

Série : C  
N° d'Ordre : 642  
N° de Série : 248

# THÈSE

*présentée devant*

L'UNIVERSITÉ DE RENNES I

*U.E.R. Sciences de la Vie et de l'Environnement*

*pour obtenir*

Le Titre de Docteur en troisième Cycle

*Spécialité : Physiologie Animale*

*par*

**Pierre LE RUZ**

---

Contribution à l'étude des effets biologiques des rayonnements non ionisants. Effets spécifiques (non thermiques) des ondes électromagnétiques, de très haute fréquence, sur les fonctions corticotrope et gonadotrope chez le rat blanc.

---

Soutenue le 6 Novembre 1980 devant la Commission d'Examen.

MM. J. MANIEY

Président

J. MEVEL  
R. VAILLANT  
G. PLURIEN  
R. GRAS

} Examineurs



3°) Les ondes électromagnétiques pourraient modifier la perméabilité membranaire (SERVANTIE 1974), et ainsi, désorganiser la physiologie des organismes.

4°) La vie est liée à la présence de l'eau. La matière vivante en renferme toujours en quantité plus ou moins grande, parfois considérable. C'est un élément biochimique indispensable. Il peut être considéré comme une interface entre les ondes électromagnétiques et le milieu vivant. L'irradiation en hyperfréquence modifierait donc la viscosité de l'eau inter ou intra-cellulaire, du fait des caractéristiques de relaxation diélectrique. Ces modifications pourraient perturber le métabolisme des organismes affectés (BERTEAUD 1978).

Aucune de ces diverses théories n'a été confirmée à l'heure actuelle, cependant, un fait nouveau pourrait permettre d'envisager une autre hypothèse.

Il existerait une "fenêtre de niveau de puissance" dans laquelle tous les effets biologiques attribués aux champs électromagnétiques seraient inexistantes. Un phénomène de saturation empêcherait les ondes d'être actives. En dessous de cette fenêtre, les effets spécifiques se manifesteraient à de faibles niveaux. Au dessus, les effets thermiques auraient lieu. (BERTEAUD 1978)

Une confirmation de cette théorie permettrait peut-être de rendre sans objet la controverse entre les effets spécifiques et les effets thermiques.



Sans vouloir expliciter les modalités d'action des hyper-fréquences sur les êtres vivants, nous avons essayé au cours de notre travail de définir à quels niveaux pourraient se manifester les perturbations engendrées par une irradiation prolongée à faibles niveaux de puissance.

L'objectif de cette thèse était :

- D'une part, de confirmer l'existence d'effets spécifiques ( non thermiques) chez le rat blanc ayant été irradié à l'âge adulte ou dès la naissance.
- D'autre part, de préciser l'influence des divers paramètres physiques pouvant modifier les effets de l'irradiation, afin d'établir des conditions standards idéales.

Les résultats expérimentaux obtenus en utilisant des densités de puissances excluant tout effet thermique décelable ont révélé que :

1°) Les gonades sont les organes les plus affectés. Elles subissent un ralentissement de croissance et des modifications fonctionnelles, si l'animal a été exposé aux micro-ondes pendant les deux semaines qui suivent sa naissance.

Par contre, cette anomalie n'apparaît ni chez le mâle, ni chez la femelle irradiés à l'âge adulte. Enfin, le sexe génétique n'a pas d'influence directe sur les effets observés.

2°) Les glandes surrénales et l'hypophyse sont également affectées par les hyperfréquences. Leur morphologie et leur fonctionnement sont plus ou moins perturbés, selon les conditions expérimentales.

L'adéno-hypophyse et les surrénales de la femelle subissent des réductions de taille significatives quelque soit l'âge de l'animal au moment de l'irradiation. Ce phénomène n'apparaît chez le mâle qu'à un degré moindre. Il n'a pas été possible de tirer des conclusions définitives en ce qui concerne la neuro-hypophyse car des difficultés techniques s'y opposaient.

3°) Les dosages de la corticostéronémie dans des conditions basales et après une agression émotionnelle donnent des résultats très divers et inconstants. Cependant, les animaux dont les organes ont régressé pondéralement présentent souvent des valeurs dosimétriques significativement plus élevées que celles des témoins.

La synthèse par l'informatique a essayé de définir les conditions idéales susceptibles de provoquer un maximum d'effet lors d'une irradiation. L'analyse factorielle des correspondances entre les diverses données corrobore parfaitement les résultats expérimentaux décrits ci-dessus et permet d'élaborer de façon rigoureuse un protocole standard dont les paramètres physiques ont été établis comme suit :

1°) Les cages utilisées doivent être entièrement construites en plexiglas et disposées perpendiculairement à l'axe du diagramme de rayonnement de l'antenne cornet.

2°) Les emplacements choisis pour disposer les cages exposées aux micro-ondes, doivent être situés dans la zone latérale du plan sagittal passant par l'axe du diagramme de rayonnement de l'antenne cornet: c'est-à-dire

sur le pourtour du cône d'irradiation et non pas comme logiquement on pourrait le supposer au centre, là où la densité de puissance est la plus élevée.

3°) La durée pendant laquelle les animaux seront soumis aux champs hyperfréquences doit être fixée à 15 jours pour un traitement néonatal. Il nous faut remarquer que le temps d'exposition critique s'avère être le même si l'irradiation a lieu à l'âge adulte.

4°) La densité de puissance utile doit avoisiner  $10 \text{ mW/cm}^2$ , évitant ainsi tout effet thermique décelable. Au cours de nos expérimentations, nous avons pris la précaution de contrôler les températures anales et dermiques des animaux exposés. Les mesures effectuées avec un thermomètre à thermistances (thermophil) ont révélé qu'il n'existait aucune différence entre les témoins et les traités.



Nous pensons avoir démontré que le rayonnement hyperfréquence est responsable d'effets non thermiques, dits "spécifiques". Il entraîne chez l'animal des modifications anatomiques et fonctionnelles variables selon l'âge, la période à laquelle est appliqué le traitement et la densité de puissance reçue. Nos travaux ont été présentés et discutés au IX<sup>ème</sup> congrès international de la Société Française de Radioprotection (MANIEY - LE RUZ 1978). Il s'avère que l'existence des effets spécifiques ont été confirmés récemment par de nombreux auteurs (DARDAIHON 1977 - 1978 . DE FICIS 1977 . DUMAS 1978. MIRO 1977 . OSCAR 1977). Certains travaux corroborent parfaitement les résultats expérimentaux présentés dans cette thèse (DESCHAUX 1978).

Dans l'ensemble, peu de recherches ont été réalisées sur les altérations éventuelles du système endocrinien. Nous envisageons de concentrer tous nos efforts à venir dans cette voie, aussi il nous faut dès aujourd'hui envisager certaines améliorations indispensables concernant notre installation et nos techniques de prospection : tout particulièrement aménager une chambre anéchoïque constituée d'une charpente en bois ignifugé et blindé supportant des absorbants (AF 40- PLESSEY) caractérisés par une réflexion résiduelle de 1% pour une

fréquence comprise entre 2,5 et 75 G.H.Z.

Ainsi, les animaux irradiés dans cette enceinte ne seront plus soumis aux réflexions susceptibles de modifier nos résultats expérimentaux.

De plus, nous pensons aussi élaborer un procédé thermographique afin de visualiser l'existence effective et le positionnement des "points chauds" localisés par les techniciens du C.E.L.A.R. dans le lobe d'irradiation.

Des études sur le déterminisme de ce phénomène doivent être entreprises. Vraisemblablement des trains d'ondes stationnaires issus d'interférences engendrées par diverses réflexions en sont à l'origine. Néanmoins, la mise en évidence de ce nouveau paramètre nous conduit à tenter de caractériser physiquement les zones où les animaux sont les plus affectés par l'irradiation. Cette perspective semble en mesure d'expliquer la diversité et l'inconstance des investigations de la recherche des effets biologiques des hyperfréquences. Dans ce domaine il faut cependant s'engager avec beaucoup de prudence et recourir à la compétence des physiciens. En effet, il nous a déjà été fait remarquer que la répartition de nos résultats expérimentaux n'était pas incompatible avec la présence d'une "fenêtre de niveau de puissance".

Enfin à notre connaissance, il n'a jamais été signalé de perturbations importantes des fonctions de reproduction après expositions aux rayonnements hyperfréquences, dont les densités de puissance avoisinent  $10\text{mW}/\text{cm}^2$ . Aussi, devons nous perfectionner nos techniques histologiques. Un anatomo-pathologiste doit être consulté et associé à nos travaux.

Des études au microscope électronique devront être effectuées afin d'explorer l'état des mitochondries et des membranes cellulaires des gonades après irradiation néonatale. De plus, nous envisageons aussi une orientation tendant à révéler des perturbations génétiques éventuelles de la descendance, ce qui ouvrirait une voie de recherches nouvelles très intéressante sur le plan théorique.



En conclusion, quelques soient les modalités d'action ( directe sur les tissus ou indirecte par l'intermédiaire de mécanismes hormonaux ), les effets, et c'est là l'essentiel de notre travail, ne sont pas produits par de fortes puissances mais par de faibles doses avoisinant  $10\text{mW}/\text{cm}^2$ ,

où toute action thermique est généralement exclue.

De plus, une zone privilégiée où les lésions biologiques sont maximales a été mise en évidence.

Ce fait, est en faveur de l'hypothèse envisageant qu'il existerait dans la dispersion des puissances utilisées, une fenêtre au-delà de laquelle les effets thermiques sont bien connus et en delà de laquelle sont postulés les effets spécifiques dont nous avons démontré la réalité chez le rat blanc.

Peut-on aller plus loin dans les déterminismes de l'action des hyperfréquences sur les organismes vivants ? Nous voudrions ici soulever l'hypothèse d'une action directe des hyperfréquences sur l'hypothalamus avec les répercussions neurohormonales que cela implique.

Plusieurs ordres d'arguments nous l'autorisent

- 1<sup>o</sup>) L'action concordante d'une atteinte périphérique de trois organes relevant du fonctionnement hypothalamique quelque soit le sexe des animaux, la gonade, l'hypophyse, la surrénale. Dans la réaction d'alarme du syndrome général d'adaptation (Général adaptation syndrom ou G.A.S.) SELYE ( 1938-1947-1950) décrit qu'un STRESS chronique déclenche au niveau hypophysaire une sécrétion importante d'ACTH (adrenocorticotrophin hormone) qui provoquera une production de corticoïdes accompagnés dans un premier stade, d'une perte de poids des glandes surrénales. De plus cet auteur précise que la sécrétion prolongée des corticoïdes accroît le catabolisme avec diminution du poids corporel, sensibilité accrue à la maladie, diminution du fonctionnement gonadique, altération du métabolisme de l'eau; etc.....

Ces troubles s'intègrent bien dans les observations que nous avons effectuées au cours de nos travaux. Le problème de la perte de poids corporel a déjà été évoqué mais reste encore très discuté. De plus nous avons aussi remarqué que lors des rares épidémies qui ont parfois affecté nos animaleries, les rats irradiés étaient plus touchés que les rats témoins. Enfin les perturbations de la fonction gonadique ont été démontrées.

- 2<sup>o</sup>) L'action discordante entre le nouveau né et l'animal adulte. Cette différence ne peut-être expliquée que par un fonctionnement de l'hypothalamus différent à l'âge adulte et à la période néonatale. Les nombreuses recherches sur la sexualisation de l'hypothalamus montrent bien qu'à la naissance celui-ci est différencié chez le rat et que sous l'influence des hormones

sexuelles il va rapidement se différencier fonctionnellement dans le sens du sexe génétique de l'animal, (HARRIS 1964 - LEVINE 1966) Pour notre part, nous avons déjà démontré au cours d'autres travaux que l'injection d'hormones hétérologues à la naissance était responsable de perturbations neuro-végétatives qui se révèlent à l'âge adulte chez le rat blanc (MANIEY 1976). Nous avons retrouvé après d'autres auteurs (BARRA CLOUGH 1961 GORSKI 1965) l'apparition d'ovaires polyfolliculaires chez la femelle l'ectopie testiculaire chez le mâle, mais aussi des troubles affectant la miction, le sommeil, la réactivité à la douleur et le sexocomportement (HENRIO - 1978 - LE RUZ 1980). Toutes ces perturbations sont bien en faveur d'une période critique du développement de l'hypothalamus. Cette période se caractériserait par un certain type de maturation des cellules nerveuses qui une fois achevé le serait à titre définitif.

Les micro-ondes en agissant sur l'hypothalamus donneraient en fonction de l'âge de l'animal au moment de l'irradiation, des perturbations différentes. On constate que si le traitement est effectué à l'âge adulte, les phénomènes pathologiques observés sont réversibles alors que, pendant la période néonatale, il entraîne des troubles définitivement fixés après la puberté.

3°) Les travaux d'autres auteurs semblent confirmer notre hypothèse.

Les uns évoquent directement une action hypothalamique : (PETROV 1970) met en évidence une perturbation des fonctionnements de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien chez le chien irradié. MICHAELSON (1975) rapporte les mêmes effets chez la souris et chez le rat. LU (1977) et MICHAELSON (1975) décrivent les effets des micro-ondes sur la thyroïde, chez le rat, le lapin et incriminent un dysfonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-thyroïdien.

D'après DESCHAUX (1978) chez le rat mâle adulte les taux circulants de LH (Luteinizing-hormon) et de testostérone augmentent après une irradiation de 24 heures puis régressent rapidement. Il met ici en cause l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique.

Les autres constatent des perturbations de l'électrogénèse cérébrale après une irradiation. Celles ci sont souvent interprétées comme une action indirecte des micro-ondes sur la formation réticulée provoquant ainsi la mise en jeu, prédominante du système réticulaire activateur ascendant (BERTHARION 1971). Or l'un des facteurs qui stimule naturellement la réticulée est le circuit de PAPEZ chargé des processus émotionnels intégrés dans le système limbique en

relation étroite avec l'hypothalamus. De plus des études, concernant le devenir de l'irradiation, dans la région céphalique, effectuées par le C.E.R.B. (Centre d'Etude de Recherches Bio-physiologiques appliquées à la Marine) et par le G.E.R.Py (Groupe d'Etudes et de Recherches en Pyrotechnie) ont montré que l'impact du rayonnement concernant certains troubles de comportement étudiés chez le rat se fait sentir au niveau des structures profondes et non au niveau du cortex . (SERVANTIE 1975)

Toutes ces constatations sont loin d'être en contradiction avec notre hypothèse.

DUMAS (1977-1978) démontre que les hyperfréquences sont susceptibles de perturber le métabolisme lipidique chez le rat adulte. Il remarque une élévation du taux des triglycérides et des  $\beta$  lipoprotéines après un traitement de 24 heures. Cet effet se manifeste rapidement; il est d'autant plus intense que la densité de puissance est plus forte. Cependant, il est fugace et disparaît dès que les animaux sont soustraits à l'influence du rayonnement. Le rôle hyperlipémique de l'adrénaline et des corticoïdes est bien connu et porte en premier lieu sur les triglycérides. (KAYSER 1963) De ce fait, une perturbation fonctionnelle de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien après une exposition de 24 heures peut-être envisagée .



Dans l'ensemble, l'hypothèse d'une action directe des micro-ondes sur l'hypothalamus présente un pouvoir explicatif assez vaste. Elle rassemble logiquement des données apparemment éloignées et poursuit un but uniciste. Cependant elle doit être confirmée et conduite à des actions concertées à long terme. Les causes de l'hypotrophie surrénalienne doivent être recherchées au niveau du complexe HYPOTHALAMO-Hypophysaire, après vérification préalable d'un fonctionnement normal du tissu surrénalien.

Pour cela nous avons envisagé d'entreprendre l'étude de la libération basale de corticostérone par incubation des cellules surrénaliennes chez des animaux témoins et chez des animaux irradiés à la naissance. La sécrétion basale d'ACTH (adénocorticotropin-hormon) pourra être aussi dosée sur des lots d'hypophysés incubés. Des tests comparant les effets stimulants de l'ACTH et du CRF (corticotropin-releasing-factor) ajoutés respectivement

aux milieux d'incubations correspondants devront être élaborés. Les causes de l'hypotrophie gonadique doivent être aussi recherchées dans un premier temps au niveau hypophysaire, en dosant par radio-immunologie FSH (Follicle-Stimulating-hormon) et LH (Luteinizing hormon) dans le plasma chez les animaux irradiés et étudiés aux divers stades de la croissance. En effet, nous connaissons l'évolution de la concentration plasmatique de ces hormones gonadotropes chez les animaux normaux des deux sexes depuis l'âge de 15-jours jusqu'à l'âge adulte et nous avons remarqué l'existence d'un "pic" très caractéristique aux environs du 40<sup>ème</sup> jour de la vie (LESCOAT -1979).

Comme toutes recherches scientifiques, les études entreprises sur les effets biologiques des rayonnements non ionisants progressent assurément lentement et tout particulièrement les travaux effectués sur les hyperfréquences. Il suffit de comparer le volume des travaux expérimentant sur ce sujet, au volume des discussions, expertises et contre expertises des plaignants accusant les micro-ondes de leurs maux pour ne pas dire de tous leurs maux. L'association des "RADAR VICTIMS NET WORK" (travailleurs victimes du RADAR) a organisé une conférence à SAN FRANCISCO (U.S.A.) en Juillet 1978 afin d'édifier une stratégie revendicative pour une campagne nationale aux Etats Unis. (Anonyme TIME, 1978) Pour certains les hyperfréquences ont transformé la planète en un véritable "four irradiant". Telle ambassade siégeant dans un pays où la législation est la plus stricte se découvre être sous les effets de rayonnements électromagnétiques inexplicables. En nouvelle Angleterre les résidents de CAPE-COD, réagissent vigoureusement contre l'installation d'un énorme RADAR (Le "PAVE -PAWS") dans leur région, car ils redoutent une pollution insidieuse (PONCHELET - 1978).

Quel est le mythe, quelle est la réalité?