés pendant des durées de 1 à 2 secondes.

Lors de l'acquisition, les signaux enregistrés sont amplifiés, filtrés puis subissent une conversion analogique-numérique. Les données numériques ainsi produites sont stockée directement dans la mémoire vive de l'ordinateur pour y être traitées ultérieurement.

Chaque écran de visualisation peut être retranscrit sur une bande passante graphique divisée horizontalement en espace-temps de 100 ms et verticalement en échelle de valeur variant de 5 microvolts à 10 millivolts.

Les électrodes cutanées sont en chlorure d'argent, d'une surface de 0,7 cm carré.

Chaque canal EMG est relié à deux électrodes dont l'une sert de référence, l'isolement à la terre étant assuré par une électrode commune aux quatre canaux, placée au poignet du patient.

Les signaux recueillis par les électrodes EMG subissent d'abord une amplification afin d'effectuer une mise à l'échelle avant conversion.

La mise en œuvre adéquate des circuits nous permet d'éliminer directement et efficacement les signaux dits de mode commun (50 Hz et autres) polluant inévitablement les signaux EMG qui nous intéressent, dont la gamme utile des amplitudes s'étend de 0,1 à 5 millivolts.

Les signaux utiles sont filtrés puis présentés ensuite à un ensemble de circuits électroniques assurant la sélection des signaux choisis, leur échantillonnage et leur conversion analogique numérique.

L'appareil nous transmet un certain nombre de données dont voici les principales :

**-L'analyse visuelle.** L'électromyographe permettant quatre voies d'entrées, il permet l'analyse comparative de l'activité myoélectrique de quatre zones paravertébrales simultanément. De plus, les électrodes restant en place tout au long de l'examen, l'analyse visuelle comparative de l'ensemble des tracés est possible.

# -Turns/Sec (tours/sec)

Le logiciel couplé à l'électromyographe génère un événement chaque fois que le signal présente un saut d'amplitude déterminé (100 microvolts pour notre appareil) et un autre type d'événement chaque fois que l'incrémentation change de signe. En comptant le nombre de ces changements de pentes (appelés « turns ») par seconde, o, obtient une évaluation de la fréquence moyenne du tracé.

# -Mean amplitude (amplitude moyenne)

C'est l'amplitude moyenne d'un segment entre deux turns évaluée en calculant le nombre moyen d'incrémentations entre deux changements de pentes.

#### -Ratio (rapport)

Le rapport est calculé en divisant le nombre de turns par l'amplitude moyenne.

# -Root mean square: RMS (racine carré moyenne)

Il correspond à la racine carré de la surface moyenne sous la courbe entre deux turns.

L'amplitude moyenne et le nombre de turns par seconde sont principalement utilisés pour le diagnostic des affections myogènes et neurogènes. Elles ne présentent donc pas d'intérêt en ce qui concerne notre étude.

Le **RMS** mesure l'amplitude moyenne de l'enveloppe du signal. Il est un bon indice du niveau d'excitation des muscles surtout pour des variations assez faibles de leur longueur (Goubel, 1970).

La proportionnalité entre le calcul de la surface de l'enveloppe du signal et la force musculaire a été démontrée, qu'elle soit linéaire (Lippold, 1952) ou curvilinéaire (Koster, 1966) et la fiabilité de leurs relations est d'autant plus grande lorsque la contraction musculaire est submaximale (Yang et al, 1983).

L'objet de notre étude étant d'analyser le travail de la musculature paravertébrale dans des situations déterminées, nous retiendrons donc pour l'interprétation des résultats deux paramètres : l'analyse visuelle et le RMS.

#### **4 MODALITES PRATIQUES**

Une modalité de pose des électrodes doit être soigneusement respectée si l'on veut enregistrer optimalement l'activité électrique des muscles étudiés.

Nous respectons chronologiquement les points suivants :

- La température ambiante est maintenue inférieure à 20 degrés afin d'éviter une sudation des sujets pouvant interférer au niveau des électrodes.
- Les électrodes sont nettoyées à l'alcool pur
- Le repérage anatomique des vertèbres se fait à la palpation des épineuses. L'électrode servant de recueil du message myoélectrique est placée latéralement, à 2 cm de l'épineuse, du côté opposé au membre déplacé. L'électrode servant de référence est placée sur l'épineuse.
- Les régions d'implantation des électrodes sont soigneusement nettoyées à l'alcool à 90°.
- Les électrodes auto collantes sont appliquées par l'intermédiaire d'une pâte conductrice.
- La fixation définitive est faite au sparadrap.
- L'impédance des différents canaux est alors vérifiée. Elle est acceptée pour des valeurs égales sur les 3 canaux et inférieures à 10 Kilo-ohms.

## 5 CHOIX DES PATTERNS ET DES POSTURES POUR L'EXPERIENCE

Nous nous permettons de décrire les différentes étapes conceptuelles aboutissant à l'expérience retenue finalement. Cet exposé permet de mieux cerner le sujet et les difficultés de le traiter.

Rappelons que l'hypothèse de travail est qu'il y a une liaison entre un pattern et un point spécifique paravertébral opposé, celui-ci jouant le rôle de pivot virtuel, le mouvement semblant s'y appuyer.

On observe empiriquement que stabiliser ce point par un renforcement proprioceptif (par le fait de le toucher) et éventuellement par un renforcement mécanique (en lui apportant un appui), améliore les qualités du mouvement, c'est-à-dire sa force, sa stabilité et sa précision.

Un travail préliminaire a consisté à comparer l'activité électrique des muscles paravertébraux à divers niveaux, lors de l'exécution d'un pattern. Nous espérions enregistrer, en regard du point considéré, une activité électrique spécifique, par comparaison aux autres points.

Pour effectuer un travail plus sélectif, nous avions initialement fait travailler les sujets en décubitus dorsal.

Nous obtenions dans cette position un parasitage des puissants muscles superficiels du tronc (notamment Trapèze et Rhomboïde) masquant l'activité des muscles paravertébraux. Cette position obligeait en effet le sujet à prendre des contre appuis sur la table afin d'équilibrer les forces appliquées à l'extrémité du membre déplacé (croquis n°1, page suivante). Pour éliminer ces interférences, il fallait revenir à la position debout, plus physiologique dans l'effort.

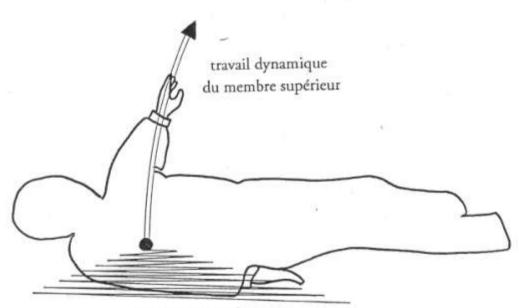
Cela est plus difficile à réaliser, car la position des jambes et du tronc doit être parfaitement adaptée pour supporter le pattern à réaliser. D'autre part, une raideur de hanche ou de rachis fait intervenir des tensions correctrices qui sont elles-mêmes parasites. Cela nous a amené à éliminer certains sujets présentant une importante activité musculaire au repos ou au moindre effort, reflétant un état de contracture.

Notons également que la réalisation d'un pattern des membres inférieurs en position debout est plus difficilement réalisable qu'en décubitus dorsal.

Sur le plan de l'analyse du travail, nous pouvons imaginer que notre point hypothétique se trouve à la rencontre des chaînes musculaires en travail statique de stabilisation, et des chaînes musculaires en travail dynamique correspondant au déplacement du membre (croquis n°2 et 3)

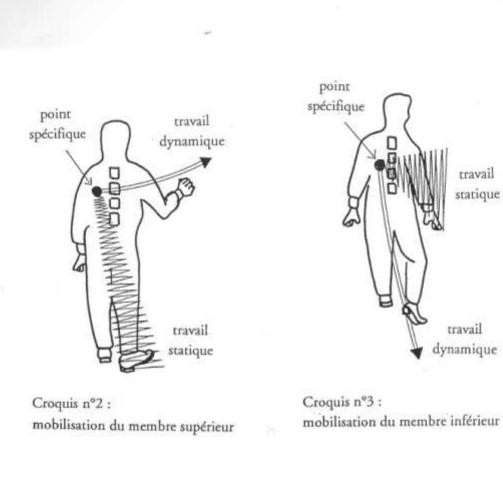
Lorsque les conditions de résistance maximale d'un pattern de bonne qualité étaient réunies, nous avons pu observer :

- -L'électromyogénèse enregistrée au niveau des différents points paravertébraux était semblable.
  - -On ne notait pas d'activité spécifique en face du point correspondant au pattern étudié.
- -Dans cette posture, en résistance maximale, l'appui sur le point spécifique ne provoque pas de perturbations, il renforce l'homogénéité des tracés électromyographiques.
- -Au contraire, l'appui sur d'autres points détruit cet équilibre, non seulement sur les tracés mais également sur la stabilité et la résistance du sujet.



travail statique du tronc responsable du parasitage

Croquis nº1



## 6 LIMITE QUANTITATIVE DE L'EXPERIENCE

Nous disposons de cinq patterns pour le membre supérieur et de cinq patterns pour le membre inférieur. Cela fait vingt patterns pour les quatre membres.

La cartographie définit treize points paravertébraux.

Pour un pattern donné et pour un appui donné, il faut dons analyser l'activité des muscles paravertébraux à chaque étage vertébral en déplaçant l'appui sur chaque lieu paravertébral défini par la cartographie et répéter cette opération pour chaque pattern. On obtient ainsi 3770 enregistrements pour un sujet. Si l'on veut analyser cette expérience sur une population de 10 sujets, il faudrait enregistrer et analyser 37700 électromyogrammes.

Ce n'est évidemment pas l'objet de cette étude d'effectuer un tel travail. De plus l'appareil dont nous disposons ne dispose que de quatre pistes. Pourtant il serait possible techniquement d'effectuer un enregistrement simultané de l'activité de la musculature paraverrtébrale de chaque étage vertébral en utilisant un électroencéphalographe. Cet appareil présenterait également l'avantage de pouvoir enregistrer en continuité les modifications engendrées par les divers appuis paravertébraux.

Nous limiterons donc cette expérience à l'étude de trois niveaux vertébraux en relation avec trois patterns.

Nous choisissons ainsi deux patterns du membre supérieur : AB et CD ; et un pattern pour le membre inférieur : A'B', dont voci les correspondances au niveau rachidien :

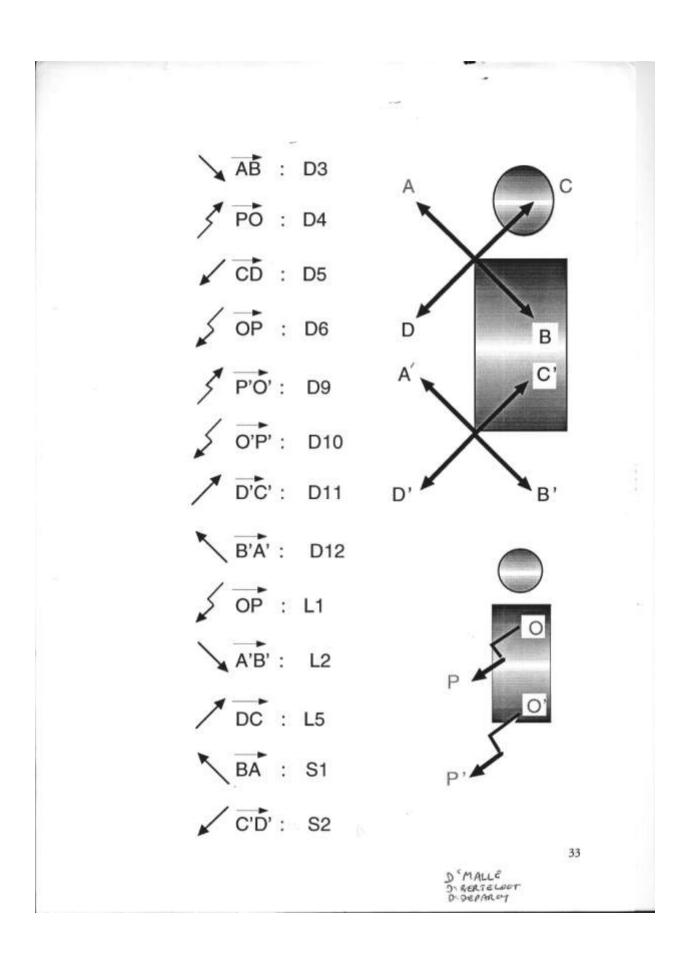
AB : D3

DC : L5

A'B' : L2

Nous effectuons ainsi, dans des conditions de résistance maximale, pour chaque sujet et pour chacun des trois patterns, un premier enregistrement sans appui paravertébral.

Puis, successivement, un enregistrement avec un appui en D 3, en L 2 et en L 5 afin d'observer d'éventuelles modifications



# INTERPRETATION

Pour chaque sujet, les résultats avec appui sont résumés sur une seule page, et sur la page suivante sont inscrits, à l'aide d'histogrammes les valeurs RMS (amplitude moyenne de l'enveloppe du signal) correspondantes. Les histogrammes noircis correspondent aux courbes obtenues avec appui sur les points spécifiques. Elles apparaissent en diagonale sur la page.

On ne peut comparer quantitativement les divers enregistrements pris successivement. Les conditions isotoniques indispensables pour une telle interprétation ne sont pas réunies, la résistance opposée au mouvement étant appliquée manuellement.

Cependant il est possible, qualitativement, de comparer ces enregistrements et d'analyser la répartition des forces paravertébrales mises en jeu.

On peut observer, d'une manière générale, une plus grande uniformité des valeurs RMS quand le sujet s'appuie sur le point correspondant au pattern.

# DISCUSSION

#### 1 – SPECIFICITE DE L'EXPERIENCE

Peut-on trouver à partir de cette expérience une notion de spécificité ?

Quand on a une certaine expérience de la méthode de Kabat, le phénomène perçu « proprioceptivement » est la sensation de résistance maximale. Elle provient, à un moment donné de l'expérience, d'une association de placements articulaires bien ajustés, en course moyenne, qui donnent une impression de résistance qu'on ne peut rompre. C'est à ce moment que l'enregistrement était relevé. Cette impression que le manipulateur et le sujet peuvent attester est donc corrélée à un électromyogramme particulier.

Dans la mesure où la technique du manipulateur peut être attestée directement par un confrère, il peut être admis quelle représente la qualité technique de la méthode de Kabat. Néanmoins, ces tests pourraient être réalisés par d'autres manipulateurs.

Les sujets eux-mêmes doivent pouvoir réaliser à la fois un pattern juste et une posture adaptée. Cela représente-t-il des conditions spéciales ?

La précision de la méthode de Kabat permet de mettre en évidence le plus léger déficit de liberté articulaire et nécessite donc, quelques fois des exercices préalables. Cependant quelques sujets ont pu réaliser immédiatement des patterns de qualité.

Rappelons que les patterns de Kabat ont été retrouvés à partir de l'observation de la gestuelle de sportifs et donc qu'il s'agit de mouvements non artificiels.

# 2 – EVALUATION DE LA METHODOLOGIE

Ce travail est donc une étude descriptive transversale (c'st à dire à un moment donné, sur une courte période) de l'incidence, sur la musculature paravertébrale, d'une fixation spécifique d'un segment rachidien, sur un sujet effectuant un travail des membres. Analysons les différents biais possibles de cette étude.

# 2.1 Biais de sélection des sujets

Nous avons choisi pour cette étude une population hétérogène de 8 sujets volontaires, composée d'hommes et de femmes d'âge variant entre 20 et 65 ans. Il faut noter que nous avons du exclure, dans cette étude, des sujets présentant une importante activité électrique des muscles postérieurs superficiels do tronc, reflétant un état de contracture, interférent dans l'enregistrement des muscles paravertébraux. Ce groupe n'étant pas constitué de sujets pris au hasard, il ne peut être considéré comme représentatif de la poopulation.

### 2.2 Biais de mesure

Il es t question maintenant d'analyser la dispersion et la reproductibilité de cette étude. En effet, la même investigation, répétée au même instant, chez le même individu, ne permet pas toujours d'observer le même résultat. Il y a plusieurs sources de variations : les unes liées aux instruments de mesure, les autres aux facteurs humains.

#### 2.2.1 Liés aux instruments de mesure

#### 2.2.1.1. A l'appareil utilisé

Il s'agit d'un électromyographe Dantec Counterpoint. Sa sensibilité, sa spécificité et sa précision semblent être admises puisqu'il est actuellement largement utilisé par l'ensemble des praticiens en exploration fonctionnelle neurologique. L'électromyographie de surface retranscrit-elle avec précision l'activité des muscles paravertébraux, dans les conditions de notre expérience ?

Dans la bibliographie, la quasi-totalité des expériences de quantification de l'activité musculaire a été obtenue par électromyographie de surface. En effet, dès 1973, Basmajian disait que « surface recording is the natural choice when simultaneus activity or interplay of activity in a number of muscles is being studies ». D'autres auteurs, comme Jonsson et Komi, ont également montré que l'amplitude du signal EMG obtenu par électrodes de surface est beaucoup plus reproductible qu'en cas d'enregistrement par électrodes aiguilles. De plus, l'enregistrement des signaux EMG globaux se montre efficace à comprendre l'activité réelle totale d'un muscle pour des raisons autres que purement méthodologiques (utilisation d'électrodes aiguilles ou d'électrodes cutanées). Il existe pour comprendre le succès de cette technique, des raisons purement anatomophysiologiques. Buchtak avait déjà étudié l'aide de multi électrodes ce qu'il appelait le territoire de l'unité motrice, pour montrer que la distribution des fibres est telle que les fibres d'un certain nombre d'UM sont entremêlées. Des études plus récentes ont confirmé le bien fondé de cette hypothèse de dispersion des fibres d'une UM au sein des fibres du muscle total. Du point de vue électromyographique, on comprendra cependant que seules des électrodes cutanées captant des signaux électriques dispersés donneront une image plus correcte car plus complète d'une activité qui reste dispersée lors d'un recrutement, même peu important du nombre des UM. De plus, en ce qui nous concerne, l'objet de cette étude est d'analyserl'activité des muscle paravertébraux en rapport à une organisation gestuelle. Il s'agit donc d'un ensemble musculaire formé de multiples unités dont l'étude ne peut se faire que d'une façon globale, nécessitant obligatoirement l'utilisation d'électrodes de surface.

#### 2.2.1.2. A la mesure du RMS

Ce paramètre mesure l'amplitude moyenne de l'enveloppe du signal. Comme nous l'avons écrit précédemment ce paramètre est d'autant plus représentatif de la force musculaire mise en jeu que les variations de longueur des muscles étudiés sont faibles et que la contraction musculaire est sub-maximale. Ce qui correspond bien aux conditions de notre expérience.

# 2.2.1.3. A l'emplacement des électrodes

Les électrodes de recueil sont placées du côté controlatéral au mouvement.

En effet, des expériences récentes (Angel et Eppler) montrent que, lors de l'abduction d'un bras, les muscles du tronc du côté opposé se contractent simultanément. Le synchronisme de l'action a été démontré sur des sujets sains et des sujets pathologiques.

Le sujet tétraplégique démonte par la pathologie ce synchronisme : dépourvu de la stabilité préalable du tronc, il chute s'il tente de soulever un membre supérieur, sans au préalable s'ancrer à son fauteuil roulant par le bras opposé. L'ajustement postural rachidien, anticipant le mouvement du membre participant au pattern, s'exercera donc logiquement, par l'intermédiaire des muscles paravertébraux controlatéraux au membre déplacé.

#### 2.2.2 Liés à l'opérateur

Ce facteur est évidemment, ici, la principale source de dispersion des résultats.

De la qualité de l'opérateur, de sa maîtrise de la méthode de Kabat, et de sa précision, dépendra la qualité gestuelle du sujet et donc son placement.

Il serait nécessaire, pour des études ultérieures, de comparer les résultats obtenus par plusieurs opérateurs.

Il apparait, au vu de cette analyse, l'existence de biais liés essentiellement à la sélection des sujets et à l'opérateur.

Cependant, ce travail ne se veut en aucun cas démonstratif. Sa seule prétention est de recueillir des données, dans le but de formuler des hypothèses, pouvant servir de base à d'éventuelles études épidémiologiques analytiques ultérieures.

3 - POSTURE ET AJUSTEMENTS POSTURAUX : RÔLE DE L'APPUI PARAVERTEBRAL

(Référence principale : H. OLLAT)

Dans des conditions statiques, la posture de l'individu dépend du tonus musculaire. Il assure la cohésion mécanique des segments osseux et lutte contre l'action de la pesanteur.

La répartition du **tonus postural** est modifiée par différents réflexes qui permettent son adaptation. Ces différents réflexes sont sous la dépendance de capteurs répartis dans l'ensemble de l'organisme. Ils peuvent être répartis en deux groupes :

### - Les capteurs infra spinaux :

Il s'agit des capteurs de **Ruffini** situés au niveau des ligaments et des capsules articulaires, sensibles aux variations d'ouverture angulaire de l'articulation ainsi qu'à la vitesse de cette ouverture; des capteurs de **Golgi**, situés au niveau des tendons, sensibles à leur variation de tension; des capteurs des **fuseaux neuromusculaires**, sensibles à l'intensité de la contraction musculaire des muscles toniques ainsi qu'à la variation de longueur des muscles phasiques; et enfin des capteurs cutanés *de Meissner superficiels*, à adaptation rapide, dans les papilles du derme glabre plantaires sensibles aux variations de pression.

#### - Les capteurs supra spinaux :

Il s'agit des capteurs du système labyrinthique, responsables de l'équilibration, situés au niveau d'une part, des canaux semi circulaires, et d'autre part du saccule et le l'utricule ; il s'agit également des capteurs situés au niveau des fuseaux neuromusculaires des muscles oculomoteurs responsables de l'ajustement de la tête sur le rachis par l'intermédiaire des muscles sous occipitaux.

Outre ces réflexes qui tendent à modifier globalement la posture, des adaptations localisées positionnent les segments de membre. La **fixation posturale** est le fait de la co-contraction de muscles protagonistes autour d'une articulation, ce qui lui permet de supporter le poids d'autres segments corporels.

Modulation du tonus postural et fixations posturales sont suffisantes pour assurer l'équilibre, à savoir le maintien de la projection du centre de gravité du corps dans le polygone de sustentation, dans des conditions statiques. Mais les mouvements déplacent le centre de gravité du corps (déséquilibre statique) et développent une force pouvant accentuer ce déplacement (déséquilibre cinétique). Dans des conditions dynamiques, des ajustements posturaux sont donc nécessaires afin de maintenir la posture et l'équilibre.

La commande centrale doit donc souscrire à 2 exigences contradictoires et simultanées : assurer le déplacement d'un ou plusieurs segments corporels afin d'atteindre le but, et stabiliser de façon coordonnée d'autres segments afin de maintenir l'équilibre (Massion, 1989).

Cet ajustement postural a une caractéristique fondamentale, il est anticipé.

Les enregistrements électromyographiques ont clairement démontré que l'activité des muscles « posturaux » précède celle des muscles responsables du mouvement.

Les ajustements posturaux sont donc anticipatifs, et ne peuvent être la simple conséquence du déséquilibre engendré par le mouvement. En d'autres termes, ils doivent être, au moins pour partie, **préprogrammés**, ce qui implique la notion d'un apprentissage (Gahery et Massion, 1981).

Lorsque le déséquilibre induit par le mouvement n'est pas celui attendu (par exemple, parce que le mouvement est perturbé), ou lorsque le déséquilibre est inattendu (du fait d'une force extérieure), l'ajustement postural se fait sur le mode réflexe, à partir des informations fournies par les récepteurs vestibulaires, rétiniens et somesthésiques (proprioceptifs et cutanés).

Nashner et Coll (1985), ont confirmé l'hypothèse de Bernstein (1967), c'est-à-dire que les ajustements posturaux se font grâce à des séquences de contractions musculaires pré établies, c'est-à-dire que l'exécution des ajustements posturaux est le fait de **réseaux neuronaux** préétablis de facilitation (**engrammes**). Les ajustements posturaux résultent donc de la mise en jeu de réseaux neuronaux fixés, préétablis, soir par **antéro contrôle** (programmation), soit par **rétro contrôle** (réflexe).

Ils sous entendent l'existence de **schémas corporels posturaux inconscients**, faits de **syncinésies** musculaires toniques involontaires automatiques, ayant pour but en permanence, d'assurer la place et le maintien de la projection du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation, dans une séquence cohérente, pour permettre le déplacement des segments de la manière la plus économe possible.

On peut donc concevoir qu'à chaque dessin cinétique de base du squelette appendiculaire décrit par Kabat et ses collaborateurs correspond donc un schéma corporel postural de base du squelette axial.

Ces ajustements posturaux, anticipant l'activité corticale volontaire du système nerveux central, vont donc préparer l'action et donner toute la stabilité nécessaire et indispensable à l'ensemble du corps pour effectuer un geste correctement dosé et équilibré.

Ceci est bien connu sur le plan sportif : pour être adroit et fort, il faut être bien placé. Une mauvaise préparation à l'action entraine la maladresse et l'inefficacité du geste.

Un mouvement correctement dosé et dirigé sera donc dépendant, à la fois de la qualité de l'intégration des différents muscles participant au mouvement du segment appendiculaire déplacé, et de la qualité de l'ajustement du squelette axial organisant le contre poids représenté par l'ensemble du reste du corps dans un but d'équilibre.

L'équipe de Tourcoing a donc expérimenté que le fait de fixer par un appui manuel un lieu paravertébral précis pour chaque pattern « facilitait » le mouvement. Ce contre appui effectué par l'opérateur modifie l'ajustement postural du sujet lors d'un déplacement segmentaire et le par contraint s'organiser autour du point fixé l'opérateur. On peut concevoir que si cette nouvelle information donnée au sujet participe à un meilleur ajustement postural, la stabilité du sujet qui en résultera renforcera la justesse et l'efficacité du geste. Si par contre elle perturbe l'organisation posturale, le sujet sera instable, obligé d'avoir recours à de nouvelles unités motrices afin de maintenir son équilibre. Le geste sera faible et maladroit.

L'opérateur et le sujet attestent chacun du bien fondé de la facilitation du geste au cours de l'ajustement postural induit par l'appui paravertébral, selon la cartographie établie par l'équipe de Tourcoing.

L'évaluation objective des qualités d'un geste, qui sont la force, l'amplitude et la justesse, est difficilement réalisable.

Notre étude a donc consisté à apprécier les forces musculaires paravertébrales mises en jeu lors des déplacements des segments appendiculaires contre résistance.

On observe sur les électromyogrammes de surface une **uniformisation** des activités électriques des muscles paravertébraux lorsque l'opérateur place le sujet en appui sur l'étage vertébral correspondant au pattern étudié.

Cette cohérence des tracés électriques rend compte d'une meilleure répartition des charges sur l'ensemble de la musculature tonique paravertébrale , laissant supposer un travail rachidien plus économique. L'expérience ne nous permet pas d'affirmer ce dernier point. On ne peur en effet comparer l'intensité électrique des divers électromyogrammes obtenus, l'expérience ne s'effectuant pas en condition isotonique.

L'originalité de ce travail est donc d'avoir cherché, à partir des dessins cinétiques de base décrits par la méthode de Kabat, à relier le geste au rachis par l'intermédiaire de lieux spécifiques, non pas pour tonifier les muscles paravertébraux en ce lieu comme nous le pension initialement, mais pour permettre une meilleure homogénéité de la contraction de la masse musculaire paravertébrale.

# 4- INTERÊTS THERAPEUTIQUES

Le réglage postural trouve actuellement une place importante dans la rééducation du tronc. Il procède, le plus souvent, d'une observation des attitudes posturales des patients, d'une prise de conscience de celles surmenant le rachis ' et de leur correction par réapprentissage conscient.

On utilise également des étirements musculaires et aponévrotiques qui peuvent influencer le tonus postural et la liberté articulaire des divers segments corporels.

L'objet des manœuvres correctrices est souvent restreint au travail du complexe articulaire lombo pelvi fémoral, au cours d'activités principalement liées à la flexion du tronc : se pencher, s'allonger, soulever, porter, entrer et sortir d'une voiture.

La relation proprioceptive (opérateur-sujet) de la méthode de Kabat, précise le geste et l'attitude posturale s'y adaptant. Elle permet un travail global et un travail segmentaire stabilisant, dans les trois plans de l'espace. Elle multiplie les stimulations proprioceptives consolidant l'organisation neuromusculaire d'un geste programmé.

La relation geste-rachis, encore hypothétique, rapportée dans notre exposé, ouvre des possibilités thérapeutiques complémentaires.

En effet, nous pouvons penser que la stabilisation d'un lieu paravertébral améliorera la force et la stabilité du pattern lui correspondant, comme réciproquement, l'ajustement fin de ce pattern aura un rôle stabilisant sur ce lieu.

Allons plus loin, et concevons qu'un geste quotidien bien réglé est un facteur de stabilisation et d'équilibre du rachis.

Nous avons vu, au cours des expériences, la grande sensibilité de ces manœuvres. La perception de la résistance maximale ne peut être établie sans une posture bien équilibrée. Ceci ouvre la possibilité d'une évaluation proprioceptive des attitudes posturales, avec éventuellement l'application d'une force correctrice sur un lieu plus fragile. Il semble important, chez un lombalgique, à la sémiologie et la paraclinique « normales », de définir ainsi, et aussi précisément, ce segment vertébral déficient, introduisant une rupture de l'état de « pré-contrainte » (état de tension préalable) de la poutre rachidienne. Secondairement, il est possible de le consolider, par un réapprentissage du pattern correspondant.

La correction, par manipulation directe, des « déplacements » intervertébraux mineurs, permet de retrouver une mobilité locale, elle n'apporte pas automatiquement la restauration de la qualité gestuelle.

Les techniques proprioceptives réintègrent dans le schéma corporel cette mobilité retrouvée et redonnent au mouvement sa direction naturelle.

# CONCLUSION

La méthode de Kabat est connue depuis de nombreuses années. Elle fut appliquée primitivement aux déficits neuromusculaires.

Son implication proprioceptive lui ouvre de larges horizons pour un réapprentissage profond de la gestuelle et du placement rachidien. Elle donne aux praticiens de Médecine Physique les clés d'un langage non formulé, s'adressant directement au corps.

Le praticien peut alors établir une relation thérapeutique, faisant abstraction de l'activité corticale, permettant au patient de rassembler les morceaux de son puzzle corporel, de raviver les circuits proprioceptifs les unissant et de les réintégrer dans un schéma fonctionnel plus cohérent.

Il ne s'agit pas d'instruire, mais d'aider le sujet dans la recherche de ce qu'il connait déjà, et dont il ne sait se servir.

La proprioception est aussi la découverte, dans l'inconscient, de zones oubliées, quelque fois depuis longtemps.

La souffrance exprime l'isolement d'une partie, et la santé exprime l'unité du multiple.

HIPPOCRATE