



Compte-rendu du débat INERIS – ONG

**Effets d'une exposition chronique aux ondes radiofréquences sur la
régulation thermique chez le jeune rat**

Mercredi 3 avril 2013

Sommaire

Liste des participants	3
Introduction : l'exposition chronique aux ondes radiofréquences	4
Les travaux expérimentaux conduits par PériTox sur la régulation thermique du jeune rat.....	4
Questions des participants relatives aux travaux conduits.....	9
Remarques et recommandations des participants	11
Documents distribués à l'issue de la séance	12
PériTox en bref	13
INERIS en bref	13
Contacts INERIS	13

Liste des participants

ONG/Associations

Prénom	Nom	Organisme
Catherine	Bidois	Secrétaire générale CLCV Paris
Marc	Cendrier	Robin des Toits
Jacqueline	Collard	SERA
Marc	Filterman	Comité scientifique du CRIIREM
Francis	Glémet	CNMSE
Emmanuel	Hervouet	PRIARTEM
Janine	Lecalvez	PRIARTEM
Madeleine	Madore	Association Le Lien
Sophie	Pelletier	PRIARTEM
Daniel	Salomon	Nature et Environnement
Anita	Villers	EDA

INERIS

Prénom	Nom	Organisme
Céline	Boudet	Responsable ouverture et dialogue avec la société
René	de Seze	Médecin-Chercheur Unité Toxicologie Expérimentale Membre de PériTox
Philippe	Hubert	Directeur des risques chroniques
Ginette	Vastel	Directrice de la Communication

UPJV

Prénom	Nom	Organisme
Jean-Pierre	Libert	UFR Médecine, Université de Picardie Jules Verne, Amiens Membre de PériTox

Personnes excusées

Prénom	Nom	Organisme
Anne	Badoux	UFCS / FR Paris
Nicole	Balmain	UFCS

Introduction : l'exposition chronique aux ondes radiofréquences

Les sources d'exposition environnementale de l'Homme aux ondes radiofréquences (RF) sont multiples et quotidiennes : téléphones portables ou sans fil, bluetooth, antennes relais etc., et les fréquences concernées se situent généralement entre 30 kHz et 300 GHz. L'effet sanitaire le plus sensible confirmé à ce jour est une perturbation de l'apprentissage : cet effet est lié à une augmentation de température de l'ensemble du corps. Afin de protéger les personnes de ces effets, des valeurs limites d'exposition aux radiofréquences ont été définies. Le Débit d'Absorption Spécifique (DAS) quantifie le niveau d'exposition maximal de l'utilisateur aux RF. Dans le cas des téléphones mobiles, la réglementation française impose que le DAS ne dépasse pas 2 Watts par kilogramme (W/kg) pour une exposition de la tête. Par ailleurs, un certain nombre d'effets biologiques, non confirmés aujourd'hui, ne s'accompagnent pas d'échauffement significatif. L'observation d'un effet biologique n'implique pas forcément qu'il y ait des conséquences néfastes pour la santé, mais constitue un signe d'alerte pour les explorer plus en détail. Les données épidémiologiques recueillies à ce jour ne relèvent pas de risque à court terme. La plupart des études publiées sur de possibles effets à long terme d'une exposition chronique aux RF portent sur leur cancérogénicité. En 2011, le centre international de recherche contre le cancer (CIRC) a classé les RF "possiblement cancérogènes" (classification 2B : l'évidence de cancérogénicité est limitée chez l'homme d'après les études épidémiologiques, et n'est pas suffisante dans les études expérimentales pour que le risque puisse être classé "probable" - 2A). Le risque identifié concerne le cancer du cerveau et le neurinome de l'acoustique (tumeur bénigne du nerf auditif) en lien avec l'utilisation de téléphones sans fil (mobiles et de maison) pour des durées d'utilisation cumulées supérieures à une demi-heure par jour pendant plus de dix ans.

Les travaux expérimentaux conduits par PériTox sur la régulation thermique du jeune rat

Introduction : Philippe Hubert rappelle le principe des débats ONG organisés par l'INERIS : ceux-ci portent sur des sujets précis (par ex. ici la régulation thermique chez le rat exposé et non exposé aux RF), et n'ont pas vocation à porter un jugement en général sur une problématique plus large (par ex. les effets sur la santé des champs électromagnétiques). Il rappelle les principales activités et outils de l'INERIS en matière d'ouverture à la société.

Référence du travail exposé : Amandine Pelletier, Stéphane Delanaud, Pauline Décima, Gyorgy Thuroczy, René de Seze, Matteo Cerri, Véronique Bach, Jean-Pierre Libert, Nathalie Loos. Effects of chronic exposure to radiofrequency electromagnetic fields on energy balance in developing rats. Env Sci Pollut Res, DOI 10.1007/s11356-012-1266-5.

Lien sur l'article : <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11356-012-1266-5>

Résumé des travaux : L'étude porte sur les effets d'une exposition chronique aux ondes radiofréquences (d'une intensité équivalente à une exposition aux antennes relais – 900MHz, $1\text{V}\text{m}^{-1}$) sur l'équilibre énergétique du jeune rat en développement, jamais étudié auparavant. Elle a permis

de suivre, notamment, les effets sur la régulation thermique, la prise alimentaire, le sommeil et l'activité locomotrice. Pendant 5 semaines, 13 jeunes rats ont été exposés à des RF continues à 24°C, et comparés à 11 jeunes rats non exposés. Au début de la 6^{ème} semaine, les fonctions énumérées ci-dessus ont été enregistrées à 24°C puis à 31°C, toujours sous exposition. A 31°C, le groupe exposé a une température sous-cutanée au niveau de la queue significativement plus faible (-1,2°C) que les témoins, quel que soit le stade du sommeil ; cela suggère une vasoconstriction périphérique persistante malgré la température élevée, confirmée par une expérience utilisant un vasodilatateur (prazosine). La prise alimentaire des animaux exposés pendant la journée est aussi plus élevée (+0,22 gh⁻¹). Ces effets dépendent de la température. Pendant le sommeil, le groupe exposé montre une augmentation de la fréquence des épisodes de sommeil paradoxal (périodes de rêve), sans modification de la durée totale de cette phase ni des autres phases de sommeil (sommeil lent, micro-éveils). L'exposition aux RF pourrait modifier le tonus vasomoteur cutané des animaux. La vasoconstriction qui en résulte pourrait restreindre la capacité de l'organisme à évacuer la chaleur. L'exposition aux RF induit des processus d'économie d'énergie sans perturber significativement le cycle global du sommeil. L'exposition aux ondes radiofréquences aurait donc une influence sur la thermorégulation et sur la prise alimentaire en ambiance chaude.

Financement : Budget de recherche post-grenelle, Ministère en charge de l'écologie.

Points clés du protocole soulignés par René de Seze :

- ✓ Les bases du protocole expérimental : les animaux (jeunes rats en développement) sont exposés sur une durée chronique à des niveaux environnementaux. Les animaux témoins sont placés dans des chambres d'exposition identiques modulo l'exposition, l'ambiance est contrôlée (température, éclairage, humidité, pas de courants d'air, absence de bruit). L'étude intègre l'examen des différentes fonctions impliquées dans l'équilibre énergétique : la prise alimentaire, la dépense d'énergie (activité locomotrice), l'économie d'énergie (le sommeil) et la régulation thermique. La température étant un facteur clé de l'équilibre thermique, l'expérimentation est conduite à une température « normale » (24°C) et plus élevée (31°C).
- ✓ Le système d'exposition aux ondes RF est construit à partir d'une antenne du commerce pour refléter le niveau dans une rue d'un faisceau d'une antenne qui serait positionnée sur un toit. Le champ n'est pas parfaitement homogène mais en moyenne l'intensité de 1 V/m est atteinte. L'exposition est continue.
- ✓ L'expérimentation a d'abord été conduite une première fois sur 2 groupes de 8 animaux puis refaite également avec 2 groupes de 8 animaux, permettant in fine d'exploiter les enregistrements de 11 animaux témoins et 13 animaux exposés.
- ✓ Le déroulement temporel de l'expérience est exposé en Figure 1 : après une phase d'habituation, des capteurs de température et des sondes d'électroencéphalographie sont mis en place sur les animaux ; l'EEG est utilisé pour définir les stades de sommeil. Après une semaine de repos, les enregistrements ont lieu.
- ✓ Les mesures réalisées, d'abord à 24°C puis à 31°C (pendant 6h de midi à 18h, période de sommeil chez le rat) sont les suivantes :
 - Température centrale (mesurée au niveau de la tête)
 - Température caudale (mesurée au niveau de la queue, organe principal de régulation thermique chez le rat)
 - Quantité de nourriture ingérée et fréquence de la prise alimentaire
- ✓ Les différences entre exposés et non exposés sont regardées.

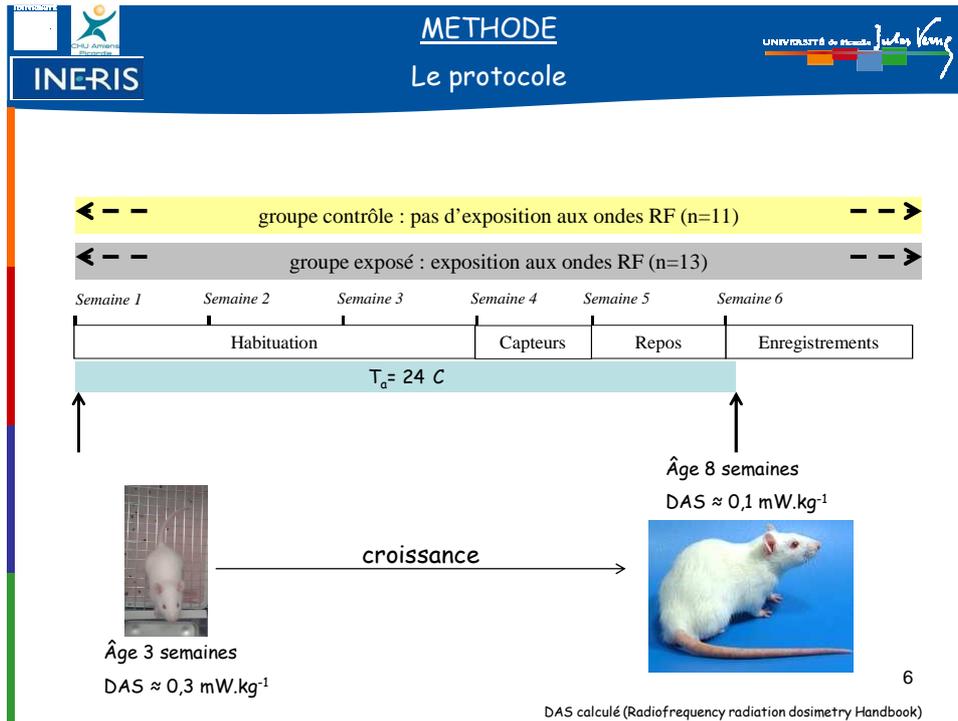


Figure 1 : Les différentes phases du protocole expérimental

Illustration des principaux résultats observés sur les températures corporelles et la vasomotricité périphérique :

- ✓ La figure 2 illustre les observations suivantes : à 24 C , les températures centrale et caudale sont identiques chez les exposés et les non exposés. A 31 C , la température centrale reste similaire à celle observée précédemment et identique entre les exposés et les non exposés. La température caudale augmente mais de manière significativement plus marquée chez les non exposés (vasodilatation) que chez les exposés (vasoconstriction persistante).

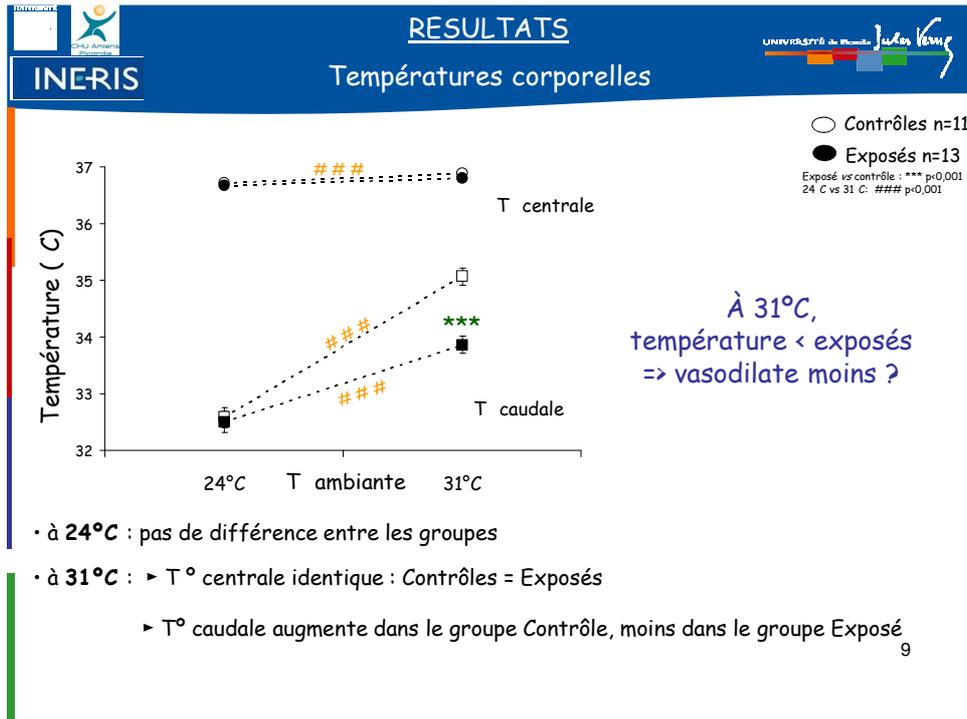


Figure 2 : Résultats sur les températures corporelles

- ✓ L'expérience a été réitérée (à 31°C) en utilisant 5 animaux témoins et 5 exposés auxquels un médicament vaso-dilatateur (la prazosine) a été injecté. Avec ce médicament, il n'y a plus de différence significative entre la température caudale des animaux exposés et ceux non exposés: le médicament agit donc chez les exposés et réduit la vasoconstriction périphérique (Figure 3).

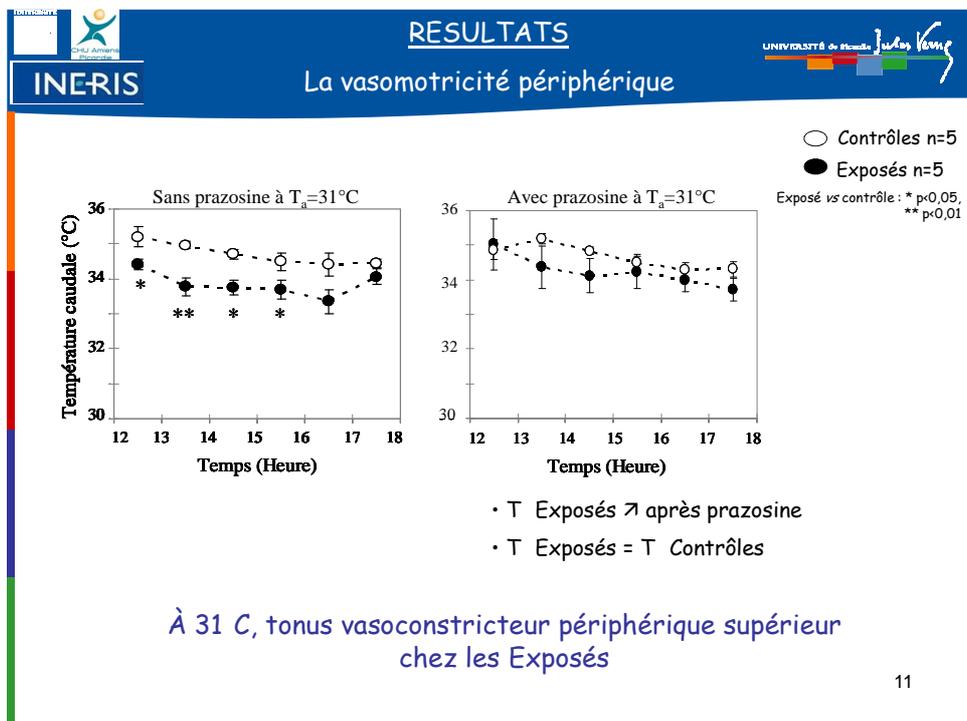


Figure 3 : Résultats sur la vasomotricité périphérique

En conclusion, l'exposition ne modifie pas la température centrale, il n'y a pas d'échauffement corporel global. A 31°C, la température caudale des rats exposés aux RF est inférieure à celle des témoins. L'injection d'un agent vasodilatateur annule le tonus vasoconstricteur périphérique. La commande centrale n'est pas atteinte.

Illustration des principaux résultats sur la consommation alimentaire :

- ✓ Les rats ont une activité motrice plus importante la nuit que le jour, ce pourquoi les enregistrements se font au cours de la journée (période de sommeil). La quantité de nourriture ingérée est donc globalement assez faible à 24°C, sans différence significative entre exposés et non exposés. A 31°C (neutralité thermique pour le rat), les animaux dorment plus et mangent moins. Toutefois, les exposés continuent de manger contrairement aux témoins (Figure 4).

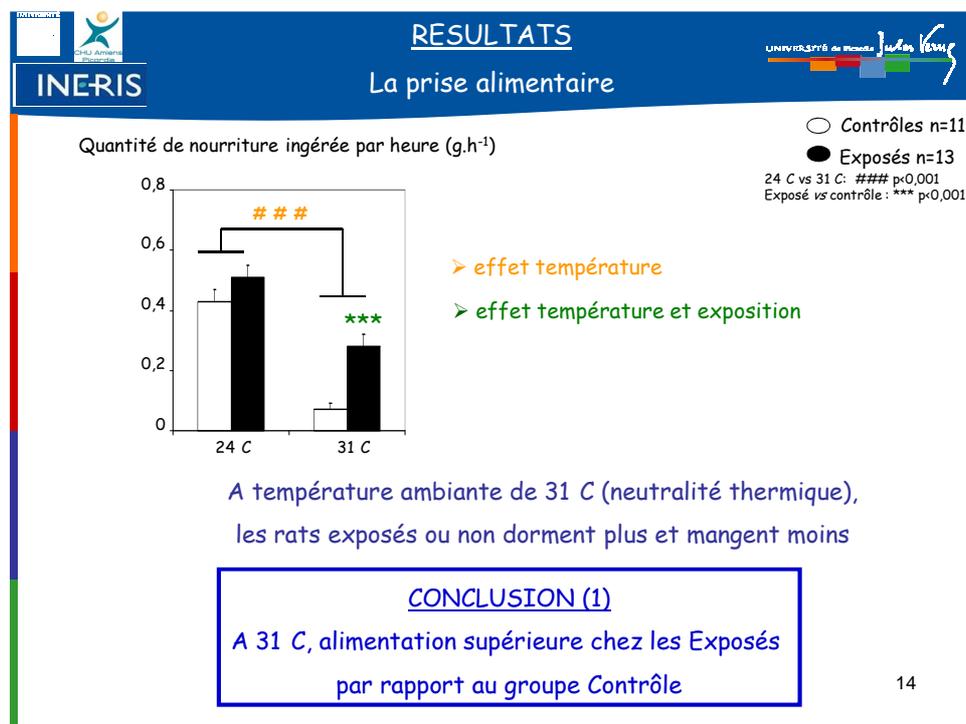


Figure 4 : Résultats sur la consommation alimentaire

En conclusion, à 31°C, les animaux exposés s'alimentent davantage que les animaux non exposés, l'alimentation étant un indicateur des besoins énergétiques. Associée aux résultats sur la température caudale, l'expérience indique une diminution des pertes caloriques et une augmentation des besoins énergétiques. L'exposition chronique aux ondes RF favoriserait donc des mécanismes d'économie d'énergie.

Illustration des principaux résultats observés sur le sommeil :

- ✓ Les durées des phases d'éveil, de sommeil lent et de sommeil paradoxal ont été suivies chez les exposés et les non exposés : la durée totale de la phase d'éveil diminue chez tous les animaux en passant de 24°C à 31°C, la durée des phases de sommeil lent et paradoxal augmente. Il n'y a pas de différence significative entre les exposés et les non exposés s'agissant de la durée totale des phases. Toutefois, la fréquence des épisodes de sommeil

paradoxal est significativement plus importante chez les exposés que chez les non exposés (Figure 5).

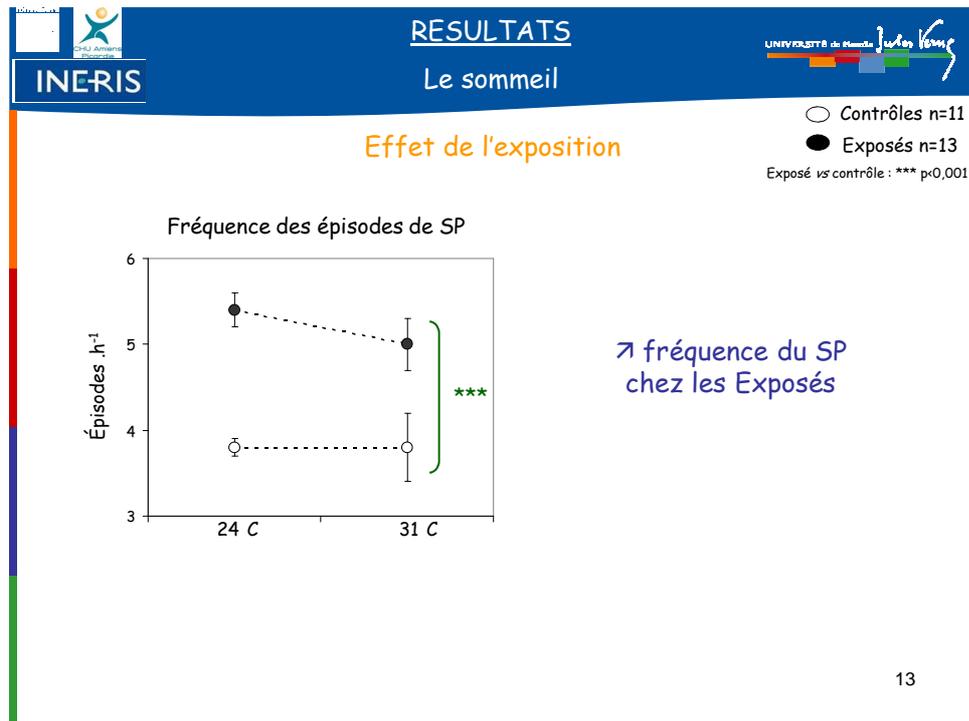


Figure 5 : Effet de l'exposition sur la fréquence des épisodes de sommeil paradoxal

En conclusion, l'exposition aux RF augmente la fréquence des épisodes de sommeil paradoxal chez le jeune rat. Les animaux perçoivent une modification de l'environnement : leur état d'alerte est augmenté.

Questions des participants relatives aux travaux conduits

Mme Pelletier demande des compléments d'information sur les rats utilisés. Il s'agit de rats Wistar¹ mâles, laissés libres de mouvement dans leurs cages. Elle s'interroge aussi sur les modalités de contrôle du bruit de fond électromagnétique. Le Dr de Seze indique que des mesures ont été réalisées par champmètre, analyseur de spectre et dosimètre (Satimo EME Spy 140).

M. Filterman s'interroge sur le système de chauffage utilisé. MM. de Seze et Libert indiquent qu'il s'agit d'un système de climatisation par circuit d'eau. M. Filterman souhaite savoir si des différences de poids corporel ont été observées à l'issue de l'expérience entre rats exposés et non exposés. M. de Seze répond que non et indique que cette observation n'est pas possible dans les conditions expérimentales de l'étude : les quantités d'aliments ingérées le jour (période de sommeil) par les rats sont très faibles au regard de celles ingérées la nuit (période d'activité) et la durée de l'enregistrement à 31°C est limitée dans le temps (6 heures).

M. Glémet demande pourquoi, alors que l'expérience elle-même ne dure que 6 semaines, l'étude dure 3 ans. René de Seze revient sur la préparation logistique de l'expérience (y compris les

¹ Il a été répondu en séance qu'il s'agissait de rats Sprague Dawley. Or il s'agit bien pour cette expérience de rats Wistar de l'élevage Janvier (France), de souche IOPS OFA dont la masse est comprise entre 50 et 75g.

autorisations éthiques), la disponibilité des chambres d'exposition, et surtout le temps nécessaire à l'analyse et à l'interprétation des résultats.

Mme Pelletier demande comment peut se faire l'équilibre de la balance énergétique à 31°C chez les exposés s'ils mangent plus (ingèrent plus d'énergie) et vasodilatent moins (évacuent moins d'énergie). M. Libert précise que l'excès d'énergie peut être stocké, mais sans que cela se voit de façon significative : il faudrait poursuivre les expériences sur une durée plus importante à une température de 31°C pour s'en assurer. René de Seze indique que l'interaction avec le niveau central est probable mais qu'il n'est pas possible compte-tenu de la durée de l'exposition d'indiquer quels seraient les processus initiaux et ceux secondaires.

M. Glémet mentionne que les résultats conforteraient ce qui est observé chez l'homme. Le Dr de Seze ne le pense pas car les troubles du sommeil habituellement explorés chez l'homme à ce jour portent sur la durée totale des différentes phases de sommeil, or celles-ci ne sont pas modifiées dans l'expérience conduite. M. Libert souligne que l'analyse de la qualité du sommeil sur la base de la durée totale du sommeil paradoxal ne démontre en effet pas de trouble, cependant le fractionnement du sommeil paradoxal laisse penser qu'il pourrait y avoir une perturbation de la qualité du sommeil. Or, un tel lien entre la fréquence des épisodes de sommeil paradoxal et la qualité du sommeil n'a jamais été démontré chez l'homme.

Mme Pelletier mentionne une étude conduite en parallèle sur des volontaires sains par N. Loos et souhaiterait savoir si les résultats vont dans le même sens. Le Dr de Seze indique que cette étude porte sur le téléphone portable, et que les gammes d'intensité concernées sont différentes. L'effet ne va pas dans la même direction, mais porte toujours sur les structures vasculaires superficielles. Ce travail est soumis pour publication mais encore non accepté.

Mme Pelletier indique qu'un signal continu d'exposition pourrait minimiser l'effet observé : une modulation du signal aurait davantage d'effet. R de Seze est d'accord avec ce point, et il a été lui-même très surpris d'observer ces effets avec un signal continu aussi faible, ce n'était pas attendu. M. Libert ajoute que c'est d'ailleurs pour cela que l'expérience a été réitérée sur un autre lot d'animaux, pour disposer d'un nombre plus important.

Monsieur Cendrier revient sur la nature des émissions utilisées. René de Seze précise que les ondes RF sont fabriquées sur place par un générateur via une antenne du commerce. Les émissions sont continues, relativement homogènes et artificielles. Il n'y a donc pas d'exposition réelle variable au cours du temps comme celle à laquelle est soumise une personne dans la rue. Si aucune différence n'avait été observée, d'autres tests auraient été réalisés en modulant le signal. Dans la mesure où des différences sont observées en continu, on s'oriente directement sur la recherche des mécanismes d'action.

Mme Madore se demande si des essais similaires ont été conduits sur des aviaires. René de Seze indique qu'il n'y en a pas à sa connaissance en lien avec une exposition aux RF, uniquement aux CEM.

M. Filterman revient sur des études précédentes publiées dans la littérature. Une perte de poids de certaines glandes chez des rats exposés a été observée mais l'influence du bruit, non contrôlé, introduit des biais. Par ailleurs, il s'agissait de niveaux d'expositions plus élevés, associés à des ondes radars. Il se demande si les efforts n'auraient pas pu être concentrés sur une seule température d'expérimentation. René de Seze indique que si l'étude n'avait été effectuée qu'à 24°C, il n'aurait été rien observé. Il faudrait peut-être au contraire tester d'autres températures.

Mme Lecalvez indique qu'il est sain qu'une recherche débouche sur une question. Mais le choix d'autres protocoles aurait pu conduire à d'autres résultats. Elle n'est pas convaincue par la réponse

de M de Seze sur le choix des durées d'exposition. En 3 ans, il lui semble que davantage d'expériences auraient été possibles : pourquoi se limiter alors que des différences sont observées entre exposés et non exposés ? M Libert stipule que l'étude du fractionnement du sommeil paradoxal ne peut se faire que manuellement : elle nécessite un temps de traitement et d'interprétation significatif (pour chaque plage de 20 secondes pendant 6 h par animal...). Si le traitement avait été automatique, il n'aurait porté que sur la durée totale du sommeil paradoxal et rien n'aurait été observé. Cela va dans le sens de poursuivre les investigations sur les mécanismes mis en œuvre (en particulier, des travaux se poursuivent sur la sérotonine). Mme Lecalvez est davantage convaincue par cet argument.

Remarques et recommandations des participants

M. Glémet précise que l'exposition de l'homme se fait sur des durées très longues et évoque l'intérêt de l'exploitation de données issues de pet scan. René de Seze précise que ce n'est actuellement pas envisagé (coût, accessibilité).

Madame Pelletier est très satisfaite que les encéphalogrammes de sommeil soient enfin exploités de façon détaillée. Ils fournissent des indicateurs longs à explorer mais très intéressants.

Philippe Hubert pose la question de la priorité pour la recherche aval : faut-il faire des répliquats pour conforter les résultats de cette première étude ou lancer des études sur les mécanismes pour comprendre les éventuels effets sur la santé associés aux effets biologiques observés ?

René de Seze souhaite donner la priorité à la recherche des mécanismes (types de récepteurs activés, extrapolation animal/homme, durées d'observations plus longues, étude à des températures supérieures...). Il envisage en particulier des travaux avec une caméra infrarouge pour confirmer les effets biologiques observés, sans électrodes sur les animaux pour éviter toute perturbation. D'autres équipes que PériTox devraient cependant répliquer l'étude. M. Libert ajoute que bien qu'on ne puisse pas parler à ce stade de véritables troubles du sommeil, le fractionnement du sommeil paradoxal soulève la question, à long terme, de difficultés de mémorisation et de troubles de l'humeur. Une chose est sûre, l'organisme des rats est perturbé. Ils perçoivent une modification de l'environnement qui les met en alerte. C'est le signe qu'il se passe quelque chose, reste à savoir où et comment. Pour René de Seze, l'une des pistes les plus intéressantes à explorer serait celle du système nerveux sympathique. MM. de Seze et Libert souhaitent conduire des études comportementales pour voir si des processus cognitifs seraient altérés ou pas. A ce stade, dans la plupart des études sur le sommeil, on prive totalement l'animal de sommeil paradoxal ce qui induit un stress important et des déficits cognitifs, mais on ne connaît pas l'effet d'un simple fractionnement. Aucune étude comportementale n'a été faite à des niveaux d'exposition de longue durée et faible intensité. Une telle étude serait indispensable pour évaluer si les effets biologiques observés s'accompagnent d'effets au niveau fonctionnel.

Mme Lecalvez insiste sur l'intérêt dans la progression de la connaissance des mécanismes. Il est important de comprendre si ces effets biologiques observés sur l'animal, pour la première fois sur une durée chronique et à des niveaux environnementaux réellement rencontrés, pourraient expliquer les plaintes de troubles du sommeil des personnes électro-sensibles recensées dans « la vraie vie ». C'est un réel progrès. La plupart des études américaines utilisent des champs qui provoquent des échauffements cérébraux qui viennent certainement biaiser d'autres résultats. Elle apprécie par ailleurs que les discours de M de Seze (médecin toxicologue) et M Libert (physiologiste spécialiste du sommeil) soient complémentaires et nuancés, ce qui enrichit le débat.

Mme Madore apprécie que l'on ne dise pas d'emblée que l'on ne peut pas extrapoler les résultats de l'animal à l'homme. Elle comprend qu'il faut poursuivre les recherches pour s'en assurer mais des

parallèles avec ce qui est observé par les associations au sein de la population électro-sensible se mettent enfin en place et c'est positif.

Mme Lecalvez s'interroge sur la prise en compte de ces travaux dans l'expertise actuelle de l'ANSES. René de Seze pense que ce devrait être le cas.

Mme Villers se demande si ces effets liés à une exposition aux antennes pourraient se cumuler avec ceux des lignes à haute tension. René de Seze indique qu'un cumul d'effets différents serait éventuellement possible, mais pas le cumul sur un même effet : les expositions peuvent s'ajouter mais, à des fréquences différentes, elles n'agiront pas sur les mêmes cibles ni par les mêmes mécanismes a priori (bien qu'ici on ne connaisse pas encore les mécanismes). S'agissant du cumul, Philippe Hubert précise que le phénomène est connu pour les radiations ionisantes.

Mme Madore demande si des modèles d'interaction ou d'effet des expositions ont été mis au point. Philippe Hubert répond que des modèles PBPK/D, des prédictions QSARs etc. ont été construits sur les substances chimiques, pas sur les RF. Parmi les obstacles à la modélisation, il faut mentionner qu'on ne connaît pas les mécanismes ni les structures biologiques sensibles, en particulier à faible intensité d'exposition.

Mme Pelletier demande comment sera financée la suite de l'étude. René de Seze indique que des dépôts de projets sont envisagés à l'APR ANSES et/ou à l'ANR sous 18 mois (le laboratoire du CHU d'Amiens étant en déménagement dans l'immédiat). D'autres programmes sont par ailleurs encore en cours sur les champs à l'INERIS. Philippe Hubert fait la distinction entre financement des structures (PériTox, Ineris) et financement des programmes de recherche. Ces derniers ne financent pas les infrastructures de recherche, cela peut poser à terme des problèmes de pérennité et de formation des jeunes chercheurs. PériTox se repose pour cela beaucoup sur des financements de la région Picardie.

Mme Collard s'interroge sur les relations de l'Ineris avec le pôle « toxicologie-écotoxicologie » de Rovaltain financé par la région Rhône-Alpes depuis 3 ans. Philippe Hubert indique qu'il n'a pas connaissance de travaux de recherche démarrés à Rovaltain. Une consultation est mise en place pour éviter les doublons de programmation. Ce n'est pas simple, Rovaltain s'inscrivant dans une logique de financement et de développement régional.

Mme Collard regrette, sur la base de l'exemple récent de la 4G, que malgré de tels résultats il n'y ait toujours pas d'étude d'anticipation conduite avant le déploiement d'une nouvelle technologie. La technologie reste déconnectée de la réalité de la recherche et de la santé des personnes, sans aucune volonté politique de prévention.

Documents distribués à l'issue de la séance

- Présentation Powerpoint de René de Seze : Effets d'une exposition chronique aux ondes radiofréquences sur la régulation thermique chez le jeune rat. Quelques extraits sont intégrés au présent CR.
- Fiche ONG transmise par e-mail avant la réunion : Effets d'une exposition chroniques aux ondes radiofréquences, disponible sur l'espace ONG du site internet de l'INERIS (www.ineris.fr).

PériTox en bref

L'Unité PériTox est la première unité mixte entre une université (Université de Picardie Jules Verne) et l'INERIS, créée en janvier 2008 dans le prolongement d'une Equipe d'Accueil créée et reconnue depuis 1992. Elle regroupe une équipe transdisciplinaire autour d'un projet fédérateur : l'étude des effets des agents environnementaux toxiques et physiques sur la santé de la femme enceinte et de l'enfant.

INERIS en bref

Domaines d'expertise de l'INERIS :

RISQUES CHRONIQUES

Évaluation de la toxicité et de l'écotoxicité des substances chimiques. Modélisation et surveillance des atteintes à l'homme et à l'environnement générées par les pollutions, les champs électromagnétiques et dues aux installations et aux activités humaines. Réduction de la pollution des milieux ambiants et sols pollués.

RISQUES ACCIDENTELS

Évaluation des risques (incendie, explosion, rejets toxiques, foudre...) liés aux installations industrielles, aux procédés, aux produits, ainsi qu'aux infrastructures et systèmes de transports (tunnels, ports...). Maîtrise des risques par les dispositions technologiques et organisationnelles. Appui technique dans la mise en œuvre des Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).

RISQUES DU SOL ET DU SOUS-SOL

Évaluation et prévention des risques de mouvement de terrain liés aux anciennes exploitations (mines ou carrières), aux stockages souterrains ou à certains sites naturels (versants rocheux, talus, falaises...). Surveillance et auscultation des massifs rocheux ou des ouvrages. Évaluation des risques liés aux eaux souterraines et aux émanations gazeuses du sol.

SÉCURITÉ DES ÉQUIPEMENTS ET DES PRODUITS

Connaissance et classification des produits énergétiques et autres produits dangereux. Fiabilité des dispositifs technologiques de sécurité. Évaluation de la conformité réglementaire et normative des systèmes, matériels et produits dont les produits explosifs et pyrotechniques.

CONSEIL EN MANAGEMENT DES RISQUES

Conseil et accompagnement dans la mise en place de systèmes de management Hygiène, Santé, Sécurité, Environnement (HSSE). Aide à l'intégration des systèmes de management QHSE. Développement d'outils de diagnostic et analyse des causes humaines et organisationnelles après un accident. Suivi et diagnostic réglementaires.

Portail INERIS [www.ineris.fr]

Contacts INERIS

Ginette Vastel, Directrice de la communication
ginette.vastel@ineris.fr / 03 44 55 66 08

Céline Boudet, Responsable ouverture et dialogue avec la société
celine.boudet@ineris.fr / 03 44 55 65 95