

Conférence du Prof. Dr. med. Franz Adlkofer,
Directeur scientifique de la Fondation VERUM,
coordinateur du programme REFLEX.

Méthode et résultats

Il est absolument impossible de présenter la multiplicité des résultats qui seront publiés début de l'année prochaine après accord avec l'UE. Je me limite donc au domaine de Radio Frequency (RF-EMF) important pour la télécommunication et j'en présenterai les résultats les plus intéressants, c'est-à-dire ceux qui indiquent un effet de toxicité pour les gènes de la part des RF-EMF. Malheureusement ces résultats sont jusqu'ici soit ignorés, soit – lorsque cela n'est plus possible – critiqués comme étant éminemment douteux, ceci de la part des milieux concernés. A vous de faire votre propre opinion. Ce sont surtout 2 des 12 groupes de travail qui sont responsables des résultats de recherche, ceux du Prof. Tauber de l'Université Libre de Berlin et ceux du Prof. Rüdiger de l'Université de Vienne. Les recherches du Prof. Leszczynski de Helsinki sont intéressantes, car elles montrent à quoi ressemblera la future recherche EMF in vitro.

– L'idée de base sur laquelle s'est fondée le Projet REFLEX était la suivante :

La recherche épidémiologique et l'expérimentation sur les animaux n'étaient pas en mesure jusqu'à ce jour, et ce malgré des efforts de dizaines d'années, de répondre à la question fondamentale, à savoir si les EMF représentent un risque pour la santé des humains. C'est pourquoi le projet REFLEX s'est proposé comme objectif de trouver si, pour une telle hypothèse, les conditions préalables sur le plan cellulaire ou moléculaire étaient remplies. Si ceci n'était pas le cas, on pourrait économiser toutes autres dépenses pour la recherche d'effets biologiques nocifs des EMF.

De quel ordre sont ces conditions préalables ? Il s'agit d'un nombre relativement faible d'événements cellulaires critiques, c'est-à-dire de mutations de gènes, de dérégulations de la prolifération des cellules et de la mort programmée des cellules appelée apoptose, et, en tant que cause ou effet de ces événements, les modifications de l'expression des gènes et des protéines. Tous ces événements doivent se conjuguer pour conduire au développement d'une maladie. Notre hypothèse de

départ fut que même en recourant aux techniques d'études les plus modernes nous ne serions pas capables de pouvoir apporter la preuve que les EMF peuvent influencer négativement le programme de cellules vivantes. Comme vous allez le voir, les choses se sont passées autrement qu'attendues.

- La méthode : des études en double aveugle

Les caissons d'exposition dans lesquelles les différents systèmes de cellules ont été exposés aux EMF ont été construits par le Prof. Kuster de l'ETH de Zurich et ont été mis à la disposition de tous les groupes REFLEX. Le Prof. Kuster, l'un des très rares experts internationalement reconnus dans ce domaine de recherche, était responsable, dans le Projet REFLEX, tant du contrôle de qualité technique que de la dosimétrie. Le caisson d'exposition du Prof. Kuster permet des études en double aveugle. Qu'est-ce que cela signifie ? Ce n'est pas le chercheur mais l'ordinateur qui détermine lequel des deux caissons sera soumis au rayonnement. Immédiatement après l'exposition, le code pour chacun des échantillons est envoyé à Zurich. Ensuite on procède aux mesures prévues, sans savoir lequel des deux caissons contient les échantillons exposés. Ce n'est que lorsque ceci a été réalisé que le code nécessaire pour l'exploitation des données a été communiqué par Zurich. L'objectif de ce procédé est d'exclure à l'avance l'influence d'attentes subjectives du côté du chercheur. Des recherches dans le domaine des EMF sans évaluation à l'aveugle sont à mon avis sans intérêt. Malheureusement cette évidence ne s'est pas encore généralisée jusqu'à ce jour dans la recherche sur les EMF.

On a joué sur deux variables :

- la valeur du SAR : ont été retenus les valeurs comprises entre 0,2 à 3,0 W/kg alors que la norme réglementaire s'élève à 4,00W/kg)
- la durée d'exposition

Les principaux résultats :

Apparition des micronucleus dans les cellules HL60 après l'exposition aux RF-MEF

Pour analyser l'effet génotoxique des RF-EMF, le groupe de travail de Berlin a utilisé le test micronucleus et l'Assay Comet. Les cellules qui étaient exposées aux RF-EMF étaient des cellules HL60, c'est-à-dire des promyelocytes humains, donc un préstade de la formation du sang.

Un accroissement des micronucléi dans les cellules se divisant indique que soit le programme de la division cellulaire est perturbé soit – ce qui pourrait être le cas ici – que du matériau des cordes ADN fractionné lors de la division cellulaire n'a plus pu être intégré au génome, mais prend l'apparence d'un petit noyau séparé. On a pu démontrer l'apparition de tels micro-noyaux dans des cellules HL60 après que leur exposition aux RF-EMF.

_Occupational Health,

l'accroissement des micronucleus dans les cellules HL60 après l'exposition aux RF-MEF dépend de la valeur SAR

1800 MHz, continuous wave, 24h

_Clinical Chemistry, Free University of Berlin, Germany

Que se passe-t-il lorsque des cellules HL60 sont exposées aux RF-EMF avec des valeurs croissantes SAR ? Les micronuclei augmentent dramatiquement. A l'accroissement rapide des micronuclei avec 1,3 W/kg suit une chute rapide jusqu'à ce qu'on atteigne à nouveau , pour 3,0 W/kg, la valeur de départ. La raison de ce comportement paradoxal ? Nous ne le savons pas.

L'accroissement des micronuclei dans des cellules HL60 dépend de la durée d'exposition

1800 MHz, continuous wave, 1,3 W/kg, 24h

_Clinical Chemistry, Free University of Berlin, Germany

Que se passe-t-il lorsque des cellules HL60 sont exposées à des durées différentes aux RF-EMF pour une valeur SAR de 1,3 W/kg ? Le nombre de micronuclei accroit continuellement de la 6ème à la 72ème heure. La dernière valeur représente un contrôle positif avec des rayons radio ionisés.

Accroissement des micronucléi dans des cellules HL60, comparaison entre une exposition fictive et une exposition RF-EMF

1800 MHz, SAR 1,3 W/kg, 24h, continuous wave, intermittent 5' on / 10' off,

217 Hz pulse, DTX TALK

_Clinical Chemistry, Free University of Berlin, Germany

On a comparé la fréquence des micronuclei entre des cellules HL60 à exposition fictive et des cellules HL60 exposées aux RF-EMF. La valeur SAR s'éleva à 1,3 W/kg. Divers signaux RF-EMF sont résumés. La différence est hautement significative.

Une image caractéristique après exposition de cellules HL60 aux RF-EMF

_Clinical Chemistry, Free University of Berlin, Germany

Venons-en au Comet-Assay dont la forme alcalique – comme pratiqué à Berlin – indique l'accroissement de ruptures de cordes ADN particulières et doubles lorsqu'on arrive à une lésion ADN. Il se produit lorsque des cellules HL60 sont exposées soit à des RF-EMF non ionisés le même phénomène que celui que l'on observe après exposition aux rayonnements radiologiques ionisés. Dans les deux cas se produit une comète à une queue plus ou moins longue. Plus cette queue est longue et opulente, plus il faut compter avec une lésion ADN accrue.

L'émergence de ruptures de cordes ADN dans des cellules HL60 après exposition aux RF-EMF dépend de la valeur SAR.

1800 MHz, continuous wave, 24h

_Clinical Chemistry, Free University of Berlin, Germany

Que se passe-t-il dans le Comet-Assay lorsque des cellules HL60 sont exposées aux RF-EMF avec des valeurs croissantes de SAR ? Les ruptures de cordes ADN particulières et doubles augmentent. L'accroissement rapide des ruptures de cordes ADN pour 1,3 W/kg est suivi d'une chute rapide jusqu'au retour à la valeur initiale avec 3,0 W/kg. Si vous vous souvenez de ce qui a été observé concernant l'accroissement des micronuclei, celui-ci lui ressemble dans une large mesure ce qui laisse supposer que pour les deux cas il y a une même cause.

Le développement de ruptures des cordes ADN dans des cellules HL60 après l'exposition aux RF-EMF est dépendant de la durée d'exposition.

1800 MHz, continuous wave, 1,3 W/kg, 24h

_Clinical Chemistry, Free University of Berlin, Germany

Que se passe-t-il dans le Comet-Assay lorsque des cellules HL60 sont exposées aux RF-EMF pour une valeur SAR de 1,3 W/kg sur une durée variable ? Le nombre de ruptures de cordes ADN augmente de la 6ème heure à la 24ème heure, pour diminuer ensuite à nouveau. Ce sont d'autres recherches qui nous ont appris la cause de cette chute. Après une durée d'exposition d'environ 16 à 24 heures le système de réparation cellulaire est tellement activé que la réparation de la lésion ADN sème la lésion ADN.

Ruptures des cordes ADN dans des cellules HL60, comparaison entre exposition fictive et exposition aux RF-EMF

1800 MHz, SAR 1,3 W/kg, 24h

continuous wave, intermittent 5' on/10' off, 217 Hz pulse, DTX TALK
_Clinical Chemistry, Free University of Berlin, Germany

On a comparé le taux de rupture de corde ADN entre des cellules HL60, à exposition fictive et à exposition aux RF-EMF. La valeur SAR s'élevait à 1,3 w/kg.. Comme pour les micronuclei, la différence est à nouveau hautement significative.

Comet-Assay alcalique, accroissement des ruptures particulières ou doubles des cordes ADN dans des fibroblastes humains après exposition aux RF-EMF

1800 MHz, SAR 2 W/Kg

_Occupational Health, University of Vienna, Austria

Pour documenter l'effet genotoxique des EMF, le groupe de travail de Vienne a utilisé le test micronucleus, le Comet-Assay et l'analyse des chromosomes. Il a pu montrer que des signaux RF-EMF différents – en exposition continue, en exposition intermittente, modulée à 217 Hz ou modulée talk – accroît le taux de ruptures de cordes ADN dans des fibroblastes humains, et que ces effets sont corrélés à la durée d'exposition. On ne voit presque rien après 4 heures, mais une grande quantité au bout de 16 et 24 heures.

Comet-Assay neutre, accroissement des ruptures de cordes ADN doubles dans les fibroblastes humains, après exposition aux RF-EMF.

1800 MHz, SAR 2 W/kg

_Occupational Health, University of Vienna, Austria

Tandis que dans l'expérimentation précédente on a mesuré l'ensemble des ruptures ADN individuelles et doubles avec le Comet-Assay alcalin, on ne saisit, avec le Comet-Assay neutre, que les ruptures des cordes ADN doubles. Avec le Comet-Assay neutre il résulte une courbe similaire à celle obtenue avec le Comet-Assay alcalin, mais la montée des ruptures ADN est moindre comme nous l'attendions. Mais ce qui est déterminant c'est la preuve des doubles ruptures de cordes ADN. Tandis que des ruptures individuelles des cordes ADN des cellules peuvent se réparer facilement et rapidement, approximativement sans trop d'erreurs, ceci n'est pas le cas pour les doubles ruptures de cordes ADN. La réparation se fait occasionnellement avec des fautes.

Comet-Assay alcalin ou Comet-Assay neutre, accroissement des ruptures individuelles et doubles des cordes ADN dans des cellules granulosa de rats après exposition aux RF-EMF

1800 MHz, SAR 2 W/kg

_Occupational Health, University of Vienna, Austria

Ces expériences ont permis de montrer que les cellules de rats se comportent d'évidence, lorsqu'on les expose aux RF-EMF, tout à fait comme les fibroblastes humains. _Ceci vaut tant pour l'utilisation du Comet-Assay alcalin que pour celui qui est neutre.

Accroissement des ruptures de cordes ADN après des expositions intermittentes aux RF-EMF

GSM basic signal 1950 MHz

intermittent 5' on / 10' off

_Occupational Health, University of Vienna, Austria

Ici il s'agit de l'expérience la plus récente provenant de Vienne : Il semble ne pas y avoir de différence si on expose des fibroblastes humains aux RF-EMF pour une valeur SAR de 1 W/kg ou pour une valeur de 2 W/kg. Si on se souvient des résultats provenant de Berlin, le sommet se trouve vraisemblablement au milieu, mais il faudrait encore le prouver. L'accroissement des ruptures ADN est supérieur dans le Comet-Assay alcalin que dans le Comet-Assay neutre et dépend à son tour de la durée d'exposition.

Accroissement des ruptures ADN dans les fibroblastes après exposition permanente aux RF-EMF.

GSM basic signal 1950 MHz continuous exposure

_Occupational Health, University of Vienna, Austria

SAR 1 W/kg

SAR 2 W/kg

A la différence de l'expérience précédente, on n'a pas procédé à une exposition intermittente des fibroblastes aux RF-EMF pour 1 W/kg et 2 W/kg, mais de manière continue. Ce qui frappe c'est que l'accroissement du taux des ruptures ADN est nettement plus faible. L'enseignement à en tirer : Visiblement ce n'est pas seulement la valeur SAR et la durée d'exposition qui sont déterminantes, ce qui semble avoir une importance semblable c'est de voir s'il s'agit d'une exposition intermittente ou continue.

Aberrations des chromosomes après l'exposition aux RF-EMF de fibroblastes humains

ELF-EMF 1000 μ T,

50Hz, 15h, 5' on/10' off

RF-EMF, GSM basic,

1950 MHz, 1 W/kg, 24h

_Occupational Health, University of Vienna, Austria

L'analyse des chromosomes du groupe de travail de Vienne a donné comme résultat que ce sont tant des basses fréquences que des hautes fréquences EMF qui peuvent provoquer des aberrations de chromosomes dans les fibroblastes humains. Apparemment la réparation de l'ADN dans les cellules ne se fait pas suffisamment sans fautes pour qu'on puisse exclure des dommages ultérieurs.

Pour ce qui concerne les expériences du Prof. Leszczynski de Helsinki : Il observa que les RF-EMF renforcent dans les cellules endothel humains la synthèse et la phosphorylation entre autres des HSP (protéines de stress) 27. Il en déduisit 2 hypothèses en recourant à la bibliographie scientifique actuellement disponible :

* a) HSP 27 accroît à travers une cascade d'événements la perméabilité de la barrière encéphalo-hématologique ce qui rend possible l'entrée d'éléments cancérigènes du sang dans le cerveau et contribue ainsi au développement de tumeurs.

* b) HSP 27 freine à travers une cascade d'événements l'apoptose ce qui fait que des cellules souffrant déjà de dégénérescence cancéreuse échappent au suicide programmé de ces cellules et peuvent donc continuer leur développement vers une cellule cancéreuse.

Aucune de ces hypothèses n'est prouvée jusqu'à ce jour, et on peut se poser la question si elles sont valables, d'autant plus que les propriétés positives de HSP 27 pourraient très bien dépasser les négatives. Ce qui est excellent, toutefois, c'est que les deux hypothèses – à longue échéance – sont accessibles à un contrôle scientifique et qu'elles ouvrent la voie à des possibilités d'études dont nous disposons aujourd'hui sous les termes de Genomics et Proteomics.

Résumé et conclusions finales

* 1) Il résulte des études in vitro dans le cadre du Projet REFLEX que les RF-EMF sont à même de produire, en-dessous des limites de sécurité actuellement en vigueur, des ruptures ADN dans certaines cellules vivantes, mais absolument pas dans toutes, et d'augmenter le nombre de micronuclei et d'aberrations de chromosomes. A partir de ces résultats il faut supposer que les RF-EMF exercent un effet genotoxique sur divers systèmes de cellules. Si on peut aussi analyser ces effets genotoxiques in vivo, ceci n'a pas été étudié suffisamment jusqu'ici.

* 2) A partir des études in vitro dans le cadre du Projet REFLEX il résulte aussi que les RF-EMF en-dessous des limites de sécurité actuellement en vigueur sont capables de modifier l'expression des gènes et des protéines dans les divers systèmes de cellules. La dimension de la réponse des cellules dépend d'évidence de l'arrière-fond génétique. L'état actuel des recherches ne permet pas de prédire quels processus cellulaires sont influencés par les RF-EMF comme suite d'une expression modifiée des gènes et des protéines de telle manière que la latitude physiologique sera dépassée par en-dessous ou par-dessus.

* 3) A partir des recherches in vitro dans le cadre du Projet REFLEX on n'obtient pas des preuves convaincantes à savoir que les RF-EMF en-dessous des limites de sécurité actuellement en vigueur sont capables d'avoir une influence sur la prolifération, la différenciation et l'apoptose de cellules. Comme une régulation erronée de la prolifération de cellules, de la différenciation des cellules et de l'apoptose constitue la base de toutes les maladies chroniques tels que cancer et Alzheimer et que tout au moins jusqu'ici on ne peut pas exclure avec certitude une influence indirecte par les RF-EMF, la clarification de cette question doit être au centre des recherches futures.

* 4) En résumé il faut constater que les données de REFLEX ne documentent nullement un lien causal entre l'exposition aux RF-EMF et le développement de maladies chroniques ou seulement de troubles fonctionnels. Mais ils accroissent la probabilité d'une telle supposition. Le progrès obtenu par ce travail consiste essentiellement d'avoir ouvert de nouvelles voies sur la manière d'orienter la recherche future. Tant que la situation du savoir est incomplète, les données REFLEX confortent la conviction que le principe de précaution pour la protection de la population devra être reconnu par les décideurs de l'industrie et de la politique.

Suivent les noms de ceux qui m'ont fourni des informations. Sans leur travail le Projet REFLEX n'aurait pas pu se réaliser :

Adlkofer F, Alegris G, Agostani C, Bazan E, Behnsen J, Benfante R, Bersani F, Bianchi E, Billaudel B, Blyszczuk P, Breidert S, Capri M, Catellani G, Cid MA, Clementi F, Dertinger H, Diem E, Enders O, Fichtner DW, Fitzner R, Fornasari D, Franceschi C, Franz-Hainzl E, Gminski R, Gotti C, Haro E, Ivancsits S, Jahn O, Jokela K, Kallonen T, Kania G, Kianfar H, Köttgen B, Kolb HA, Kontturi P, Krienke P, Kruppa-Stabrin M, Kuokka R, Kuster N, Lagroye I, Langer E, Leal J, Leszczynski D, Luukkämäki M, Martinez A, Meier K, Mersirca P, Monti D, Ngezahayo

A, Nikolova T, Oesch W, Poulletier de Gannes F, Reimers D, Reivinen J, Rolletschek A, Rüdiger HW, Salvioli S, Scarcella E, Scarfi MR, Schlatterer K, Schuderer J, Sihvonen AP, Sommerfeld S, Steffens M, Tammio H, Tauber R, Toivo T, Trillo A, Ubeda A, Ventura C, Veyret B, Weiss O, Wobus AM.

Traduction : Marion Dupuis (coordinatrice Priartem)