

Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale



Effets comportementaux et neuronaux des expositions aux ondes GSM à 900MHz

Mémoire et Apprentissage chez le rongeur

Travaux antérieurs

- Preece et al. (1999) ; Koivisto et al. (2000)
- Exposition à des champs électromagnétiques de basse fréquence (50 et 60 Hz : Lai, 1996 ; Lai et al., 1998 ; Sienkiewicz. et al., 1998), ou de haute fréquence (2450 MHz : Lai et al., 1994 ; Baoming & Lai, 1999)

Mémoire et Apprentissage chez le rongeur

- Objectifs

- Tester les capacités d'apprentissage chez des rats exposés à des champs électromagnétiques proches de ceux émis par des téléphones mobiles et de les comparer à des rats contrôles

Procédure expérimentale utilisée

- Protocole différent:
 - * Seule la tête des animaux (rats) est exposée
 - * Exposition aux champs électromagnétiques de type GSM 900 MHz (SAR¹ 1,5 et 5,25 W/kg) pendant 45 min avant la séance d'apprentissage
- 3 tâches d'apprentissage :
 - * tâche délimitation en labyrinthe radiaire
 - * tâche de navigation spatiale
 - * tâche de reconnaissance d'objets

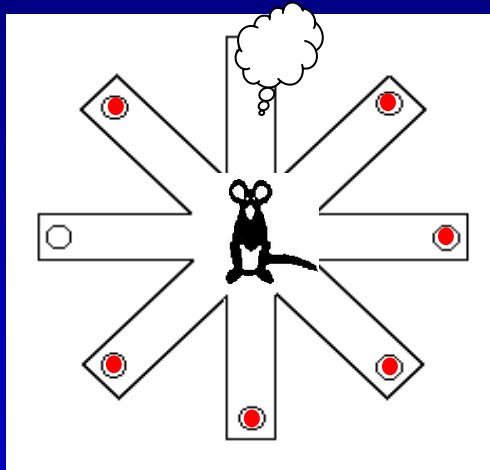
Mode d'exposition "tête seule"

- fusée de contention*
- Boucle électromagnétique dans l'axe vertical de la tête du rat

* (PIOM, FTelecom R&D, IRCOM)

Tâches d'apprentissage spatial chez le rat

1- Labyrinthe radiaire (tâche d'élimination)



Mémoire de travail

Protocole:

- 10 jours d'apprentissage
- 45 min d'exposition

Paramètres à mesurer:

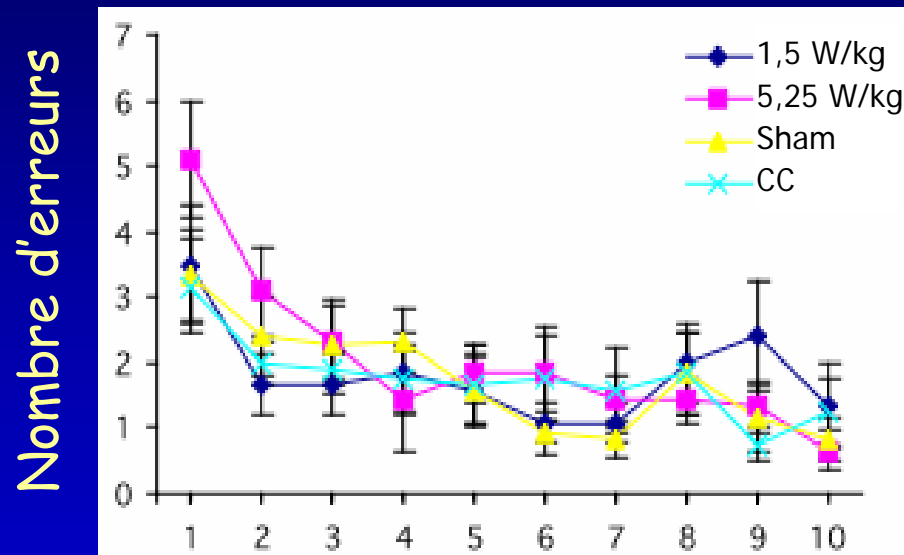
- nombre total d'erreurs
- rang de la 1ère erreur

Protocole expérimental

- Habituation au labyrinthe et à la fusée de contention
- Exposition aux ondes de type GSM puis apprentissage de la tâche d'élimination (10 jours)
- 4 groupes de rats (n = 48)
 - Contrôles cage (CC) aucune exposition
 - Sham: mêmes conditions expérimentales mais pas d'exposition
 - 1er groupe de rats exposés (SAR 1,5 W/Kg, 45 minutes avant la séance d'apprentissage)
 - 2ième groupe de rats exposés (SAR 5.25 W/Kg, 45 minutes avant la séance d'apprentissage)

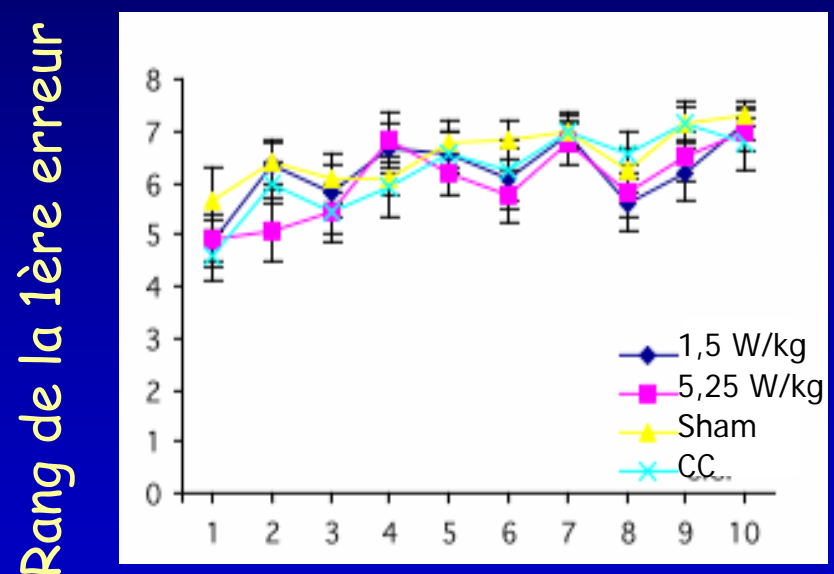
Tâche d'élimination en labyrinthe radiaire

1. Diminution du nombre total d'erreurs



Jours d'apprentissage

2. La 1ère erreur arrive de plus en plus tardivement



Rang de la 1ère erreur

Jours d'apprentissage

Performance des animaux

Quel que soit le groupe d'animaux:

- Diminution significative du nombre moyen d'erreurs au cours des 10 séances d'apprentissage
- La 1ère erreur apparaît de plus en plus tardivement
- Similitude dans l'apprentissage de la tâche d'élimination en labyrinthe radiaire chez tous les animaux

Comparaison aux résultats publiés

Rat

- Lai et al., 1994, Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat.
- Lai et al., 1996, Spatial learning deficit in the rat after exposure to a 60 Hz magnetic field.

Souris

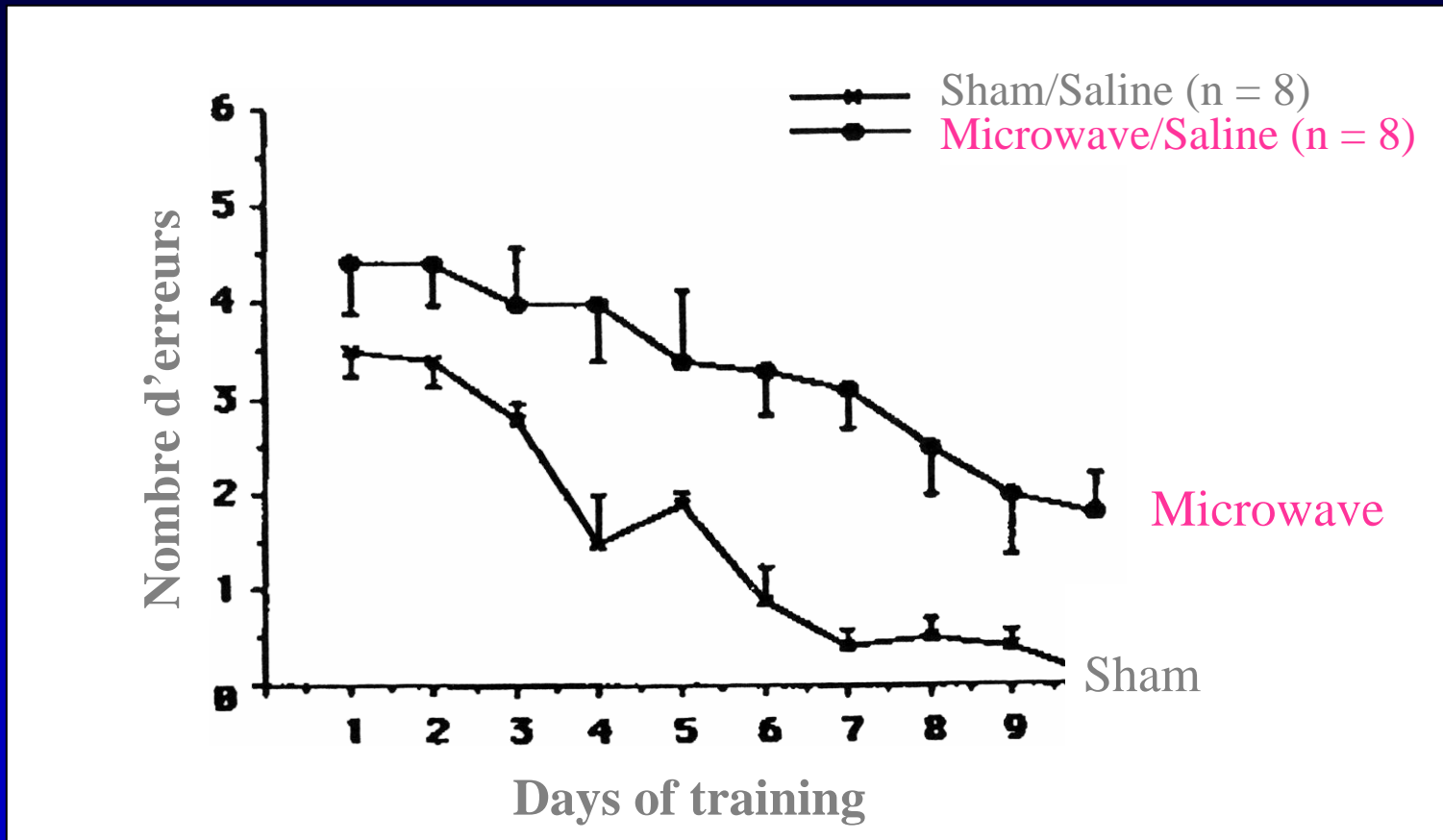
* Sienkiewicz et al., 2000, Low-level exposure to pulsed 900MHz microwave radiation does not cause deficits in the performance of a spatial learning task in mice.

Différences

- **Paramètres:** fréquence (2450 MHz pulsé à 500 Hz au lieu de 900 MHz pulsé à 217 Hz), « SAR » ou débit d'absorption spécifique: 0.6 W/Kg mais **corps entier.**
- Labyrinthe à **12 bras** au lieu de 8 classiquement utilisé

Performance des animaux sham et exposés

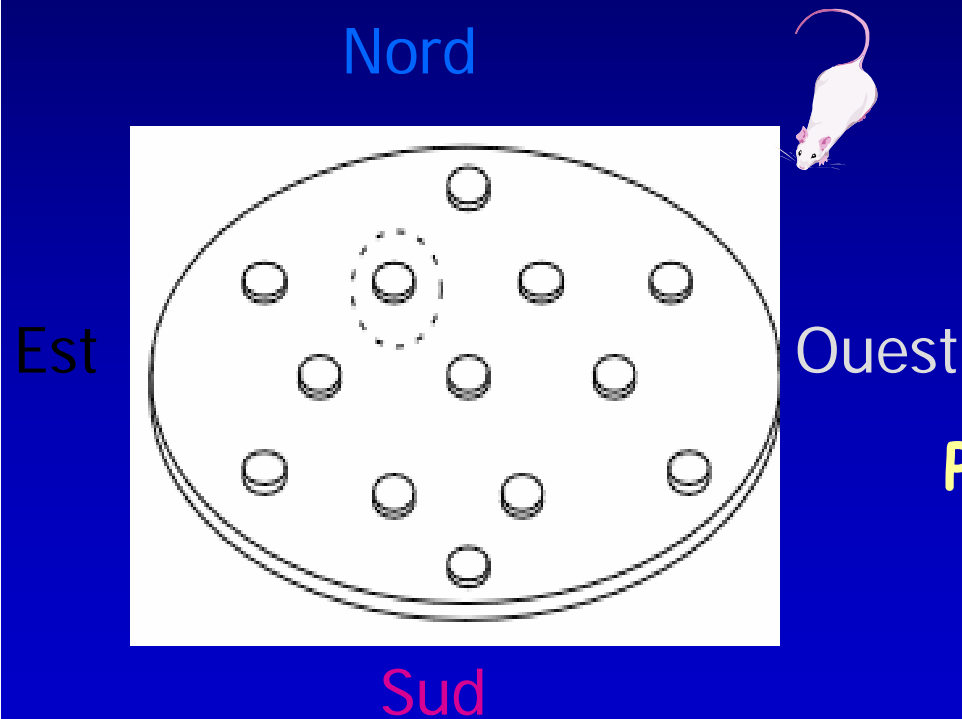
D'après Lai et al., 1994



- Evolution parallèle des courbes d'apprentissage entre les 2 groupes de rats (Sham et exposés) mais une différence dès le 1er jour.

Autre tâche d'apprentissage spatial: Navigation spatiale

2 - Piscine « sèche »



Protocole:

- recherche de la boîte cible avec récompense
- 14 jours d'apprentissage:
1 séance/jour = 4 essais consécutifs

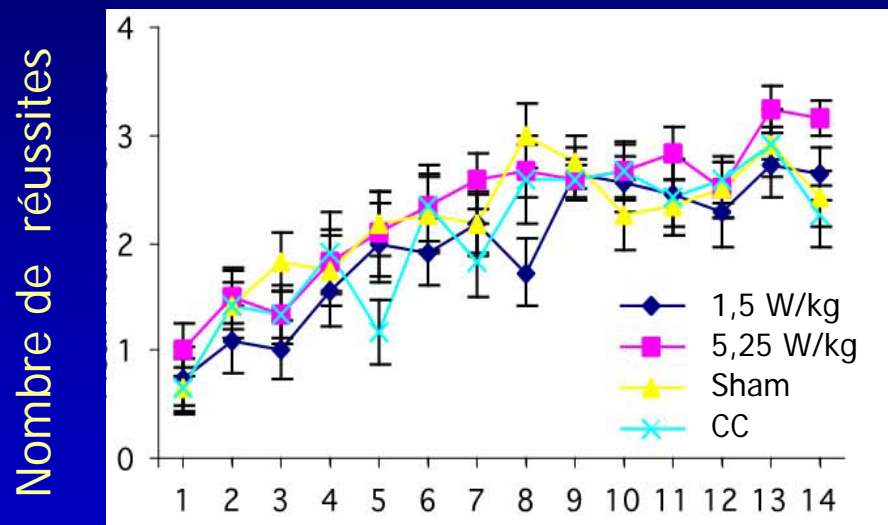
Paramètres à mesurer:

- nb de réussites (nb essais)
- nb couvercles soulevés (erreurs)

Mémoire de référence

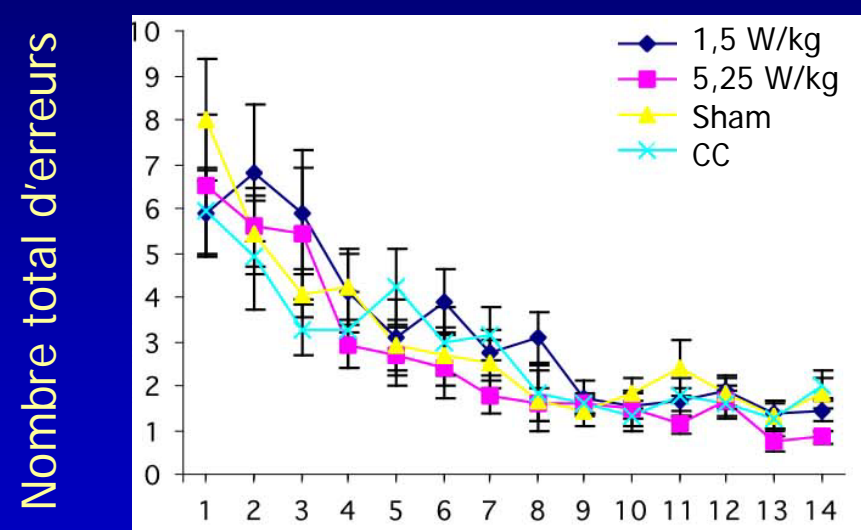
Tâche de navigation spatiale en piscine « sèche »

1. Le nombre de réussites augmente progressivement



Jours d'apprentissage

2. Le nombre de mauvaises réponses diminue



Jours d'apprentissage

Performance des animaux

Quel que soit le groupe d'animaux:

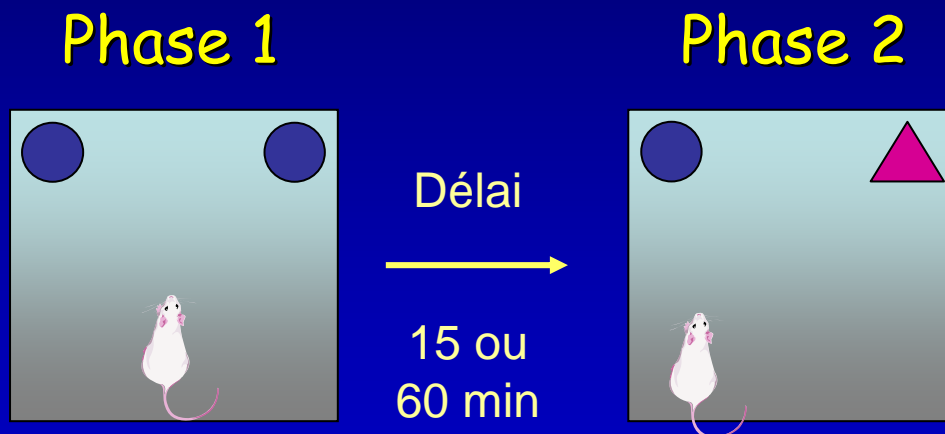
- Augmentation du nombre de réussites et diminution du nombre d'erreurs au cours des 14 séances d'apprentissage

Similitude dans l'apprentissage de la navigation spatiale en piscine « sèche » chez tous les animaux

Tâche de mémoire non spatiale

Reconnaissance d'objets

(activité exploratoire spontanée)



Mémoire à court terme

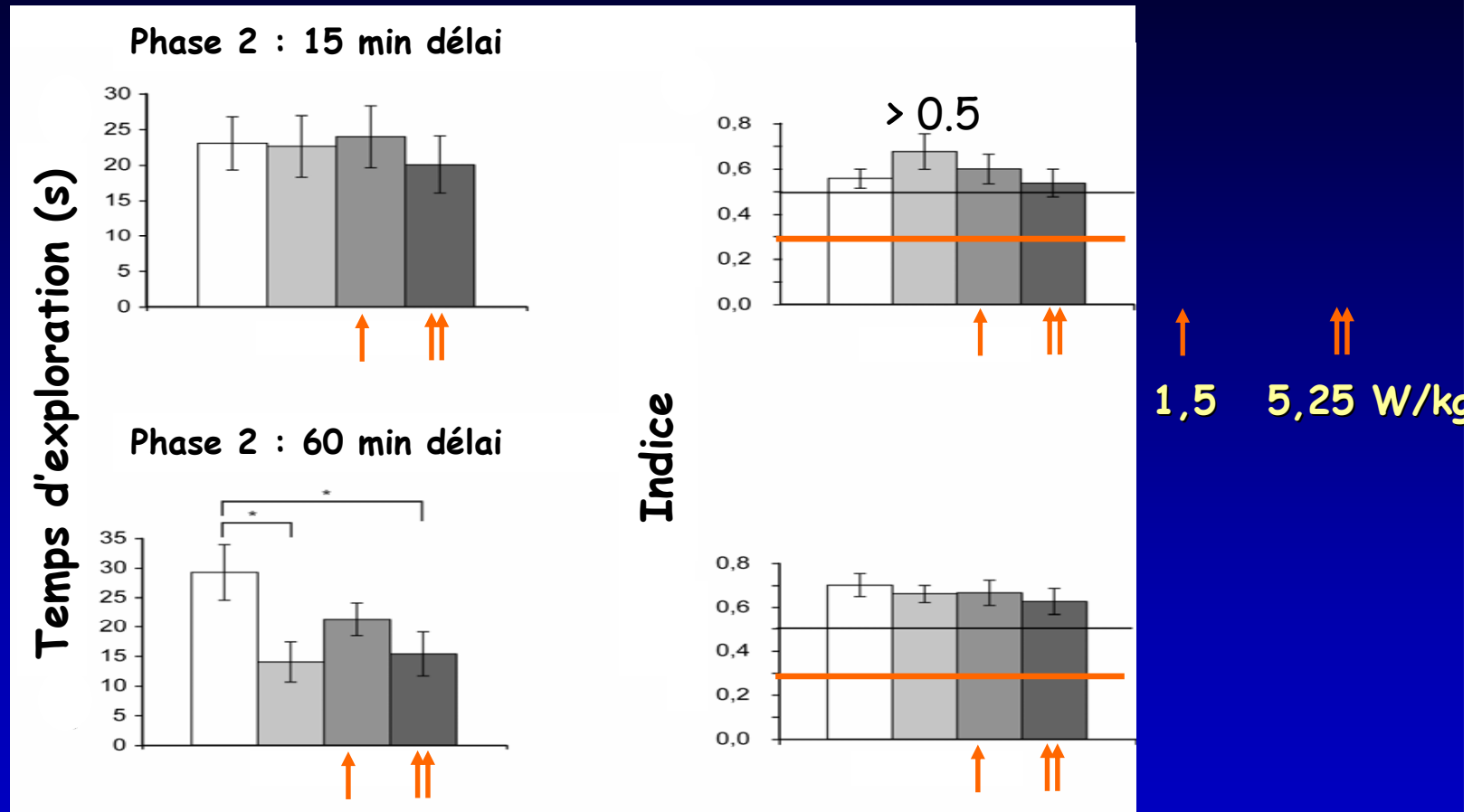
Protocole:

- mise en présence de 2 objets (familier et nouveau) après un délai
- test information apprise en phase 1 au cours phase 2
- exposition GSM 45 min avant phase 1 ou phase 2

Paramètres à mesurer:

- temps d'exploration réel
- indice : proportion temps objet nouveau vs familier

Mémoire non-spatiale



➤ Mémoire non modifiée par exposition GSM 900 MHz avant acquisition ou rétention

Recherche d'effets biologiques induits par les radio fréquences GSM dans le cerveau de Rat

Protéines de choc thermique (Hsp)

- Famille de protéines : fonctionnement cellule; réponse au stress ; neuroprotection
- Non détectables dans cerveau sain
- Induites en réponse à un stress

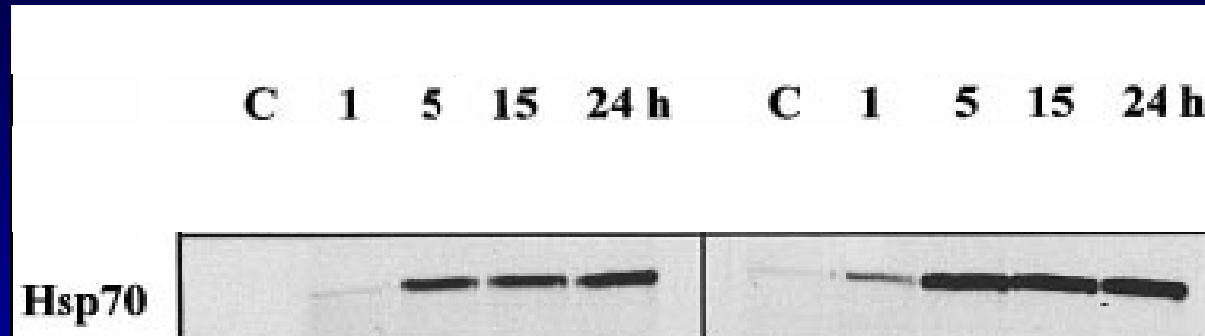
Cerveau : Hsp25, Hsp60, Hsp70, Hsp90

Les ondes RF induisent-elles Hsps au niveau cérébral?

Protocole:

- Exposition rats (tête seule) pendant 45 min à 900 MHz (SAR 1,5 et 5,25 W/kg)
- Recherche de Hsp 24h après exposition dans différentes régions cérébrales
- Comparaison entre rats exposés et non exposés

Protéines de choc thermique



- « Western blots » :
extraction des protéines à partir d'homogénats de différentes régions cérébrales
- Séparation par électrophorèse (PM)
- Identification protéine Hsp par immunoblots
- Quantification

Hsp25 et Hsp70

- Hsp25 induite par hyperthermie
- Pas de réponse Hsp25 chez EXP
- 1 et 2 cortex frontal et pariétal

- Hsp72 induite par hyperthermie
- Pas de réponse Hsp72 chez EXP
- 1 et 2 cortex frontal et pariétal

➤ Aucune expression de Hsp70 et Hsp25 chez les rats exposés ou pseudoexposés

Conclusions / Perspectives

- Pas d'effet délétère net sur la mémoire suite à une exposition de 45 min unique ou répétée à des ondes RF 900 MHz (SAR 1,5 et 5,25 W/kg)
- Aucune expression de Hsp70 et Hsp25
- Expériences en cours pour préciser d'éventuelles variations des Hsps et autre marqueurs biologiques au cours du développement :

Projet DEBNEURAL 1800

- D Dubreuil (CNRS UMR 8620)
- O Ramodiharilafi (INSERM U796)

- J-M Edeline (UMR CNRS 8620)
- M Mallat (INSERM U711)
- P Levesques (UMR CNRS 6172)
- TM Jay (INSERM U796)

• Publications internationales :

Dubreuil D., Jay T.M., Edeline J-M. Does head -only exposure to GSM-900 electromagnetic fields affect the performance of rats in spatial learning tasks? *Behav Brain Res*, 129 (1-2): 203-210, 2002.

Dubreuil D., Jay T.M., Edeline J-M. Head-only exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields does not alter rat's memory in spatial and non-spatial tasks. *Behav Brain Res*, 145: 51-61, 2003.

Dubreuil D. Les effets biologiques des champs électromagnétiques: Etude des effets des ondes radiofréquences de type GSM sur la mémoire spatiale et non-spatiale chez le rat. Thèse Université Paris XI, 2003.