

Une approche de l'Anti-Douleur par Champs Magnétiques Pulsés

(Mécanismes, Evaluations, et Expérimentation
dans le cas de l'Héliomagnéto.)

par :

Badri Matta, Docteur en Médecine, Chef du service des Soins Palliatifs et de la Consultation Anti-Douleur du Centre Hospitalier Général de Soissons

Pierre Le Chapellier, Dr Ingénieur, Ingénieur d'études attaché au service des Soins Palliatifs du CHG de Soissons

Correspondance :

Pierre Le Chapellier, Consultation Anti-Douleur, Centre Hospitalier de Soissons,
46 Avenue du Général de Gaulle, 02209, Soissons Cedex.

Téléphone : (33) 03 23 75 70 70 poste 7747, ou (33) 03 23 75 71 29

E-Mail : pierre.lechapellier@ch-soissons.fr

Nota de garde :

Une version abrégée de ce texte a été présentée, en anglais et en poster, sous le titre :

« *Use of a qualified pulsed magnetism device for treating pain* »

au congrès "BioElectroMagnetics 2005", BEMS/EBEA, à Dublin, les 19-24 Juin 2005

RÉSUMÉ

Les CMP, Champs Magnétiques Pulsés, sont évalués pour l'anti-douleurs depuis plus de 20 ans en Europe de l'Est. Les effets de l'exposition aux CMP incluent: vasodilatation sanguine, analgésie, anti-inflammation,... La base du mécanisme comprend quatre points biophysiques: le champ induit, le courant induit, le métabolisme des ions et la force de Lorentz. Cette dernière, par son action avérée sur l'ion messager calcium et sur sa densité intracellulaire, ainsi que par son action sur les canaux membranaires, explique partiellement l'analgésie. La variation de l'hydratation et celle des composants cellulaires sous l'influence des CMP intervient également et contribue par ailleurs à rehausser le potentiel membranaire. Si un effet anti-douleur par CMP peut être obtenu pour des inductions modestes, pour traiter la douleur arthrosique, on a du dépasser certains seuils de force d'induction, auxquels se sont ajoutés également des choix des fréquences et de forme des pulsations magnétiques.

Les évaluations antérieures de référence ont concerné principalement: l'arthrite, les blessures, les douleurs dentaires, les arthrites de hanche, les maux de tête, l'ostéoarthritis, l'ostéochondrose, l'ostéoporose, la spondylite ankylosante, etc. L'étude transversale menée à la Consultation « Douleurs » du CHG Soissons, dans le cas des CMP par Héliomagnéto, a concerné les soins de longue durée contre la douleur arthrosique devenue chimio-résistante. Sur 17 patients volontaires la variation de la douleur a été évaluée par les classiques échelles EN, EVA et EVS, associées à un questionnaire douleur. La méthode de soins a consisté à ajouter à la thérapie classique, l'application en *loco dolenti* de CMP dotés d'une qualité « *solaire* » du signal. Il a été obtenu 14 réussites et 3 échecs, soit 83 % d'efficacité.

Mots-clés : CMP, Champs Magnétiques Pulsés, Thérapie par CMP, Ca⁺⁺ & membranes

ABSTRACT

The Anti-Pain PMF, (Pulsed Magnetic Fields,) have been studied during more than 20 years in Eastern Europe. The effects of treatment appear to be: blood capillary vasodilatation, analgesic action, spasmolytic activity, anti-inflammation, etc. The basic mechanism include four biophysical points : the induced field, the induced current, the metabolism of the ions, and Lorentz force. This last, by its established action on the ion messenger calcium and on its intracellular density, as well as on the membranes channels, partially explain the analgesia. The hydration and volume variation, and these of some cell components, under the influence of the PMF, contributes to enhance and to re-establish the membrane potential otherwise. A relief of pain can be gotten for modest inductions values. But the arthrosic anti-pain effect has been put in evidence while passing level thresholds for pulsed induction. A tie appears also between the choices of frequencies and the shape of the magnetic pulsations.

Previous reference assessments were mainly concerning : Arthritis, injuries, dental pains, hip arthritis, headaches, osteoarthritis, osteochondrose, osteonecrose, osteoporosis, ankylosing spondylitis and osteoarthritis. The transverse survey led to the Anti-Pain Consulting of Soissons Hospital, France, in the case of the "*Héliomagnéto*", concern the long time treatment against the drug-resistant arthrosic pain. With 17 voluntary patients, the variation of the pain has been valued by the classic scales DS , VAS and VS, associated to a pain questionnaire. The method of care associate the classic therapy with an application of CMP in *loco dolenti*, offering a "*solar*" quality of the magnetic signal. Meaningful results are 14 successes and 3 failures, either 83% of efficiency.

Key-points : PEMF, PMF, Pulsed Magnetic Field Therapy, Ca⁺⁺ and membranes channels

Une approche de l'Anti-Douleur par Champs Magnétiques Pulsés

(Mécanismes, Evaluations, et Expérimentation dans le cas de l'Héliomagnéto.)

A/ Les mécanismes possibles

Contexte historique

En 1993, le médecin et physicien tchèque L Navratil (1) indiquait que la fréquence optimale des CMP, (les Champs Magnétiques Pulsés,) émis par une classe d'appareils soignant des conditions inflammatoires chroniques douloureuses de l'appareil locomoteur, lui semblait devoir se situer entre 10 et 25 Hertz. Puis en 1994, J Jerabek, (2) médecin et physicien, inventeur en 1980 d'un appareil à CMP, énonça qu'en Tchécoslovaquie les CMP sont expérimentés depuis maintenant plus de dix ans et qu'ils se montrent efficaces pour traiter nombre d'affections rhumatismales, (ainsi du reste que pour la sinusite, l'énurésie et les désordres ischémiques des extrémités inférieures). La même année, le russe V.I. Kovalchuk (3) rapporta l'essai d'un appareil à CMP, de marque Tammat, effectué sur un groupe de 650 patients souffrants de diverses pathologies. Il indiqua que sur une moyenne de 25 séances de 20 minutes, une amélioration intervient généralement dès la 2-3^e séance. Cette amélioration des patients correspond à des effets qui se produisent d'une manière relativement ordonnée. Ces effets seraient selon lui d'abord analgésiques, puis anti-inflammatoires, anti-tumeurs et de rehausse immunitaire.

Les effets observables

Une telle graduation des effets d'amélioration ressort également de la documentation tchèque (4) de 2003, proposée autour de l'utilisation des appareils Unimag et Theramag. En résumant ce qui est maintenant connu en Tchéquie, la réponse physiopathologique aux CMP paraît correspondre à la succession d'effets suivants : vasodilatation capillaire, analgésie, anti-inflammation, activité spasmolytique, accélération des guérisons, activité anti-oedémateuse. Et d'ailleurs en 1994 le russe A Zaslavskii (47) et al, a indiqué que le traitement des athlètes olympiques russes au moyen des CMP montre une amélioration de l'hémodynamique et de la microcirculation générale, avec production d'effets anti-inflammatoires et analgésiques.

Puis les textes présentés lors des congrès européens de Bio-Electro-Magnétique, (BioEM), de 1992 à 1997, ont mis à jour que l'analgésie par physiothérapie à CMP corrèle avec les phénomènes suivants : Sur une base d'activation ionique péri-membranaire que l'on va détailler plus loin, les processus enzymatiques et les transferts métaboliques au niveau cellulaire sont accrus, tandis qu'un phénomène de vasodilatation sanguine capillaire de la zone exposée aux CMP s'associe avec une moindre coagulation du sang. Il s'ajoute à ceci, d'autres mécanismes pouvant concourir à la possibilité de réhabilitation durable des tissus, (en ostéoarthrite articulaire, spondylite, ostéochondrite, tennis-elbow, algo-neuro-dystrophie, spondylite ankylosante, etc.).

Quatre points bien admis sur la mécanique biophysique des CMP

Le mécanisme de l'action du magnétisme pulsé a fait l'objet d'une description dans une conférence de consensus (5) qui s'est tenue à Bologne le 11 juin 1997 dans le cadre d'un symposium international, sur « Champs électromagnétiques et guérison osseuse ». Cette conférence avait pour objet : « L'utilisation de la stimulation électrique ou magnétique pour

l'orthopédie et la traumatologie ». Il y a été tout d'abord fait rappel de quatre points de bio-physique élémentaire sur les champs et courants électrobiologiques :

- 1/ L'application externe d'un champ magnétique dont l'induction B est variable, (possible sans contact de l'organisme, donc possible en particulier à travers les vêtements des patients,) induit dans le tissu organique exposé un champ électrique E .
- 2/ Qu'il soit naturel ou induit, la présence d'un champ électrique E , en V/m , dans un tissu biologique de section S , en m^2 , implique la circulation d'une densité de courant électrique*¹, d_i , mesurable par exemple en $\mu A/cm^2$.
- 3/ Dans l'organisme, le courant électrique, naturel ou induit, est en fait un courant ionique. C'est donc un flux d'ions qui présente une forme de circulation moyenne dans le milieu biologique aqueux où il est. Correspondant à une densité de courant, ce flux ionique peut être généré, ou soutenu, par les systèmes cellulaires de transports d'ions ; ceci implique naturellement une dépense d'énergie métabolique*².

¹ Trois exemples d'échelle de la densité de courant dans l'organisme: L'activité naturelle du cerveau ou du cœur implique une densité maximale de courant bioélectrique de $0,4 \mu A/cm^2$. Par ailleurs, une densité induite de 2 à $20 \mu A/cm^2$ est considérée comme optimale pour la stimulation de l'ostéogénèse. Enfin une pulsation magnétique de 150 Gauss crête, 100 Hz, induit théoriquement environ $6,5 \mu A/cm^2$ crête, pour un tissu aqueux moyen ayant une bio-impédance de 150Ω . Cette valeur de d_{im} découle de l'application de la formule $B_m \cdot \omega = R \cdot d_{im}$. En réel, il y a parfois plus de résistivité R et moins de courant induit d_{im} : Ainsi K Wake & al, (6) Tokyo 1997, ont mesuré seulement $0,3 \mu A/cm^2$ dans la rétine sous l'influence d'un CMP de 100 Gauss, 20 Hertz.

² Si la densité de courant fait varier la concentration en ions, elle suscite une variation de la *pression osmotique* ; or pour soutenir l'équilibre de pression, la différence de gradient entre la composition ionique du milieu intracellulaire et du milieu extra-cellulaire est maintenue par des *pompes ioniques*. Ces pompes qui sont situées de la membrane, consomment de l'ATP, laquelle s'hydrolyse en libérant de l'énergie métabolique.

● 4/ Si ce courant d'ions provient d'un champ électrique E induit, il peut être du aux pulsations d'un champ magnétique variable. Dans ce cas chaque ion du courant induit est soumis à la force électromagnétique de Lorentz f_L . Cette force a une composante électrique f_{LE} et une composante magnétique f_{LM} et ces deux composantes ont des effets différents :

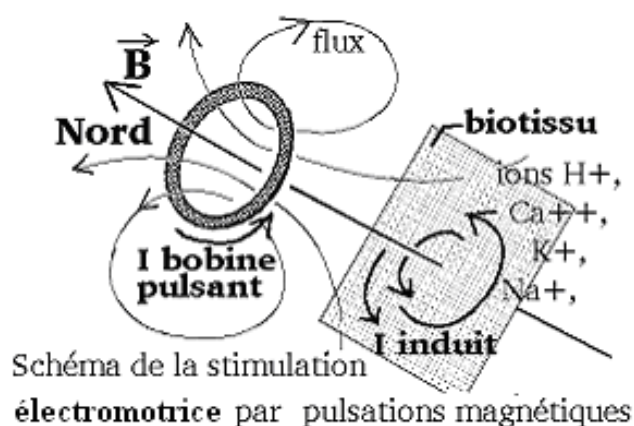
La force électromotrice E et la stimulation électro-tissulaire induite

La composante électrique f_{LE} de la force de Lorentz est attachée à la classique « *force électromotrice* » des physiciens. Historiquement, le milieu hospitalier Japonais des années 70-80, autour de K Nagakawa (7), médecin-directeur de l'hôpital Isuku de Tokyo, s'était tout d'abord basé sur cette classique *force électromotrice E* pour expliquer l'effet thérapeutique du magnétisme pulsé, à partir de la stimulation tissulaire par mise en circulation d'ions:

On sait que ces *pompes ioniques* sont de deux sortes principales. Il y a celles qui maintiennent les ions Na^+ en dehors du, et les ions K^+ dans le, secteur intracellulaire. Et il y a les pompes qui expulsent le Ca^{++} du cytoplasme et maintiennent une concentration très basse. Mais lorsque la dépolarisation atteint localement 10 à 15 mV, il est admis que les ions Na^+ peuvent pénétrer à travers les *canaux sodiques* voltage-dépendants, ce qui amplifie la dépolarisation jusque vers une pointe de 35 mV avec basculement vers une rapide repolarisation. On sait que lorsqu'elle est pré-synaptique, cette dépolarisation crée un influx d'ions Ca^{++} dans la cellule ; cette remontée de concentration suscite une fusion permettant de libérer un neuromédiateur dans la fente synaptique.

Il y a de plus dans la membrane des *transports couplés* qui assurent un mouvement d'ion à partir de l'énergie de gradient d'un autre ion ; ces transports permettent à la cellule de récupérer les molécules nécessaires à son métabolisme. Et donc finalement, qu'il s'agisse des pompes ou des transports couplés, la nécessaire énergie de gradient provient de, et est maintenue en fait, par l'hydrolyse de l'ATP. La stimulation du milieu tissulaire par l'exposition à des *ondes de champ EM spécifiques*, va donc forcer la cellule à une plus ou moins grande *dépense d'énergie métabolique*, (pour déplacer diversement les ions.)

On sait que le flux magnétique Φ à travers une surface S , est de la forme $\Phi = B.S$. Lorsque l'induction B varie rapidement d'intensité, le flux Φ varie rapidement lui aussi et il apparaît une force électromotrice qui découle d'un champ électrique $E = \Delta\Phi / \Delta t$, mesurable en Volts/mètre. Cette force $f_{LE} = q.E$, fait bouger et circuler les ions de charge q et elle suscite donc l'apparition d'une densité de courant électrique induit d_i .



Dans la mesure où le champ induit E vaut au plus quelques centaines de Volts/mètre, il reste infime par rapport au champ E_m propre à la membrane et qui est normalement considérable. Le champ membranaire se tient en effet au sein d'une épaisseur bilipidique moyenne e de l'ordre de 10^{-8} m, en subissant une tension électrique de l'ordre de 10^1 V. Ces valeurs font que le champ $E_m = V/e$, existant naturellement à travers la membrane et assurant la différence de gradient ionique, est de l'ordre de 10 millions de Volts/mètre. Dès lors la force f_{LE} provenant de la stimulation magnétique n'a pas par elle-même d'importance directe vis-à-vis des pompes et transporteurs des membranes.

De plus, sur le plan thermique, l'échauffement dû à la composante électromotrice f_{LE} reste plutôt dérisoire. Ainsi on peut calculer qu'avec par exemple $6,5 \mu A/cm^2$ circulant dans 150

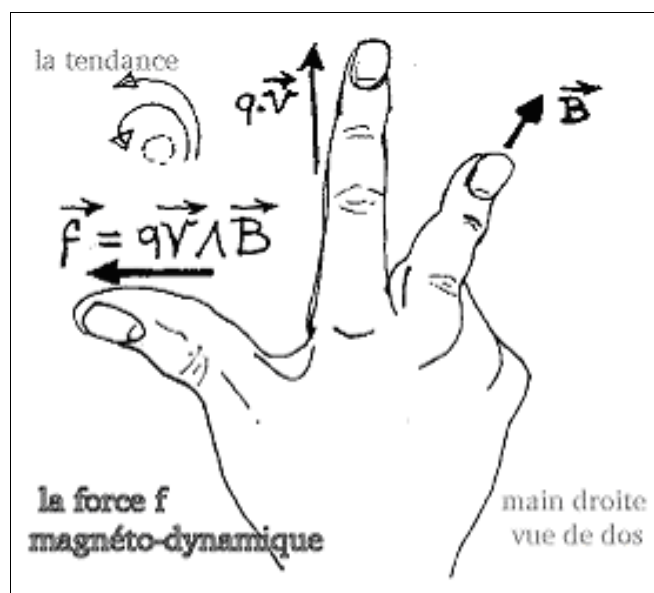
Ω/m^2 , la puissance thermique est au maximum : $p_{tm} = 0,63 \text{ Watt}/m^2$; cette valeur est thermiquement négligeable à l'échelle de la régulation thermique possible par un organisme humain adulte, puisque celui-ci rayonne normalement de l'ordre de $100 \text{ Watt}/m^2$ de peau.

Il reste toutefois l'autre composante de la force de Lorentz, la force magnéto-dynamique ; elle semble se traduire par une bio-activité plus efficace, notamment contre la douleur :

L'engourdissement de la douleur par la composante magnéto-dynamique f_{LM}

Sous l'effet d'un champ magnétique pulsant, la seconde composante de la force de Lorentz, la composante magnéto-dynamique, devient très présente au voisinage des récepteurs nociceptifs épidermiques. Sous l'effet de cette *force* f_{LM} , il se produit là des petites déviations en boucle des courants ioniques et des ions sur eux-mêmes, ceci dans la mesure où les ions sont déjà en mouvement à vitesse v , avec un peu de liberté de mouvement dans les espaces aqueux au voisinage des membranes.

On visualise facilement la force magnéto-dynamique f_{LM} , dans le cas le plus simple, à l'aide des trois doigts de la main droite tenus perpendiculaires. Dans cette image, on a la force f qui sort du pouce, le courant de déplacement normal $q.v$ de l'ion qui remonte l'index, et l'induction B sortant au bout du majeur. (En raison du produit vectoriel qui la définit, la force f_{LM} est bien entendu nulle lorsque l'induction B est parallèle au déplacement de l'ion.)



La force magnéto-dynamique f_{LM} se formule vectoriellement selon : $f_{LM} = qv \wedge B$. Cette formule indique que le vecteur vitesse v de l'ion va se trouver dévié en rond, selon une normale au vecteur d'induction magnétique B . La force f_{LM} tend donc à faire tourner l'ion, à gauche puis à droite de sa trajectoire, en fonction du champ magnétique de nature variable, alternative ou pulsante. Et ceci se passe avec un certain entraînement de l'eau d'hydratation qui se trouve accrochée aux cations. Il est probable que de tels volumes tournants-alternants puissent susciter facilement une modification de la circulation dans les pompes et les canaux. Ceci peut s'appliquer à l'inhibition sélective de l'entrée du Na^+ externe aux terminaisons libres amyéliniques, lors du passage de la dépolarisation. Les effets toupie, les mouvements ioniques en rond engendrés par cette force, semblent donc pouvoir affecter la perméabilité membranaire, de manière *sélective* et polarisée, selon les moments magnétiques et les couches d'hydratation des ions.

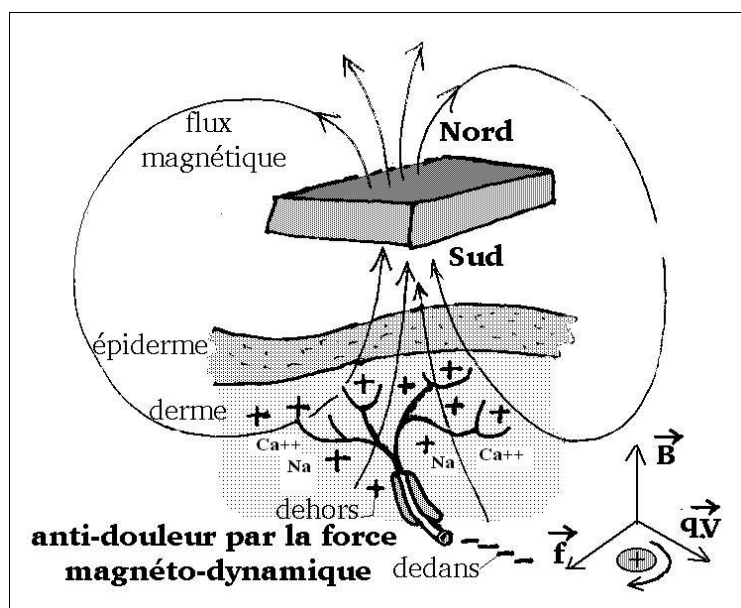
Ion	Moment magnétique (en magnétrons n.)	Moment magnétique (en joule/Gauss)
H ₁ ⁺	2,79	1,41.10 ⁻³⁰
H ₂	0,86	0,432.10 ⁻³⁰
Na ₂₃ ⁺	2,22	1,12.10 ⁻³⁰
Cl ₃₅ ⁻	0,82	0,41.10 ⁻³⁰
K ₃₉ ⁺	0,39	0,20.10 ⁻³⁰

Les principaux ions, tels que Na⁺, Ca⁺⁺ et K⁺ ont des moments magnétiques propres, d'une part, et une épaisseur d'hydratation propre, d'autre part. Dès qu'ils font la toupie avec entraînement d'eau tournante accrochée, en oscillant sous l'action de la force f_{LM} , leur passage dans les canaux ioniques diffère (lors des moments de dépolarisation dus au potentiel d'action.) Ceci vaut typiquement pour la sodium Na⁺ qui se trouve à l'extérieur des petites fibres AδC. Ayant un fort moment magnétique et par nature beaucoup d'eau accrochée à lui, son transfert peut être freiné là par la force f_{LM} .

D'autre part dans le cytoplasme, les pulsations de mouvement ionique, sous l'action de la force de Lorentz, suscitent finalement un rééquilibrage du gradient ionique ; par conséquent le potentiel membranaire est poussé vers une restauration.

Il est bien admis que le potentiel de repos de la cellule saine est de - 70 mV, que celui d'une cellule lésée ou malade s'affaiblit et se tient vers - 30 mV et enfin celui de la cellule d'un tissu en inflammation atteint 110 mV. Ce faisant, les CMP agissent de manière sélective sur les cellules des tissus lésés douloureux, stimulant les écarts ioniques du potentiel de membrane : L'équation générale de l'hydrodynamique considère que l'accélération des densités ioniques est égale à celle de la force f_{LM} , diminuée du gradient de pression osmotique et augmentée d'un terme de vitesse de diffusion des concentrations selon viscosité. De la sorte la présence rythmique de la force de Lorentz agit sur les densités ioniques et peut ainsi susciter une

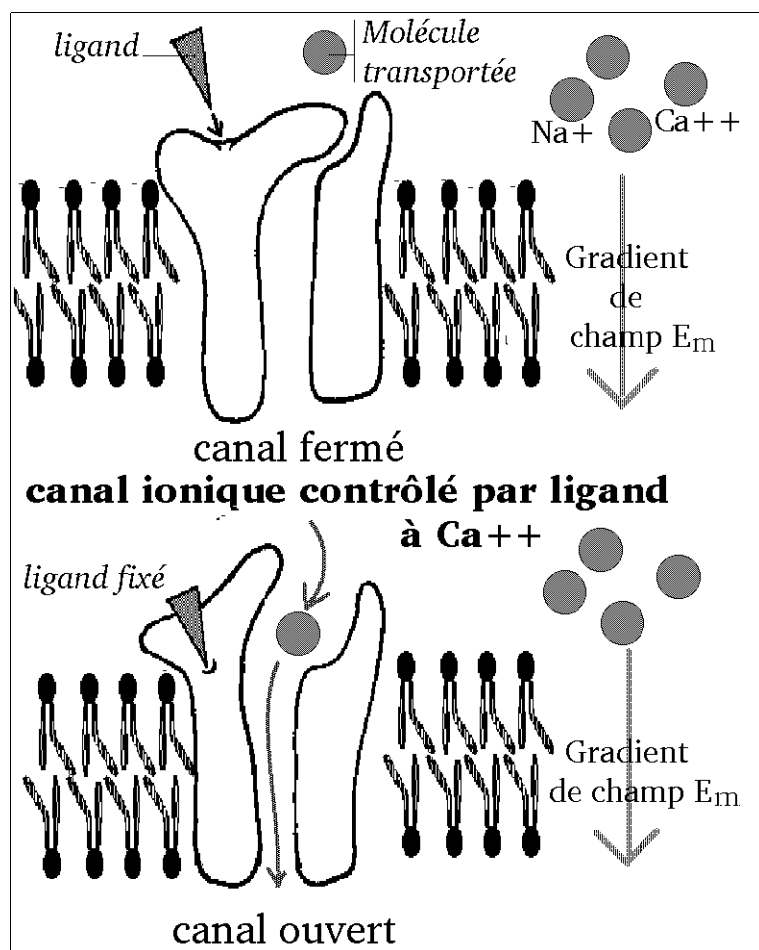
moindre douleur (en freinant sélectivement les passages de signaux nociceptifs via les ions Na^+ et Ca^{++}), ainsi qu'une tendance à la restauration (du potentiel cellulaire).



Outre l'action supposée du Na^+ au niveau des récepteurs nociceptifs, action en fait encore partiellement inconnue aujourd'hui, il y a, de manière plus connue la dynamique des ions calcium, Ca^{++} et les cascades s'ensuivant. La force f_{LM} intervient sur les ions calcium par mise en rotation par rapport au mouvement normal des ions et résonance en fonction de la structure de l'hydratation ionique. Elle intervient ainsi sur les récepteurs membranaires, notamment au niveau des ligands dont l'attachement assure l'ouverture des canaux.

De la sorte, au vu des connaissances scientifiques en 1997, un point majeur du consensus relatif à la stimulation BioElectroMagnétique apparaît ici:

Le principal site d'action de l'électromagnétisme pulsé se trouve au niveau de la membrane cellulaire, avec en ce lieu une action particulière sur les récepteurs à Ca^{++} et sur les canaux.



Le rôle dans les canaux ioniques des cations Ca⁺⁺, sous l'influence des CMP, a été analysé dès 1992 par Bianco (10, 11). Celui-ci rappelle que le déplacement des ions et atomes des protéines sont induits en particulier par des ions messagers actifs dans les replis et crevasses des protéines. La dynamique des ions messagers peut être décrite selon le modèle Langevin-Lorentz. Pour ce faire, on admet que la crevasse de la protéine est hydrofuge ; elle repousse donc l'eau solvante et démonte loin les coquilles d'hydratation des ions messagers. Il est pris alors en compte le déplacement tridimensionnel des atomes de la protéine, induit par l'ion messager présent dans la crevasse, sous l'influence des CMP. Aujourd'hui, en 2006, un tel énoncé s'enrichit bien entendu de l'apport de P Agre et R Mac Kinnon, (prix Nobel de chimie 2003) ; cet apport comprend les avancées de Mac Kinnon sur les mécanismes des canaux à ions et la découverte du mécanisme des canaux à eau, par Agre.

Le canal à eau s'avère être une protéine membranaire qui fonctionne de manière coordonnée et qui a été nommée *aquaporine*. Agre a montré que les liposomes artificiels deviennent perméables à l'eau si on y implante de *l'aquaporine* ; et il a également mis à jour que le fonctionnement, dépendant de la structure tridimensionnelle, agit par effet électrostatique sur les dipôles H₂O.

L'inhibition des nociceptions, via l'action des CMP sur l'eau cellulaire

L'action du magnétisme pulsé sur les récepteurs à Ca⁺⁺ peut être mise en regard des données déjà bien mises en évidence pour la relation du Ca⁺⁺ et de divers agents analgésiques naturels cannabinoïdes*³. Mais il y a autre chose aussi : L'apport de Agre renforce l'idée selon laquelle il est également utile de considérer l'action des CMP sur l'hydratation des cellules lésées, notamment sur l'eau liée aux ions et au cytosquelette intracellulaire.

En 1996, SN Ayrapetyan (9), d'Erevan, a indiqué que le volume d'une cellule d'un tissu lésé change en relation avec la variation du métabolisme et de l'activité ; il va dans le sens d'une hydratation liée accrue, corrélant avec une inhibition relative des pompes sodium-potassium ; c'est cela ce qui fait que le potentiel membranaire d'une cellule affectée tombe vers - 30 mV.

³ L'expérience montre que l'action des CMP, (Champs Magnétiques Pulsés,) suscite et favorise les éléments du système immunitaire, ce qu'on peut retrouver aussi en pharmacologie. Ainsi M Bouaboula & P Casellas, (13), indiquent que les ligands cannabinoïdes endogènes sont produits à raison d'une augmentation du Ca⁺⁺ intracellulaire dans différents tissus et en particulier dans le SNC, avec modulation des neuro-transmetteurs ; il n'y aurait donc pas si loin entre le mécanisme d'action du magnétisme pulsé et l'action d'une substance cannabinoïde affectant les récepteurs CB1 (SNC/ Effets psychotropes) et CB2 (Système immunitaire / Immunomodulation).

Si la cible première des CMP est en fait la structure de l'eau liée, les cellules malades en tirent un profit prioritaire, alors que les cellules saines (avec leur potentiel membranaire de l'ordre de - 70 mV,) y sont beaucoup plus transparentes. Ayrapetyan a contrôlé cette hypothèse, au niveau des remontées de Ca^{++} , des nucléotides intracellulaires, des ouabains récepteurs*⁴ et de la composition lipidique. Il ressort de son étude que le traitement magnétique, qu'il soit magnétostatique ou par CMP, fait décroître l'eau cellulaire liée et réduit les écarts de ces divers paramètres, ce qui revient finalement à rehausser le potentiel de membrane.

Les trois modèles mathématiques relatifs aux résonances du champ

L'exposition d'un tissu à un CMP fait se déplacer les ions sous l'influence de la force de Lorentz, avec une dictée d'ensemble dont l'effet résultant affaiblit chaque force ionique endogène. Toutefois, dans de nombreux cas, la force de Lorentz issue des CMP est bien plus faible que celle de l'agitation thermique à 37 °C. Pourtant elle parvient aisément à produire l'effet thérapeutique recherché. Pour expliquer ceci, Pilla et al (12) ont postulé que les CMP induisent peu à peu un mouvement de précession. Cette précession opère à une certaine fréquence, dite fréquence de Larmor, dans l'eau liée formant des couches d'hydratation autour des ions ; elle y produit, à travers les dipôles ($H^+ _ O^-$), un effet diélectrique instantané, ce qui affecte la trajectoire des ions. Le modèle de Larmor permet de prédire un effet ionique à partir de 1 à 10 mG, - alors que pour produire ce même effet, une force de Lorentz limitée

⁴ Le ouabain est un alcaloïde qui intervient dans le transport actif transmembranaire. Il peut inhiber la pompe Na-K du côté externe, entrer en compétition avec le K, ou inhiber une enzyme connue pour dégrader l'ATP.

localement à un ion requiert, pour dépasser le bruit thermique, de 10 à 10^{11} Gauss*⁵ (selon l'état d'hydratation de l'ion.)

Ainsi, il apparaît possible que le mécanisme de réceptivité aux CMP des récepteurs membranaires cationiques soit en fait *un mécanisme de résonance* des structures de l'eau liée, avec un mode de précession qui concerne toute la zone tissulaire lésée exposée.

Plus généralement, le consensus BioEM de 1997 observe l'existence de trois classes de *modèles mathématiques* servant à expliquer l'effet de modification d'état du tissu biologique, à partir d'ondes magnétiques pulsées. Ces trois modèles sont : 1/ *la résonance iono-cyclotronique*, 2/ *l'interaction ligand-récepteur* (avec donc une résonance structurale) et 3/ *la résonance stochastique*.

Les deux premiers modèles ont été bien étudiés, en théorie comme en pratique et ils répondent bien à la vérification scientifique expérimentale. Bianco et Chabrera 1992 (10) l'ont montré pour le calcium Ca^{++} et le lien *ligand-récepteur*. Liboff 1991, (14), l'a exposé dans le cas du sodium Na^+ , véhiculé selon le modèle de *la résonance iono-cyclotronique*.

Toutefois, pour la compréhension de soins cliniques s'appliquant à un organisme souffrant complexe, *le modèle de la résonance stochastique*, modèle qui met en jeu la qualité du signal et son effet cumulatif, peut s'avérer préférable. Ainsi F Moss (49) & al de St Louis, Missouri, 1997, rappelle *que la résonance stochastique* est un processus à comptage intuitif où une force aléatoire nommée « *le bruit* » peut aider à la détection et à la transmission de l'information cohérente. Il indique que ce processus a été bien observé dans des systèmes non-linéaires tels que les neurones sensitifs. (Il ajoute que dans de tels systèmes, la coopération des éléments interconnectés intervient et peut amplifier l'effet, à travers un accord de phase, ainsi qu'il a été montré dans le cas de la sensibilité magnétique du requin.)

⁵ Pour fixer l'échelle, il est rappelé que l'induction totale du géomagnétisme naturel est de l'ordre de 0,5 Gauss.

Les seuils anti-douleur et les fréquences

En admettant que grâce à une résonance, un effet ionique puisse être mis en évidence à partir d'une induction pulsée de 1 mG, il n'en reste pas moins que les effets analgésiques des CMP requièrent que la valeur de la force d'induction appliquée dépasse des seuils, si l'on veut avoir des résultats qui se généralisent et qui prennent un caractère durable.

Le travail préalable mené à l'hôpital de Soissons a été de faire croître progressivement au fil des mois la force d'induction des impulsions thérapeutiques appliquées au sein même des tissus douloureux des patients. Le résultat a été que, pathologie douloureuse par pathologie douloureuse, la proportion de patients satisfaits s'est mise à augmenter par bonds.

Selon la conclusion de cette pré-étude empirique, il convient que l'induction-crête (au cœur vide de la bobine) parvienne à dépasser les 150 Gauss, pour commencer à agir valablement contre les douleurs arthrosiques des patients devenus résistants aux médicaments. Donc les résultats « satisfaisants » indiqués par l'art antérieur comme accessibles à l'aide d'appareils à CMP propageant entre 1 et 30 Gauss, concernent plus probablement d'autres pathologies..

Les évaluations antérieures des CMP et les notices des fabricants sont parfois discrètes sur les valeurs d'inductions effectives mises en jeu dans les traitements exemplaires; mais l'attention est toujours portée par contre sur les « fréquences » (c'est-à-dire, plus précisément, les « nombres de battements par seconde » adéquats.) Ainsi on a vu que Navratil conseille de traiter diverses pathologies entre 10 et 25 Hertz, tandis que le consensus de Bologne indique que les CMP sont toujours utilisés à de très basses fréquences, choisies entre 2 et 100 Hertz*⁶.

⁶ Techniquement il est difficile de hausser les fréquences des CMP. Il se trouve en effet que chaque pulsation magnétique « moyenne » peut correspondre à une puissance instantanée de décharge considérable ; celle-ci est de l'ordre de 20 kW pour nos machines à Soissons . Le champ pulsé requiert par conséquent une puissance moyenne de charge importante, puissance qui se trouve être directement multipliée par la fréquence. Il est donc difficile et coûteux de produire des

Enfin, comme le suggère le principe de la résonance stochastique, le signal, c'est-à-dire les formes rythmiques des pulsations magnétiques, semblent affecter l'effet de soins recherché. Ainsi pour la réparation osseuse, tous les auteurs cités sans exception signalent l'existence d'un lien direct entre la spécificité des signaux électromagnétiques appliqués et les effets sur les tissus osseux. Ce point est donc important pour le traitement des douleurs ayant une cause mécanique osseuse, en relation avec des pathologies traumatologiques ou dégénératives.

Les appareils à CMP sont nommés des *appareils de soins inductifs*. L'art antérieur, surtout s'il met en jeu des inductions modestes a pu nommer ainsi des émetteurs de radio-fréquences découpées selon de très basses fréquences. En fait les appareils véritablement *inductifs* devraient afficher leur forme d'onde pulsante, leurs rythmes, leurs fréquences et surtout leur force d'induction, en Gauss, ou en milli-Teslas. Mais ce n'est pas toujours le cas et une fraction seulement des évaluations médicales présentées ci-après indique avec précision la fréquence en Hertz et l'induction en Gauss.

B/ Evaluations de l'Anti-Douleur par Champs Magnétiques Pulsés

Le Magnétisme Pulsé est-il généralement « tueur de douleurs » ?

impulsions magnétiques amorties entre 50 et 500 Gauss, autrement qu'à très basse fréquence.

Depuis le début des années 80, des appareils à fréquences électromagnétiques pulsées ont été évalués médicalement dans différents pays, pour le traitement anti-douleurs de diverses pathologies douloureuses, ainsi que pour la réparation osseuse. Dans son étude de 2003, intitulée sur: « *Le magnétisme anti-douleurs, une approche électrobiologique* », JMP Le Chapellier, (15), indique que sur 45 évaluations médicales occidentales de dispositifs à ondes Electro-Magnétiques anti-douleurs, 9 concernent tout spécialement l'efficacité des Champs Magnétiques Pulsés à très basse fréquence. Pour resserrer une conclusion sur ces dernières évaluations, il a repris celle du professeur K Trnavsky, (16), de l'Arthrocentrum de Prague. À l'aune de son expérience, celui-ci en 1997 déclara que le magnétisme pulsé est « *tueur de douleurs* », au moins dans le cas des maladies dégénératives de l'appareil locomoteur.

Le magnétisme pulsé apparaît comme une thérapie non-invasive. Assez largement dénuée de contre indications*⁷, cette thérapie permet de traiter un patient qui est confortablement installé et qui reste éventuellement tout habillé*⁸. Les évaluations antérieures indiquent que le magnétisme pulsé, appliqué seul ou en bonne association avec les traitements classiques, permet d'obtenir un bon à total affaissement de la douleur pour les pathologies suivantes :

⁷ A titre de contre indications exemplaires, le professeur Trnavsky exclut absolument des soins par CMP, pour différentes raisons : les femmes enceintes, les porteurs de pace-makers, les hyperthyroïdiens, les surrénales-perturbés, les myasthenes gravis, les états hémorragiques surtout internes, les tuberculeux actifs, les viraux aigus, les malignités y compris dans l'anamnèse, les psychoses et les désordonnés psychiatriques. Et il a ajouté à ceci d'autres contre indications plus relatives, cas par cas.

⁸ Quelle que soit la posture du patient, assis ou couché, la technique tchèque peut mettre tout le rachis du patient à baigner dans le CMP, car elle utilise des applicateurs faits de couvertures épaisses dans lesquelles sont les circuits de cuivre souple assurant la production du CMP, ce qui permet d'emballer l'organisme dans le champ ... dont la force d'induction reste alors modeste !

arthrite, blessures douloureuses, douleurs dentaires, douleurs de hanche, maux de tête, ostéoarthrite douloureuse, ostéonécrose, ostéoporose douloureuse, prostatite chronique, spondylite ankylosante et éventuellement arthroses.

Arthrite

En exposant des rats pendant 3 heures à un champ M, 50 Hz, il a été montré par Y Mizushima & al, 1975, une inhibition significative d'une inflammation artificiellement produite et une suppression d'*arthrite*.

VD Grigorgeva & al, 1980, (18), a étudié les effets des champs magnétiques constants et de fréquence basse sur des patients souffrant d'arthrite rhumatoïde et d'ostéoarthrite. Les champs EBF furent montrés favorables aux patients atteints d'arthrite rhumatoïde aux stades I et II, ainsi que pour l'ostéoarthrite déformante, spécialement poignet, genou et cheville.

De manière plus actuelle, VD Grigorgeva & al, 1995, (19), a évalué l'efficacité des générateurs Polius 1 et Polius 101, émettant 300 à 400 Gauss en Très Basse Fréquence, sur l'état clinique d'*articulations lésées*. Les traitements se firent à raison d'une demi heure par jour pendant 15 à 20 jours et résultèrent en une nette amélioration moyenne.

Blessures douloureuses

B Vukovic-Jankovic & al, 1997, (20), a montré que le magnétisme pulsé, seul ou en combinaison avec la thérapie laser, suscite des effets de guérison des lésions des nerfs périphériques et des blessures, par rapport au lot témoin. Et O Patino & al, 1996, (21), a montré que le magnétisme pulsé favorise nettement la guérison des blessures cutanées des rats.

Douleurs dentaires

V Hillier-Kolarov & al, 1992, (22), indique que la PEMF (Magnétisme Pulsé à Extra-basse Fréquence), à raison de 500 Gauss sous 30 Hz, ½ h / jour, associé au traitement conventionnel, permet une guérison plus rapide de divers problèmes buccaux pour ceux qui reçoivent ce double traitement, que pour ceux qui reçoivent seulement le traitement conventionnel.

Entorse

AA Pilla 1997, (23), a montré que la thérapie par les radio-fréquences permet de réduire plus rapidement l'œdème des entorses de la cheville. Il a effectué pour ceci une étude en double aveugle, avec un lot soumis à placebo, et des séances d'une ½ h.

Hanche (Douleurs de -)

Sur 11 années d'observation, concernant 3014 patients, il a été montré par E Riva Sanseverino, 1992, (24), que le magnétisme pulsé à basse fréquence et à basse intensité se révèle à la longue hautement efficace pour les maladies d'articulation.

Néanmoins l'arthrite dégénérative de la hanche entraîne souvent l'ostéotomie.

Une étude en double aveugle, menée par G Gualtieri & al, 1997, (25), a examiné les effets du magnétisme pulsé sur les prothèses de la hanche qui se détendent. Les résultats montrent un accroissement de la densité osseuse chez 100 % des patients qui ont reçu un traitement PEMF, contre seulement 60 % des témoins. L'auteur énonce que ce résultat suggère que les PEMF suscitent une reconstruction osseuse articulaire, ce que laissaient déjà supposer les travaux de Pilla.

Le Hongrois L Konrad & al, 1996, (26), a examiné les effets du traitement 50 Gauss, 50 Hertz, sur le relâchement aseptique de la prothèse totale de la hanche, 20 minutes par jour, 6 jours par semaines, 20 séances. Le relâchement de la prothèse est le problème le plus commun de l'arthroplastie de la hanche et il en limite le succès à long terme. Il s'ensuit de la douleur,

qui peut être réduite par le magnétisme pulsé. Il n'y a pas grand espoir toutefois par cette voie pour les trop grands relâchements qui ont amené des douleurs sévères.

Maux de tête

L'étude en double aveugle, avec contrôle placebo, menée par O Grunner & al, 1985, (27), démontre que l'utilisation de PMF pour les patients neuropsy. à maux de tête à long terme, en ½ h, a des effets heureux, reconnus par les patients et également visibles sur les EEG.

Les PEMF, à raison de 20 minutes par jour pendant 15 jours, permettent de traiter les patients souffrant de maux de tête chroniques, indique A Prusinski & al, 1987, (28). Les résultats sont d'autant meilleurs, 88% de satisfaits, que les patients se plaignent aussi de tension dans la tête. Les migraineux offrent 60 % de bons résultats, les migraines cervicales 68 % et les maux de tête psychogéniques 60 %.

L'année suivante, A Prusinski & al, 1988, (29), a opéré en soumettant les patients à de grandes bobines émettant du magnétisme pulsé. Sur 90 patients, à raison de 20'/j durant 15 j, le traitement s'est révélé enfin excellent contre les migraines, les maux de tête avec tension et les - cervicaux. Toutefois il y eut échec sur les patients à maux de tête en cluster, ou post-traumatiques.

Les PMF, en 12 Hz, 50 Gauss, sont un bon traitement prophylactique pour les patients souffrant de maux de têtes cervicaux ou de migraines, indique l'étude de J Giczki, 1987, (30). Mais on peut encore baisser la fréquence et la force d'induction. Avec 2 à 5 Hz, 35 Gauss, à raison de ¼ h /jour pendant un mois, l'étude en double aveugle, contrôlée placebo, menée par L Lazar & al, 1987, montre une amélioration chez 66 % des patients exposés, contre 23% chez les témoins.

Ostéoarthrite douloureuse

L'étude en double aveugle, contrôlée placebo, menée par DH Trock & al, 1993, (31), indique que le traitement PEMF a des effets favorables contre l'ostéoarthrite.

L'étude en double aveugle, avec lot placebo, menée par DH Trock & al, 1994, (32), indique que l'exposition au PEMF, 18 fois ½ h, 3 à 5 fois par semaine, a des effets bénéfiques pour le traitement de patients souffrant d'ostéoarthrite douloureuse du genou ou des cervicales.

L'étude en double aveugle, contrôlée placebo, menée par AJ Bollet & al, 1993, (33), indique que le magnétisme pulsé, 5-24 Hertz, 25 Gauss, en 18 séances de ½ h sur 3 à 4 semaines, a des bénéfices significatifs pour les patients souffrant d'ostéoarthrite du genou ou des cervicales.

L'appareil russe *Polus-101* permet des champs magnétiques variables. Ce procédé a été évalué, à raison de séances de 20' / j, 12 séances, en association avec les médicaments. L'Yurkiv, 1996, (34), a montré qu'il y a ainsi une amélioration plus rapide des indices immunologiques et une réduction accentuée des symptômes chez des patients atteints d'ostéoarthrite, en tout cas par rapport aux patients témoins traités conventionnellement.

(Cette question des *champs variables* peut être mise en oeuvre en fonction des fluctuations du champ propre du patient, par exemple en utilisant un modèle de détecteur nommé « *Squidd*. »

On peut aussi faire autrement. Ainsi l'Héliomagnéto-thérapie produit un magnétisme pulsé qui est « *frémissant* », en ce qu'il varie légèrement de part et d'autre du réglage normal, en fonction des variations naturelles de la lumière solaire, au moment même du traitement.)

Ostéochondrose

L'effet du magnétisme pulsé, 50 Hz, 100 à 500 Gauss, associé au traitement conventionnel, a été observé par LL Butenko, 1987, (35). Le traitement était de 20 minutes par jour, durant 20 à 25 séances. Les résultats ont montré un mieux clinique sur l'ostéochondrose spinale, pour 95% des patients, contre 30% chez les témoins.

Ostéonécrose

L'ostéonécrose du col du fémur est améliorée par les CEMP*⁹, indique NS Eftekhar 1983 (36). M Hinsenkamp & al, 1993,(37), (38), indique qu'alors le fait d'associer les CEMP apparaît supérieur au seul traitement chirurgical habituel, car ils contribuent à une amélioration du terrain.

Ostéoporose douloureuse

TW Bilotta, 1989, (39), a montré que l'exposition des patientes souffrant d'ostéoporose douloureuse, à du magnétisme pulsé, CMP, par 20 séances de ½ h, sous 50 à 100 Hz, 50 Gauss. En comparant à un lot de patientes traitées par calcitonine, il montra que cette technique permet de *réduire efficacement la douleur*. Un effet plus complet encore a été obtenu en associant la prise des médicaments conventionnels et le magnétisme pulsé.

G Saveriano et S Ricci, 1989, (40), ont évalué le traitement de l'ostéoporose sénile causant de la *rachialgie*, à l'aide de PMF, 60 Gauss, 50 à 100 Hertz, par 15 séances de ½ h exposant le corps entier. Le résultat est qu'il y a efficacité du traitement.

F Tabrah & al, 1990, (41), a repris le principe de la fréquence 72 Hertz. (Cette fréquence de magnétisme pulsé est d'autant efficace qu'elle se trouve être la 3^e harmonique de l'onde de relaxation naturelle qui est présente, en alfa, autour de 9 Hz.) En l'appliquant 10 heures par jour pendant 12 semaines à des femmes prédisposées à l'ostéoporose, il a obtenu des accroissements significatifs de la densité minérale osseuse dans la partie exposée au champ. Il y a ainsi manifestement possibilité d'agir dans un domaine organique circonscrit.

TW Bilotta 1992, (42), a examiné sur les femmes postménopausées souffrant d'ostéoporose, les effets des PEMF, 20 jours par mois pendant 6 mois, en les combinant avec la prise de 100

⁹ Les CEMP sont des Champs Electro-Magnétiques Pulsés, avec champ électrique associé au champ magnétique, comme dans les ondes radio. Leur évaluation n'est n'indiquée ici qu'à titre d'exemple.

IU par jour de spray nasal de calcitonine. Il a établi que la perte osseuse était ainsi stoppée et qu'il y avait de la masse osseuse en plus par rapport aux patientes recevant les médicaments seulement.

Spondylite ankylosante

Le professeur Karel Trnavsky, MD, Ph D, de l'Arthrocentrum de Prague, (16), a pris en 1997 comme contexte de départ ce qu'il estimait bien établi, à savoir que la magnétothérapie s'avère très souvent avoir un effet « tueuse des douleurs », *au-moins dans le cas des maladies dégénératives de l'appareil locomoteur*. Il se posa alors la question de son application à la *spondylite ankylosante*, la mieux connue des spondylites inflammatoires chroniques. C'est que l'on cherche toujours des techniques efficaces pour traiter cette affection, des techniques éventuellement non-médicamenteuses et pouvant s'associer à la balnéothérapie, déjà indiquée pour cela.

Il a pris un groupe placebo de 14 personnes entre 40 et 60 ans et un groupe traité de 73 patients. Il a utilisé l'appareil « *Unimag* », promu en Tchécoslovaquie en 1980 par J Jerabek, en association avec les soins balnéaires (jet, bain, massage en eau, péloïdes, massage,) appliqués durant 3 semaines. L'applicateur de CMP était une *couverture* (c'est-à-dire avec plusieurs tours de fils de cuivre cousus dans du textile,) appliquée pendant ½ h le long de la colonne des patients.

Les patients exclus de ce traitement par magnétothérapie pulsée ont été:

1/ Absolument: Les femmes enceintes, les porteurs de pace-makers, les hyperthyroïdiens, les surrénales fort perturbées, les myasthenes gravis, les tuberculeux actifs, les malades viraux aigus, les malignancés et les psy.

2/ Relativement: Les malades neurologiques à crises, les mycoses sévères, certaines athéroscléroses, les femmes menstruées, au cas où il y aurait application pelvienne.

Les résultats, par évaluation objective de la mobilité spinale et subjective, par questionnaire, montrent que le CMP par *Unimag* est une thérapeutique additionnelle valable, notamment pour les balnéo-traitements, *principalement pour son effet tueur-de-douleurs*. De plus aucun effet adverse n'a pu être relevé.

Longues rémissions dans le cas de certaines arthroses ?

L'appareil Unimag de J Jerabek (44),

Le premier modèle d'appareil tchèque « *Unimag* », avait un seul applicateur de type JML1. Jerabek 1980 publia les résultats de ses premières expériences sur des *arthroses articulaires* et sur des *syndromes d'algies vertébrales* basées sur des changements dégénératifs de la colonne vertébrale. L'action analgésique des PMF fut obtenue dans 80 % des cas. (Ceci se compare fort bien avec les 83 % que l'Héliomagnéto permet d'obtenir actuellement à la Consultation Anti-Douleur de l'hôpital de Soissons, ainsi qu'il sera détaillé plus loin.)

K Trnavsky indique que les résultats de Jerabek furent confirmés par J Kocian 1985. Celui-ci effectua une étude en double aveugle, et il prouva que l'on obtient avec ce type de magnétisme pulsé de très bons résultats analgésiques sur les *coxarthroses*. Ensuite E Thurzova 1984 et D Valentova 1985 montrèrent une égale efficacité anti-douleur contre les syndromes algiques vertébraux. D'autres confirmations suivirent. Dès 1985 Jerabek savait qu'une certaine *restauration des mouvements vertébraux* était envisageable, ainsi que des périodes de *rémission complète de la douleur*, pouvant atteindre jusqu'à plusieurs années.

Prostatite chronique

L'inflammation chronique de la prostate et de la vésicule urétrale touche de 10 à 15 % des hommes encore jeunes. Elle se caractérise par 3 symptômes: algie, dysfonctionnement sexuel, et irritation. Et ce faisant, par interaction répétée avec la conscience, elle mène assez

facilement le patient jusqu'à la consultation psychiatrique. Très difficile à soigner conventionnellement, cette maladie semble céder remarquablement à la magnétothérapie : L'expérimentation de l'urologue P Navratil, 2002, (45), effectuée avec un appareil Theramag , fabriqué à Novy Byzov, en Tchéquie, a montré qu'en asseyant les patients sur le coussin applicateur durant 20', le périnée ainsi exposé à du magnétisme pulsé à 24 Hz, de manière de moins en moins fréquente, durant deux mois, des changements significatifs dans les problèmes dysuriques et sexuels étaient obtenus. La réduction des spasmes musculo-pelviens se produit alors de pair avec la *réduction des douleurs du bas du dos*. Le magnétisme pulsé est ici encore plus efficace quand les changements dégénératifs fibreux ne se sont pas encore développés. Le magnétisme pulsé, *tueur-de-douleurs*, apparaît encore une fois se combiner très bien avec les soins traditionnels, dont les antibiotiques.

C / Expérimentation dans le cas de l'Héliomagnéto

Objectifs

Durant les années 2000-2004, la Consultation Anti-Douleurs du Centre Hospitalier Général de Soissons a du faire face à la même question générale que dans les autres Consultations : Comment offrir aux patients traités, atteints de maladies dégénératives telles que l'arthrose, et devenant résistants à la chimiothérapie ainsi qu'aux autres traitements classiques, un affaiblissement de la douleur endurée qui soit net et sans effets adverses?

Une opportunité de réponse a surgi progressivement. Elle a été d'essayer des appareils à Champs Magnétiques Pulsés dotés d'un signal d'une certaine *qualité*. Il s'agit d'une *qualité* permettant d'expérimenter une nouvelle technique de soins qui a été nommée dans le service : Héliomagnéto-thérapie. Une telle indication clinique de soins, «l'Héliomagnéto», est un mot qui comporte « Hélio » parce que la source d'énergie solaire utilisée suggère un certain rapport de principe avec l'Hélio-thérapie ancienne, et qui comporte « magnéto » parce que la thérapie réfère à la gamme des techniques de soins par Champs Magnétiques Pulsés, (CMP).

Une fois assuré, par les publications des évaluations antérieures de CMP, que l'Héliomagnéto devait présenter, elle aussi, une absence bien délimitée de risque ou d'effet adverse, il a été possible de définir un protocole de soins expérimentaux par Héliomagnéto. Puis il a été possible d'appliquer expérimentalement cette technique, tout spécialement pour traiter les patients arthrosiques volontaires, du type à qui plus rien ne fait plus rien, - ou presque !

- *L'objectif premier* de cette étude est l'intérêt du patient arthrosique, notamment celui qui est devenu chimio-résistant et qu'il convient de soulager de sa souffrance.
- *L'objectif second* est de confirmer l'efficacité des Champs Magnétiques Pulsés (CMP) à Très Basse Fréquence, dans l'intérêt plus général des autres patients souffrants.
- *L'objectif troisième* est de mettre à jour, si elle existe, une efficacité particulière pouvant être attribuée, ou associée, à la qualité des CMP produits par l'Héliomagnéto-thérapie.

Méthodes de mesures, et de questionnaire, douleur

Le contexte clinique a imposé que l'étude menée sur L'Héliomagnéto Anti-Douleurs soit une étude transversale, basée sur une expérimentation à long terme. Dans ce cadre, les signes cliniques concernant 22 patients volontaires ont été enregistrés tout au long d'un suivi ayant pu aisément dépasser un an. Parmi ces 22 patients, 5 se sont trouvés être des « suivis

psychiatriques ». Ces patients ont été admis à l'Héliomagnéto, parce qu'il n'y avait aucun risque apparent pour eux. Ceci s'oppose aux contre-indications données par Tvarnsky, qu'on ne connaissait pas à l'époque et qui proposent d'exclure fermement les patients à désordres psychiatriques du traitement par CMP de leurs algies à causes physiques. Sans l'avoir voulu, il a ainsi été possible avec ces 5 cas de vérifier le bien-fondé de l'indication de Tvarnsky. Ce qui a été observé avec regrets à la Consultation est qu'on n'obtient avec les « suivis psychiatriques », au moyen des CMP, absolument aucune rémission d'une douleur physique*¹⁰ d'origine arthrosique ou post-traumatique. Ces 5 cas ont donc été rendus à leurs traitements antérieurs*¹¹ et ils ont été exclus de l'évaluation statistique qui se rapporte finalement à 17 patients.

La méthode pour évaluer la diminution de la douleur chez ces 17 patients utilise le consensus médical bien admis sur le couplage d'une Echelle Numérique, EN, vue notamment par le praticien, avec une Echelle Visuelle Analogique, EVA, que peut voir et utiliser le patient pour situer sa douleur. Bien entendu le praticien complète la valeur numérique qu'il obtient par EVA, au moyen d'une EVS (Echelle Verbale Simple), structurée par les items d'un *questionnaire douleur*. A la consultation Anti-Douleur de Soissons, en 2002-2004, le « questionnaire Saint-Antoine » a été utilisé.

¹⁰ Ce fait vérifié montre que l'action physique des CMP ne peut guère se comprendre sans la mise en jeu du SNC, lequel intervient *a minima* à travers le champ électromagnétique propre à l'organisme, puisque ce champ est déterminé dans sa forme et ses potentiels ioniques par le SNC, ainsi qu'il a été établi par RO Becker & al, cités et décrits par Le Chapellier, in chapitre II, § (15).

¹¹ Toutefois les évaluations présentées montrent que certains maux de tête de suivis psychiatriques cèdent au traitement par CMP, selon des fréquences et des intensités adéquates. D'autre part il est connu que les anciens traitements par électro-chocs ont maintenant été remplacés par des traitements plus heureux et non-douloureux, par magnéto-pulsations cérébrales assez intenses.

Comme on le sait, les questions portent sur la douleur vécue, sur le ressenti sensoriel-affectif, ainsi que sur différents facteurs objectifs tels que l'effet de réduction ou de cessation de prise de médicaments, les points de vie quotidienne meilleure, le retour partiel ou complet à l'activité professionnelle, etc. De la sorte, tout en sachant parfaitement que les réponses du patient aux items ne peuvent être additionnés pour effectuer un score global d'amélioration, il reste que les valeurs numériques qui sont utilisées et indiquées par l'EVA pour effectuer l'évaluation statistique de l'Héliomagnéto, ont un arrière-plan digne de confiance.

La méthode thérapeutique et son application

La méthode de traitement est celle de l'application des CMP en « *loco dolenti* ». L'induction magnétique est donc pulsée dans la zone douloureuse de l'espace organique. Elle l'est au moyen d'un applicateur constitué d'une bobine en bois torique dans laquelle du fil de cuivre a été bobiné. Ce fil est relié par un câble souple à l'appareil émetteur des impulsions.

La bobine est comme un cerceau qu'il est possible d'enfiler le long du bras jusqu'à l'épaule, et qu'il est possible également d'enfiler sur la jambe jusqu'au-dessus du genou. De la sorte le flux magnétique intense, émis au cœur vide de la bobine, peut se trouver actif en plein dans la zone lésée et s'appliquer à nombre d'arthroses articulaires des membres. Pour les arthroses cervicales, dorsales et lombaires, la bobine est posée à plat dans le dos du sujet.

Dans la plupart des cas, sur avis du médecin, *la bobine* est mise au contact de la peau, afin que le patient puisse, en plus, profiter de la sensation de douceur et de chaleur agréable que rayonne le bois en fin de séance. La perception motivo-émotionnelle du patient, cette composante importante de l'algie vécue, perçoit ainsi que la pénible sensation de douleur

locale présente en début de séance peut s'estomper et être localement remplacée en fin de session par celle, bien plus agréable, d'une « *douce chaleur* » (ainsi nommé par les patients).

Les réglages comprennent la durée, l'intensité, le rythme et bien entendu les fréquences. Selon la pathologie et le patient, et sur avis du médecin, la séance dure de 20 à 30 minutes.

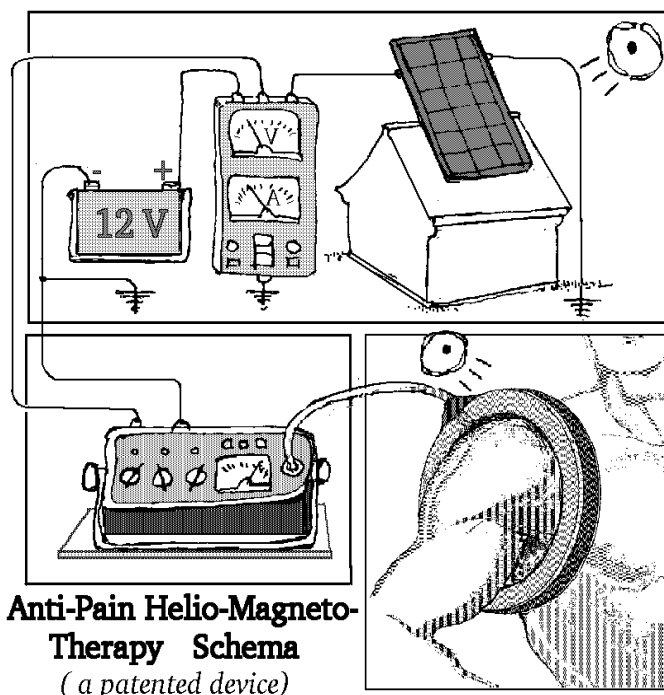
L'intensité maximale de la pulsation magnétique appliquée est généralement réglée pour une induction crête entre 150 et 250 Gauss, pondérée à partir d'un cadran en Volts.

Techniquement, si chaque impulsion est de forme et d'intensité constante, leur rythme est bien entendu à régler par le praticien, selon des trains d'impulsions plus ou moins denses, découpés par des durées de temps morts égales à celles des trains. Il y a ainsi un réglage possible de la fréquence « neurale » (ajustable entre 2 et 22 Hertz) donnant la densité du train, et un réglage de la fréquence « cardia » donnant les durées et les intervalles des trains (ajustable entre 40 et 120 fois/minute).

Un réglage standard en passe-partout s'est avéré praticable dans la plupart des cas, du moins sur le plus simple des deux appareils qui sont en service expérimental à la Consultation. De la sorte, avec le réglage passe-partout, l'infirmière spécialisée a simplement à installer confortablement le patient, puis à installer la bobine, puis à actionner le bouton de mise en marche et enfin à vérifier le bon fonctionnement d'ensemble sur les cadrans.

Techniquement, l'énergie solaire photovoltaïque alimente l'appareil d'Héliomagnéto, à travers une batterie 12 Volts. Pour ce faire, il a été pré-requis qu'un panneau solaire de 80 à 100 Watts crête, ait été installé face au midi, sur le toit du bâtiment. Un réglage variable de l'inclinaison du panneau au fil de l'année, entre 30 et 70 ° sur l'Horizontale, a été une possibilité qui s'est avérée non indispensable ; en effet l'inclinaison importante est celle qui est utile pendant la mauvaise saison, lorsque l'ensoleillement est médiocre tandis que les

douleurs à traiter sont plus fréquentes. Le panneau a donc finalement été calé à l'année vers 65 °/H, (à la latitude 48 ° Nord), ce qui simplifie l'entretien de l'installation.



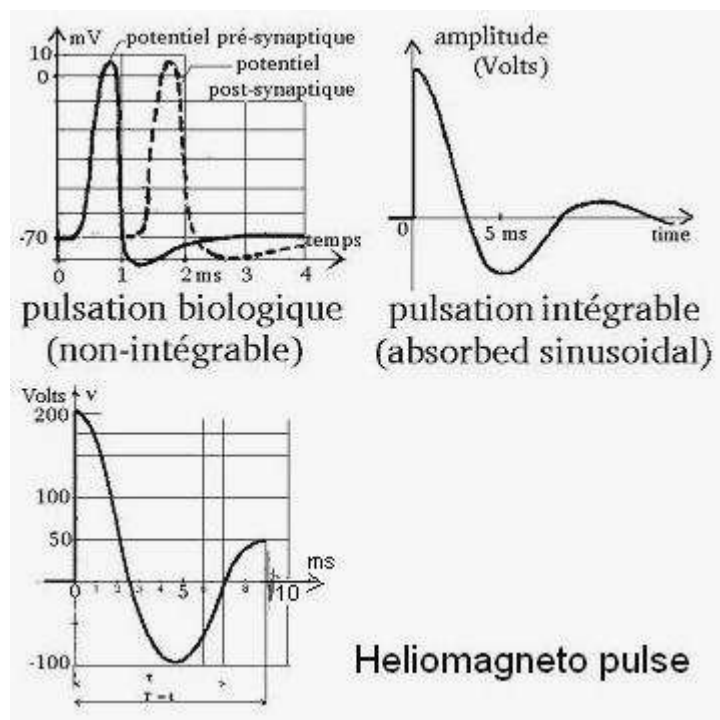
A l'intérieur de la salle de soins, le patient est installé si possible face au midi, donc selon la direction Nord-Sud de la boussole, et installé si possible de façon à profiter du, sinon à baigner dans, le soleil entrant à travers la fenêtre. Le principe est ici, une fois encore, d'orienter favorablement le motivo-émotionnel du patient, à partir du classique support physiologique sensoriel, ondulatoire et naturel, (celui qui est utilisé aussi en Héliothérapie).

Caractéristiques du signal magnétique pulsé

Le signal pulsé selon l'Héliomagnéto a une forme caractéristique qui lui confère une qualité spécifique*¹². Cette qualité correspond à l'effet biologique qui est suscité par la succession des

¹² Naturellement d'autres appareils à CMP peuvent avoir aussi leur propre forme d'impulsion caractéristique, avec une prétention similaire à une qualité spécifique. C'est le cas de l'impulsion de l'appareil d'origine allemande Bemer, et c'est aussi le cas de l'appareil d'origine grec Papimi, (46).

trains d'ondes dont chaque wagon est constitué d'une période exacte de sinusoïde amortie, avec une forme de pulsation proche de celle des « *pulsations naturelles* ». Ces « *pulsations naturelles* » figurent par exemple dans les signaux pré- et post- synaptiques*¹³.



La fréquence propre (de l'onde amortie correspondant à une impulsion selon l'Héliomagnéto) répond à une période d'environ 10 ms ; elle est donc de l'ordre de 100 Hertz. Chaque train d'ondes en comprend de 1 à 11, en moyenne et le plus souvent de 4 à 5, dans la mesure ou la fréquence neurale de 2 à 22 Hz est le plus souvent ajustée vers 9 Hertz ; le découpage autour de 1/2 seconde active, 1/2 seconde de temps mort, est réglé par la fréquence cardia, ajustable de 40 à 120 par minute, moyenne 1 Hertz. Il existe une seconde occurrence de fréquence qui accroît la densité des trains d'ondes. Elle est nommée fréquence ron-ron, ou « *humming frequency* », parce que le ronronnement félin se tient dans la gamme 27-56 Hertz ; sa moyenne

¹³ Bien entendu le signal émis par l'appareil d'Héliomagnéto est un signal selon une onde amortie qui est mathématiquement intégrable, tandis que le signal électrobiologique naturel venant dans la synapse a une forme selon une onde amortie similaire, - mais non intégrable !

d'ajustage la plus fréquente est vers 36 Hertz ; il s'agit de l'harmonique inférieure de la fréquence 72 Hertz qui a été bien établie comme favorable à l'ostéogenèse et à la réparation osseuse ; c'est aussi la seconde harmonique de la fréquence *neurale alfa* de 9 Hertz.

Description et classification clinique

Les pathologies traitées dans le cadre de l'étude descriptive comprennent essentiellement des arthroses, sous différentes formes et localisations. Les douleurs correspondantes aux localisations ont été : cervicales, scapulaires, lombaires, ainsi que d'autres douleurs d'origine mécanique. L'Héliomagnéto-thérapie a été appliquée afin de réduire la nociception excessive qui se présente comme un effet secondaire de l'arthropathie dégénérative.

Résultats statistiques

Les 17 patients demeurant dans l'étude, une fois exclus les 5 patients avec pathologie psychiatrique, se distribuent entre 14 réussites et 3 échecs, ce qui de la manière la plus simple permet d'annoncer un taux de réussite de 83 %. L'expérimentation transversale ainsi menée permet donc de vérifier la faisabilité des résultats obtenus, ou prévus, par Jerabek 1994 contre la douleur arthrosique au moyen des CMP, mais avec une réussite supérieure à 80 %.

Plus précisément les relevés des valeurs d'évaluations douleur sont les suivants : Au début du traitement par CMP / Héliomagnéto, la valeur moyenne de la douleur, notée entre 0 et 10 sur l'échelle EVA, est de 6,54 +/- 1,16. A la fin du traitement, la valeur moyenne de la douleur est de 2,47 +/- 2,59. Dans le groupe des 14 réussites, la valeur moyenne de la douleur passe

de 6,41 +/- 1,17, à 1,34 +/- 0,99. Dans le groupe des 3 échecs, la valeur moyenne de la douleur demeure autour de 7,42 +/- 1,04.

Questions discutées

Dans la plupart des cas, après 25 sessions, étalées sur 8 ou 10 semaines, le traitement s'arrête.

- Une première question critique a alors été posée : « *Est-ce parce que l'efficacité de l'Héliomagnéto sature et décroît au bout d'un certain temps ?* » La réponse est la suivante : Quand la sensation douloureuse diminue et finalement se réduit de manière stable à un niveau très supportable, le patient cesse la dépense (de temps, de transport, etc..) qu'il doit consentir à chaque fois pour venir en consultation et en traitement. Telle est la cause ordinaire de la fin des traitements. Jamais aucune saturation de l'efficacité de l'Héliomagnéto n'a été observée.

- Une seconde question a été la suivante : « *Est-ce que la sorte de source d'alimentation électrique peut jouer vraiment un rôle sur la qualité curative des impulsions ?* » La réponse est la suivante : L'impulsion correspond à un signal et ce signal, par nature, peut véhiculer de l'information. La littérature indique que la classique Héliothérapie offre des ambiances dont les signaux corrélerent avec certains résultats. Mais pour le moment rien dans la littérature scientifique, mis à part le motivo-sensoriel de quelques chercheurs en énergie photothermique et photovoltaïque, n'indique que l'électricité solaire puisse se trouver associée aux valeurs curatives de Héliothérapie. L'hypothèse de l'Héliomagnéto-thérapie est que l'alimentation électrique solaire, associée à un filtrage bioEM judicieux des ondulations parasites véhiculées par le courant électrique solaire, et associée à un minimum d'héliothérapie, peut offrir une meilleure qualité curative du signal. Le dernier objectif de l'étude descriptive qui a été menée vise uniquement à vérifier si l'Héliomagnéto, avec ses hypothèses, son appareillage et son

protocole, peut apporter une meilleure qualité curative anti-douleur, notamment pour les pathologies dégénératives arthrosiques. Il n'y a pas eu d'objectif pour comparer les résultats thérapeutiques entre alimentation électrique secteur et alimentation solaire, ce qui est l'objet d'une étude spécifique. Tout ce que l'on peut dire est que les autres résultats connus de thérapie à CMP l'ont été à partir du courant du secteur.

conclusion

La présente étude descriptive n'a pas de prétention à évaluer. Toutefois elle montre qu'il est possible, comme l'avait indiqué J Jerabek 1992, d'obtenir des résultats anti-douleurs durables dans le cas de l'arthrose, au moyen des Champs Magnétiques Pulsés, CMP. Avec son taux de satisfaction de 83 %, elle montre également que l'Héliomagnéto-thérapie est une technique qui paraît offrir une avancée en CMP, notamment pour les soins des douleurs arthrosiques.

financement

Cette étude descriptive transversale, basée sur des soins cliniques, a été menée sans financement spécifique. Elle a eu pour seul auto-financement ce qu'a permis la bonne volonté de la direction du Centre Hospitalier, ainsi que ce qu'a permis la bonne volonté des membres de la Consultation Anti-Douleur.

Références bibliographiques

- (1) P NAVRATIL, MD PhD, & al, Possible Therapeutic Applications of Pulsed Magnetic Fields, *Cas Lek Cesk*, 132 (19), October 11, 1993, pp 590-594
- (2) J JERABEK, MD PhD, Pulsed Magnetic Fields in Czechoslovakia, - A Review, *Rev. Environ. Health*, 10 (2), April-June 1994, pp 127-134
- (3) V.I. KOVALCHUK Use of extremely low frequency magnetic fields in clinical practice, *Fizicheskaia Meditzina*, 4 (1-2), 1994, p.87
- (4) MODERN MAGNETOTHERAPY, documentation tchèque sur les CMP, Internet 2003, <http://www.magnetotherapy.com/mmal.htm>
- (5) CONSENSUS CONFERENCE, Use of Electrical and Magnetic Stimulation in orthopedics and Traumatology, on the occasion of Int. Symp. Electromagnetic Fields and Bone healing, Bologna, 11 June 1997, disponible sur Internet en 2004, via: www.EBEA.org
- (6) K WAKE & al, Analysis of current density in human head, Tokyo Met Univ, 1997; in: P-21C, Electricity and Magnetism in Biology and Medicine, F. Bersani, U of Bologna, It. 1997.
- (7) K NAKAGAWA Magnetic field deficiency syndrome and magnetic treatment, *Japan Med. Journal*, Tokyo, Déc. 1976
- (8) B VEYRET, Etudes expérimentales portant sur les actions biologiques des radio-fréquences, ENSCPB, Univ de Bordeaux-Talence, comm Internet, via : <http://depris.cephes.free.fr/archives/veyret1991/veyret1911.htm>
- (9) SN AYRAPETYAN & al, On the cellular Mechanism of therapeutic effect of static magnetic field, P-75C, p 37-III de E&M in Biol & Med, 1997
- (10) B BIANCO, A CHIABERA, From the Langevin-Lorentz model to the Zeeman model of EM effects on ligand-receptor binding, *Bioelectrochem.*, Bioenerg., 28: 335-365, 1992
- (11) B BIANCO & al, The state of the science for the Langevin-Lorentz model, P-29B, p 15/III de E&M in Biol & Med, 1997
- (12) AA PILLA & al, A Larmor precession/dynamical systems model allows μ T-Range magnetic Field effects on ion binding in the presence of thermal noise, P-27-C, p 14/III de E&M in Biol & Med, 1997
- (13) M BOUABOULA & P CASELLAS, Récepteurs cannabinoïdes, *Fonctions Cellulaires, Douleur et Analgésie*, 4, 207-211,
- (14) A.R. LIBOFF & al, Search for ion-cyclotron resonance in an Na⁺ transport system, *Bioelectromagnetics*, 12:77-83, 1988
- (15) J.M.P. LE CHAPELLIER, Le magnétisme anti-douleurs, une approche électrobiologique, Service des Soins Palliatifs/ Anti-Douleur, CHG de Soissons, Soissons 2003
- (16) K TRNAVSKY, Experience and results in treating Ankylosing Spondylitis, com., *Arthrocentrum*, Prague, 1997; in : << <http://magnetotherapy.com/action.htm> >>
- (17) Y MIZUSHIMA & al, Effects of magnetic fields on inflammation, *Experientia*, 31(12), Dec 15, 1975, pp 1411-1412

- (18) VD GRIGORGEVA & al Therapeutic application of low frequency and constant magnetic fields in patients with osteoarthritis deformans and rheumatoid arthritis, *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, 4 1980, p. 29-35
- (19) VD GRIGORGEVA & al Therapeutic use of physical factors in complex therapy with psoriatic arthritis, *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, (6), 1995, 48-51
- (20) B YUKOVIC-JANKOVIC & al Peripheral nerve regeneration stimulated pulsating EM field and laser, 2nd world congress for El & Mag in Biol and Med, Juin 1997, Bologne, Italie
- (21) O PATINO & al Pulsed EM fields in experimental cutaneous wound healing in rats, *Journal of burn care rehabil.*, 17(6PT1), 1996, p528-531
- (22) V HILLIER-KOLAROV & al PEMF therapy as an additional therapy for oral diseases, *Europ. Bioélectromagnetics Ass., (EBEA)*, 1st congress, Jan 1992, Brussels, Belgique
- (23) AA PILLA & al Effects of pulsed radio-frequency therapy on edema in ankle sprains; a multisite double-blind clinical study, 2nd Congres for El & Mag in Biol & Med, Juin 1997, Bologne, Italie
- (24) E RIVA SANSEVERINO & al Therapeutics effects of pulsed EM fields on joint diseases, *Panminerva Med.*, 34(4), Oct-Dec 1992, p 187-196
- (25) G GUALTIERI & al The effect pulsed EM field stimulation on patients treated of hip reversions with trans-femoral approach, 2nd world congress for El & Mag in Biol & Med, Juin 1997, Bologne, Italie
- (26) K KONRAD & al, Therapy with pulsed magnetic fields in aseptic loosening of total hip protheses, a perpective study, *Clin. Rheumatol.* Jul 1996; 15(4):325-8
- (27) O GRUNNER & al Cerebral use of a pulsating magnetic field in neuropsychiatry patients with long-term headache, *EEG EMG Z, Elektroenzephalog Verwandte Geb.*, 16 (4), Dec 1985
- (28) A PRUSINSKI & al Pulsating EM fields in the therapy of headache, Hungarian symposium on magnetotherapy, 2^{ns} symp., Mai 1987, Skekesfehervar, Hungary, p. 163-166
- (29) A PRUSINSKI & al Pulsating EM fields in the therapy of headache, *Journal of Bioelectr.*, 7(1), 1988, p 127-128
- (30) J GICZI & al Treatment of headache pulsating EMF, a prreliminary report, Hungarian 2nd Symposium on magnetotherapy, Mai 1987; szkesfehervar, p 74-76
- (31) DH TROCK & al Treatment of osteoarthritis with Pulsed EM fields, *Bioel. Repair and Growth Soc.*, Vol 13, 13th annual meeting, Oct 1993, Dana Point, Ca, p.14
- (32) DH TROCK & al The effect of pulsed EM fields in the treatment of osteoarthritis of the knee and cervical spine. Report of randomized, double blind, placebo controlled trials, *Journal of rheumatology*, 21(10), 1994, p.1903-1911
- (33) AJ BOLLET & al Treatment of osteoarthritis with pulsed EM fields; European Bioelectromagnetic Association, 2nd congress, Dec. 1993, Bled Slovenia, p.46
- (34) L YURKIV & al The use of changeable magnetic field in treatment of osteoarthritis, European Bioelectromagnetic Association, 3rd Int. Congres, Fév.-Mars 1996, Nancy, France
- (35) LL BUTENKO The use of alternating magnetic fields in spinal osteochondrosis, in: *Mechanisms of biological action of EM fields*, Octobre 1987, Pouschino, USSR. USSR Acad. of Sc., Research center for biol. studies, Inst. of Biol. Physics. Coordination Council of Comecon countries and yugoslavia for research in the fields of biological physics, p.183
- (36) NS EFTEKHAR & al Osteonecrosis of the femoral head treated pulsed EM fields, a preliminary report, *Hip.*, 1983, P.306-330

- (37) M HINSENKAMP & al Preliminary results in EMF treatment of osteonecrosis; Bioelectrochem. Bioenerg., 30, 1993, p 229-236
- (38) M HINSEMKAMP Stimulation électromagnétique de l'ostéogenèse et la consolidation des fractures, Académie Royale de Médecine, Bruxelles, 1994
- (39) TW BILOTTA & al The use of low frequency, low amplitude PEMFs in treatment of ostéoporosis, Journal of bioelectr., 8(2), 1989, p. 316
- (40) G SAVIERANO & al, Influence of PEMF on Post-Menopausal Osteoporosis, 1st World Congress for Electricity and Magnetism in Biol & Med, 14-19 June 1992, Lake Buena Vista, FL, p.78
- (41) F TABRAH & al Bone density changes in osteoporosis-prone women exposed to pulsed EM fields, Journal of Bone Miner Res., 10(1), Mars 1988, p. 31-35
- (42) TW BILOTTA & al, Influence of PEMF on Post-Menopausal Osteoporosis, 1st World Congress Congress for Electricity and Magnetism in Biol & Med, 14-19 June 1992, Lake Buena Vista, FL, p.78
- (43) J JERABEK & al Unimag device in the complex balneological treatment of the lower back pain, a Belohrad study in the Ann's Peat Spa, by K Kritz, MD, statistical analysis in the Nat Inst of Public Health, Czech Republic, by Jiri Jerabek, communication Internet, 2003
- (44) J JERABEK & al A comparison between electro- and magneto-therapy in the complex balneological care in lower back pains, Belohrad State Spa, study by Alena Jebava, MD, statistical analysis by J Jerabek, communication Internet, 2003
- (45) P NAVRATIL, J JERABEK & al, Le Champ Magnétique Pulsé dans la thérapie de la prostatite, Clinic of Urology FN Hradec Kralove, NIPH, 2002-2003 (disponible sur www.magnetotherapy.com/prostudy.htm)
- (46) P.T. PAPPAS, The equation of life, Specific PEMF applications, en 2003 sur internet: www.papimi.gr/PEMFapplspecific.htm (Ce médecin et physicien a inventé l'appareil à CMP « Papimi » (Pappas Iono Magneto Inductor)).
- (47) A ZAVLAVSKII & al, A low frequency Impulse Apparatus for physical therapy, "Infita", Med Tehk. 5, 1994, p 39-41
- (48) AGRE & MAC KINNON, cités par E Florentin, qui présente en Fév. 2004 leur prix Nobel 2003 conjoint, sur : <http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-dossierstransversaux-canaux-moléculaires...>
- (49) F MOSS & al, Stochastic resonance and electromagnetic field sensitivity in the paddle fish, in : Electricity and magnetism in biology and medicine, MS-26-2, p 66-67, F Bersani ed., Univ. of Bologna, Italy, 1997 accessible sur Internet: (www.wkap.nl/prod/b0-306-46041-6)