

## ***Éléments de réflexion sur la pollution par les radiations parasites ou commandées de l'atmosphère, à proximité d'un environnement industriel.***

### **Introduction :**

L'électromagnétisme a contribué considérablement aux révolutions technologique et scientifique qu'ont connues les deux derniers siècles et contribue encore à l'amélioration du confort.

Les aspects positifs de son utilisation ont généralement occulté ses effets secondaires sur l'environnement et donc sur la santé humaine.

A travers cet article, nous essayerons d'élucider certains impacts négatifs des ondes électromagnétiques sur le métabolisme de l'homme.

Sans être exhaustif, la présente étude s'intéressera aux cas des ondes utilisées industriellement, telles que celles émises par les antennes-relais de la téléphonie mobile d'une part et d'autre part aux ondes longues telles que celles émises dans les réseaux électriques, notamment celles dont le siège est une ligne de transport d'énergie électrique.

La démarche consiste à décrire sommairement les propriétés des champs électrique et magnétique, puis les effets de chacun des champs sur les constituants élémentaires du corps humain.

Partant des mécanismes biologiques de sécrétion, de transmission et des structures atomiques des cellules humaines, nous expliquerons les effets possibles de ces champs sur l'équilibre physiologique et psychique c'est à dire sur la santé humaine, ainsi que sur l'environnement.

### **1 - champ au voisinage d'une ligne de transport haute tension**

Le mouvement des charges électriques dans une ligne de transport est causé par une force électrique  $F = qE$ . Les charges électriques se déplacent dans la direction du champ électrique qui s'établit le long du conducteur. Le mouvement de ces charges crée en chaque point (M) de l'espace environnant, une perturbation magnétique  $H(M)$  appelée champ magnétique.

Lorsque, l'on considère un plan orthogonal à la ligne de transport, les lignes de champs sont des cercles concentriques ayant pour axe la ligne médiane de transport.

En chaque point (M),  $H(M) = \Sigma I_i / 2.\pi.R$ . On définit une quantité  $B(M) = \mu.H(M)$  appelée induction magnétique et dont l'unité est le Tesla (T).

Puisque l'onde est guidée le long du conducteur, le champ électrique  $E(M)$  est nul en dehors des conducteurs.

Sur le plan énergétique, il existe une densité volumique d'énergie magnétique dont la valeur moyenne est :  $w_m = (B_m(M))^2 . \omega / 2 . \mu_0$  et une densité d'énergie électrique dont la valeur moyenne est :

$w_e = \epsilon_0 . (E_m(M))^2 . \omega / 2$ , cette dernière est nulle partout autour de la ligne de transport.

### **2 - champ au voisinage des relais utilisés pour la téléphonie mobile**

Les antennes -relais assurent la re-émission des signaux provenant d'une station émettrice donnée, et re-émettent dans des directions privilégiées définies par des angles d'ouvertures, horizontale allant de 120° à 150° et verticale de 6° environ.

L'onde émise est progressive, c'est à dire variable dans le temps et dans l'espace.

Elle est caractérisée par deux champs électrique et magnétique contenus dans un même plan et ayant deux directions perpendiculaires . Les deux champs électrique et magnétique sont indissociables , le long de la propagation comme le suggèrent les lois de propagation de Maxwell.

En un point (M) situé dans le champ d'émission d'une antenne – relais , il existe deux champs , électrique E(M) et magnétique B(M) et deux densités d'énergies , électrique  $w_e$  et magnétique  $w_m$  , (voir : paragraphe 1 ).

### 3 – propriétés de quelques constituants atomiques du corps humain

On rappelle qu'une molécule est dite apolaire lorsque le barycentre de ses charges positives coïncide avec celui de ses charges négatives . Sous l'effet d'un champ électrique extérieur E , il y a apparition d'un dipôle induit  $\mu_i = \alpha E$  et sous l'effet d'un champ magnétique il y' a apparition d'un moment magnétique induit  $M_i$  .

Lorsque la polarisation magnétique se fait dans le même sens que le champ magnétique extérieur , cette molécule est dite paramagnétique , si au contraire la polarisation se fait en sens inverse elle est dite diamagnétique .

A l'inverse , une molécule est dite polaire lorsque le barycentre de ses charges positives ne coïncide pas avec celui de ses charges négatives . Celle – ci possède un moment dipolaire électrique  $\mu_0 = q.G_+G_-$  ( où  $G_+$  et  $G_-$  désignent les barycentres respectifs des charges positives et négatives ) , et un moment magnétique  $M_0$  .

Sous l'action d'un champ électrique extérieur E , le moment dipolaire électrique résultant de cette molécule devient  $\mu_i = (\alpha + (\mu_0)^2 / ( 3.K.T) ).E$  et une fois soumise à un champ magnétique extérieur , il y'a apparition d'un dipôle magnétique induit  $M_i$  de sorte que le moment magnétique résultant soit  $M_r = M_i + M_0$  .

De manière générale , toute molécule dissymétrique est polaire et c'est le cas de plusieurs molécules d'ADN présentes dans l'organisme de l'homme .

Nous notons à cet effet que la molécule d'hydrogène est présente dans l'eau et les graisses des tissus biologiques et qu'elle est apolaire et paramagnétique alors que celle de l'oxygène est apolaire mais diamagnétique . D'autre part l'énergie d'une liaison O – H est de 459 KJ/mole et celle d'une liaison  $C \equiv C$  est de 233 KJ/ mole.

### 4 – effets induits , des ondes électromagnétiques , sur le corps humain

Rappelons d'abord que le corps humain est conducteur et qu'il possède les caractéristiques d'un matériau paramagnétique , car il est à dominance hydrogène .

Une fois placé dans un champ électrique ou magnétique , les lignes de champs le traversent . Cette propriété est à la base de la magnétothérapie . En effet , les lignes d'un champ magnétique permanent sont coupées par le flux sanguin ce qui induit des courants faibles qui circulent dans le même sens . L'énergie ainsi dégagée , bien que faible , permet de débloquer ou de stimuler certaines fonctionnalités de cellules et aider celles – ci à retrouver leurs équilibres .

Dans le domaine médical , l'interaction entre un champ magnétique uniforme et des spins en mouvement a donné naissance à l'IRM qui a révolutionné l' aide au diagnostic.

Tous ces bienfaits ne doivent pas nous faire oublier qu'une onde électromagnétique incidente sur le corps humain est énergétique et qu'elle pénètre dans l'organisme à une profondeur  $\delta = K/\sqrt{f \cdot \sigma}$ .

Nous constatons que plus la fréquence de l'onde est élevée, moins celle-ci pénètre dans l'organisme et plus elle est énergétique, un effet pelliculaire dit effet de peau se produit. Par contre, moins la fréquence de l'onde est grande plus celle-ci pénètre dans l'organisme et moins elle est énergétique.

De ceci se dégagent deux constats :

- les ondes électromagnétiques à basses fréquences pénètrent tout notre corps et toutes les cellules peuvent être soumises aux effets conjugués des champs électrique et magnétique faiblement variables. Ceci a pour conséquences la modification de la trajectoire des spins et celle des neurones. En effet ces dernières sont polarisées par le champ électrique et suivent les lignes de champ de celui-ci.

- ces ondes électromagnétiques à basses fréquences sont d'autant plus dangereuses que les modules du champ électrique ou magnétique sont suffisamment élevés pour briser une liaison atomique d'une molécule d'ADN par exemple, ou perturber le processus d'appariement des bases qui fournissent à l'ADN le moyen de transférer l'information génétique qu'il porte dans sa séquence. Ce phénomène de perte d'information et notamment celle de réplication peut expliquer la prolifération anarchique des cellules ce qui peut être inhibiteur des leucémies.

Quand aux ondes électromagnétiques à très hautes fréquences, telles que celles utilisées par la téléphonie mobile, elles sont énergétiques et l'énergie électromagnétique apportée par celles-ci, lors d'un impact avec la tête d'un individu, par exemple, diffuse vers l'intérieur du cerveau du fait que celui-ci possède une conductivité thermique élevée. L'autre effet de perturbation magnétique des cellules reste présent, mais localisé. Comme nous l'avons signalé plus haut, lorsque cette énergie est suffisante pour rompre des liaisons atomiques et sachant que les cellules nerveuses ne se répliquent pas, nous déduisons que l'exposition aux ondes électromagnétiques peut entraîner une dégénérescence du cerveau ce qui provoque les troubles psychiques.

De manière générale l'énergie apportée au corps humain par l'onde électromagnétique incidente et diffusée dans celui-ci, réactive le système de thermorégulation.

L'exposition prolongée du corps humain aux radiations électromagnétiques diminue la sensibilité de celui-ci aux gradients de températures, ce qui entraîne un mauvais fonctionnement de la thermorégulation, donc une dégradation du système immunitaire.

L'analyse énergétique a permis de conclure dans un premier temps que l'énergie rayonnée doit satisfaire à la condition :

$$[ ( B_m(M))^2 \cdot \omega / (2 \cdot \mu_0) + \epsilon_0 \cdot ( E_m(M))^2 \cdot \omega / 2 ] \cdot \Delta t < 233 \cdot 10^3$$

Le second membre de cette inégalité correspond à l'énergie nécessaire pour rompre une liaison atomique  $C \equiv C$ .

Une simulation autour d'une ligne de transport d'énergie à fréquence de 50 Hz a permis d'estimer les durées d'exposition limites à des champs magnétiques donnés .

Ainsi une exposition permanente à un champ magnétique de  $12 \mu\text{T}$  pendant 5 mois entraîne une destruction des liaisons atomiques  $\text{C} \equiv \text{C}$  et des réactions biochimiques internes se produisent avec libération des radicaux toxiques .

Le même phénomène se produit lorsque l'exposition à un champ magnétique de  $7.5 \mu\text{T}$  dure 1 an ou une exposition à un champ magnétique de  $3 \mu\text{T}$  dure 5 ans ou une exposition à un champ magnétique de  $2.25 \mu\text{T}$  dure 10 ans.

Une autre simulation au voisinage d'une antenne-relais émettant un signal à 900 Mhz pour le besoin de la téléphonie mobile a permis d'estimer les durées d'expositions et les intensités des champs électrique et magnétique.

Ainsi l'exposition , pendant 1 minute à une onde électromagnétique incidente caractérisée par  $B = 1.3 \mu\text{T}$  et  $E = 36 \text{ V/m}$  est suffisante pour rompre une liaison  $\text{C} \equiv \text{C}$  et l'exposition pendant 2 minutes à la même onde est suffisante pour rompre la liaison O - H.

L'évacuation de la chaleur apportée est assurée par l'action conjuguée de la circulation sanguine et la transpiration , d'où la mise à contribution de la thermorégulation , à chaque utilisation du téléphone mobile pour des durées supérieures à une 1 minute . cet effort consenti pour évacuer la chaleur entraîne l'augmentation du rythme cardiaque .

#### 5 – axes de réflexions et d'actions

Nous continuons à penser qu'une utilisation de l'électromagnétisme dans un quelconque domaine de la vie que ce soit la médecine ou la technologie peut apporter de nouveaux remèdes et faciliter l'accès à certains services .

Néanmoins , il est indispensable , voire urgent de s'impliquer davantage dans la prévention de ses effets négatifs . Il importe à ce niveau de trouver chaque fois un compromis entre l'intérêt des opérateurs économiques , le confort de l'utilisation et la santé des individus .

Au niveau des infrastructures de communications , il convient de trouver des protocoles permettant l'utilisation commune des antennes-relais par les différents opérateurs , ce qui diminue la prolifération de ces relais . Au niveau de chaque émetteur principal ou relais , une autorité de régulation mixte doit pouvoir brider l'amplitude des signaux émis qu'il s'agisse d'un champ magnétique ou électrique , puisque cela n'a pas d'impact sur la portée du signal .

Naturellement cette dernière mesure doit s'accompagner par l'amélioration de la sensibilité des appareils téléphoniques , pour qu'ils assurent toujours l'extraction des signaux utiles des « bruits » divers . Les appareils de réceptions doivent être munis systématiquement d'antennes orientables afin d'éloigner la source de rayonnements , lors d'une communication , de la tête de l'individu . Car l'antenne est un circuit résonnant qui rayonne une énergie maximale lors d'une communication .

A la suite de ce capteur de signal , qu'est l'antenne , un amplificateur à contrôle de gain automatique permettra de maintenir un niveau de signal suffisant pour le traitement aval , quelque soit l'orientation de l'antenne . Du coté de l'oreille humain l'appareil de réception doit pouvoir empêcher le passage de l'onde électromagnétique rayonnée vers la tête et favoriser le passage de l'onde acoustique . Cela recommande que ces appareils soient munis d'une barrière métallique mince , mais d'épaisseur suffisante pour empêcher la traversée de l'onde électromagnétique rayonnée vers la tête lors d'une communication . Il doit permettre l'écoulement des charges électrostatiques qui pourront apparaître sur cette barrière afin qu'elle conserve sa neutralité électrique à tout instant .

Au niveau des lignes de transport d'énergie haute tension , une distance à laquelle le champ magnétique est tel que :  $B \geq 0.7 \mu T$  , doit être interdite aux séjours prolongés . Cette limite correspond à une durée d'exposition sans grand risque , évaluée à 100 ans .

Quand aux utilisateurs , à défaut de pouvoir renforcer leurs systèmes immunitaires , ils doivent bénéficier des campagnes de sensibilisations sur les dangers des expositions prolongées aux ondes électromagnétiques . Ces campagnes doivent être parrainées par les opérateurs économiques et conduites par l'autorité de régulation . Parallèlement à tout cela , des expériences in vitro dans des laboratoires scientifiques crédibles doivent être faites , pour étayer ces résultats et des enquêtes épidémiologiques doivent être menées , par l'organisme en charge de la santé des citoyens dans chaque pays . les résultats de ces expériences et enquêtes doivent être portés à la connaissance de la communauté scientifique ainsi qu'aux décideurs , afin de motiver d'avantage la sensibilisations sur les effets négatifs , probables , de l'électromagnétisme sur l'organisme humain . .

Encore une fois il est urgent d'approfondir la recherche afin de prévenir les effets secondaires de cette « magie » qu'est l'électromagnétisme.

Car , comme le dit si bien l'adage : mieux vaut prévenir que guérir .