

Le présent **numéro spécial** de la Newsletter BERENIS contient une évaluation détaillée de deux nouvelles études sur le cancer chez la souris et le rat exposés à vie aux rayonnements de haute fréquence :

- 1) « Étude NTP », États-Unis (NTP 2018a, 2018b, 2018c ; Wyde *et al.* 2016, 2018a, 2018b)¹
- 2) « Étude Ramazzini », Italie (Falcioni *et al.* 2018)

Une version abrégée de cette évaluation figure dans la [Newsletter 15/2018](#).

Évaluations de l'étude NTP et de l'étude Ramazzini

Au cours des derniers mois, les résultats de deux études approfondies de grande envergure ont été publiés. Elles ont été réalisées sur des rats et des souris de laboratoire afin d'étudier le potentiel cancérigène de l'exposition à vie aux champs électromagnétiques de haute fréquence (CEM-HF) chez des animaux en cage non attachés. L'étude effectuée dans le cadre de l'*U.S. National Toxicology Program* (NTP) s'est concentrée sur l'exposition aux téléphones portables (NTP 2018a, 2018b, 2018c ; Wyde *et al.* 2018a, 2018b), tandis que l'étude de l'Institut Ramazzini (Italie) s'est focalisée sur le champ lointain, et donc sur l'exposition des passants aux stations de base ou aux téléphones portables (Falcioni *et al.* 2018). Dans ce qui suit, ces études sont appelées « étude NTP » et « étude Ramazzini ». Contrairement à de nombreuses autres études évaluant la cancérigénicité ou la co-cancérigénicité, les animaux de ces deux études n'ont pas été placés dans des tubes étroits en vue de l'exposition, mais laissés libres de leurs mouvements dans leurs cages lors des tests. Cela a réduit le stress causé par le manque d'espace et a permis d'allonger la durée des expositions.

Étude NTP : contexte et méthodes

En mai et juin 2016, les premiers résultats de la plus vaste étude animale jamais réalisée à ce jour sur la question de savoir si le rayonnement de la téléphonie mobile augmentait le risque de cancer chez le rat et la souris (Wyde *et al.*, 2016 ; voir [BERENIS-Newsletter 7/2016](#)) ont été publiés. En février 2018, les rapports complets provisoires du projet ont été publiés pour le groupe d'experts. L'ensemble du processus d'évaluation a été transparent et les données détaillées sont accessibles au public. Les procédures et analyses expérimentales ont été décrites précisément dans les rapports techniques provisoires du NTP (NTP 2018b, NTP 2018c) et toutes les données et tous les détails sont librement accessibles à tous. Les commentaires de l'audition publique ont également été publiés sur le site Internet du NTP. Bien que les résultats de l'étude n'aient pas encore été publiés dans une revue scientifique, la procédure et les résultats de l'étude ont récemment été examinés par un groupe indépendant d'experts de diverses disciplines telles que la pathologie et la dosimétrie (NTP 2018a). Le 1^{er} novembre 2018, le NTP a publié les rapports techniques finaux (NTP 2018d, 2018e) après examen des commentaires des experts.

¹ Déjà discuté en partie dans la [Newsletter 07/2016](#).

L'étude a été menée dans le cadre de l'*U.S. National Toxicology Program (NTP)* sur mandat de l'*U.S. Food and Drug Administration (FDA)*. Les animaux ont été exposés à vie². Des souris B6C3F₁³ des deux sexes ont été exposées à des signaux GSM ou CDMA⁴ modulés à 1900 MHz avec un TAS pour le corps entier⁵ de 2,5, 5 ou 10 W/kg. Des rats Sprague-Dawley mâles et femelles ont été exposés à des signaux GSM ou CDMA modulés à 900 MHz, les valeurs de TAS ayant été de 1,5, 3 ou 6 W/kg. Différentes fréquences ont été choisies pour obtenir une distribution similaire de l'exposition aux CEM chez les rats et les souris. Ceux-ci ont été soumis à exposition par intermittence (10 min on et 10 min off) durant 18 h/j et 7 j/semaine. La durée de l'exposition cumulative quotidienne était de 9 h et 10 min. Il est à noter que les animaux étaient dans des cages dans lesquelles ils pouvaient se mouvoir librement lors de l'exposition. Cela contraste avec de nombreuses autres études utilisant des expositions de type carrousel, dans lesquelles les animaux avaient été introduits et maintenus durant quelques heures par jour dans des tubes étroits⁶. Dans l'étude NTP, les animaux ont été exposés à vie, soit 107 semaines pour les rats et respectivement 106 et 108 semaines pour les souris mâles et femelles, l'exposition ayant débuté dès avant la naissance (exposition des mères), au cinquième jour de la gestation⁷. Des contrôles d'expositions simulées ont été effectués simultanément. La valeur TAS a été maintenue constante tout au long de la vie des animaux⁸. Pour chaque condition d'exposition, on a expérimenté avec 90 animaux mâles et 90 animaux femelles.

Valeurs TAS des études animales et valeurs limites (échelle logarithmique)

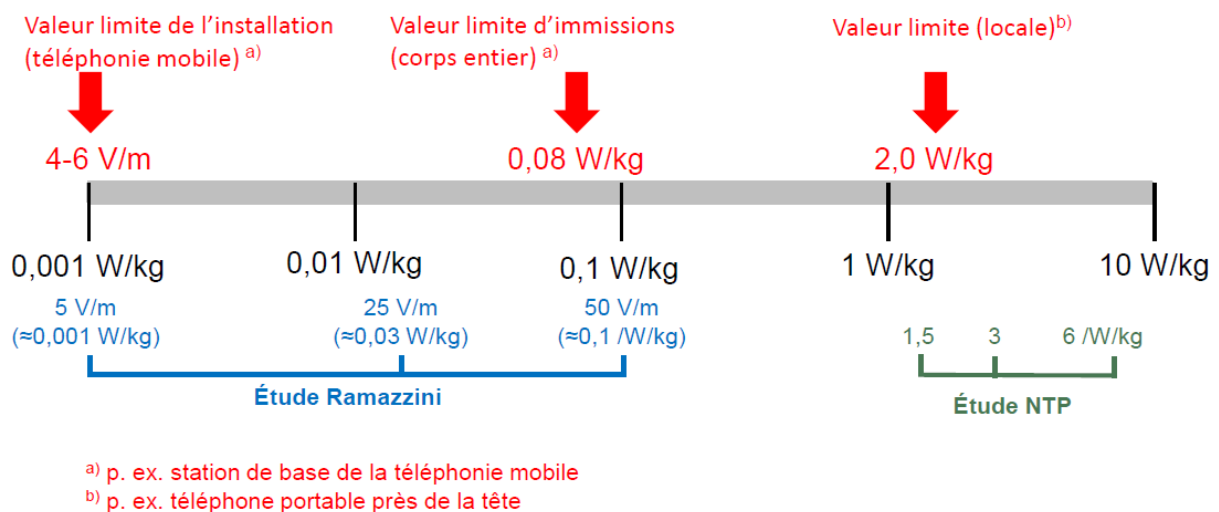


Figure 1 : Comparaison des valeurs TAS des études animales avec les valeurs limites (échelle

² Il s'agit d'un *bioassay*.

³ Cette souche a été sélectionnée par le *National Cancer Institute for Cancer-Bioassays* ; le NTP l'utilise depuis 1978 pour effectuer des *bioassays* de deux ans.

⁴ GSM = Global System for Mobile Communications (2G) ; CDMA = Code Division Multiple Access (3G)

⁵ TAS = taux d'absorption spécifique

⁶ L'étude PERFORM A, un *bioassay* de deux ans avec exposition du corps entier des animaux dans des tubes étroits pendant 2 h/j, a constitué une exception.

⁷ À l'âge de 21 à 34 jours, les animaux ont été répartis par groupes de trois au maximum, de même sexe ; à l'âge de 35 jours, en cages individuelles.

⁸ Les intensités de champ ont été adaptées à la croissance des animaux, l'absorption du rayonnement par ces derniers dépendant de leur taille.

logarithmique)

Étude NTP : résultats

Les indications relatives aux effets liés à la cancérogénicité⁹ ont été classées dans les catégories « indications sans équivoques », « quelques indications », « indications douteuses » ou « aucune indication ». Les principales conclusions de l'étude NTP (NTP 2018d, 2018e) concernent les fortes expositions aux CEM-HF utilisés par les téléphones mobiles ; celles-ci sont en effet associées à

- des *indications sans équivoques*¹⁰ de tumeurs cardiaques chez les rats mâles ; ces tumeurs étaient des schwannomes malins ;
- *quelques indications*¹¹ de tumeurs dans le cerveau des rats mâles ; ces tumeurs étaient des gliomes malins ;
- *quelques indications* de tumeurs dans la médullosurrénale des rats mâles ; ces tumeurs étaient des phéochromocytomes bénins, malins ou combinés.

Les classifications décrites dans le chapitre suivant renvoient à l'évaluation réalisée en mars 2018 par le groupe indépendant d'experts¹² mandaté par le NTP dans l'optique des résultats préliminaires du NTP publiés en février 2018. Toutefois, l'évaluation finale du NTP publiée en novembre 2018 ne diffère pas de celle de l'organe indépendant d'évaluation par les pairs en ce qui concerne ses principales conclusions.

Exposition aux signaux GSM : le nombre de cas de schwannomes cardiaques a augmenté chez les rats mâles parallèlement à l'augmentation du TAS et l'effet était statistiquement significatif pour le groupe le plus exposé comparativement aux animaux exposés de façon simulée (5 cas contre 0) (Wyde 2018 ; NTP 2018a, 2018c). Le groupe indépendant d'experts et le rapport final du NTP publié en novembre 2018 ont conclu qu'il existe des *indications sans équivoques* de cancérogénicité de l'exposition en ce qui concerne les schwannomes cardiaques malins. S'agissant des gliomes malins dans le cerveau et l'apparition de phéochromocytomes (bénins, malins ou combinés) dans la médullosurrénale, le groupe a conclu qu'il y avait *quelques indications* de cancérogénicité chez les rats mâles. Chez ceux-ci, le groupe d'experts a également évalué les résultats quant à leur indication de cancérogénicité en ce qui concerne les adénomes ou carcinomes combinés dans la prostate, les tumeurs à cellules granuleuses bénignes ou malignes dans le cerveau, l'apparition d'adénomes dans le lobe antérieur de l'hypophyse (glande pituitaire) et l'apparition d'adénomes ou de carcinomes (combinés) du pancréas et a considéré les *indications* comme *douteuses*¹³.

Chez les rats mâles exposés à des signaux GSM (900 MHz), le nombre de lésions non néoplasiques (hyperplasie) a augmenté dans le cœur, le cerveau et la prostate. Chez les rats femelles exposés aux mêmes signaux, on a observé une augmentation du nombre de lésions non néoplasiques dans le cœur, la glande thyroïde et les glandes surrénales.

Chez les souris mâles, le groupe d'experts a évalué les résultats quant à leur cancérogénicité en ce qui concerne l'apparition combinée de fibrosarcomes, de sarcomes ou d'histiocytomes fibreux malins

⁹ La cancérogénicité a été définie comme l'apparition de tumeurs malignes, de combinaisons de tumeurs malignes/bénignes et de tumeurs bénignes dont on sait qu'elles pourraient évoluer vers des tumeurs malignes.

¹⁰ « clear evidence »

¹¹ « some evidence »

¹² Sous-comité du comité consultatif scientifique du NTP

¹³ « equivocal evidence »

dans la peau, d'adénomes alvéolaires et bronchiolaires ou de carcinomes (combinés) du poumon et a considéré les *indications* comme *douteuses*, comme chez les souris femelles pour ce qui est des lymphomes malins dans tous les organes (NTP 2018a, 2018b).

Exposition aux signaux CDMA : chez les rats mâles, le groupe d'experts a évalué les résultats quant à la cancérogénicité en ce qui concerne les schwannomes cardiaques malins et les a considérés comme *sans équivoques*. Là aussi, l'augmentation du nombre de cas chez les rats mâles exposés au CEM-HF était statistiquement significative comparativement aux rats exposés de façon simulée (6 cas contre 0). Comme chez les rats mâles exposés aux signaux GSM, les résultats vont dans le sens d'une relation dose-effet. Toujours chez les rats mâles, le groupe d'experts a trouvé *quelques indications* de cancérogénicité en ce qui concerne les gliomes malins du cerveau. Des *indications douteuses* d'activité cancérogène chez les rats mâles ont été observées pour les adénomes du lobe antérieur de l'hypophyse et les adénomes ou carcinomes (combinés) du foie.

Chez les rats femelles, le groupe d'experts a trouvé des *indications douteuses* de cancérogénicité en ce qui concerne les gliomes malins du cerveau et les phéochromocytomes (malins, bénins ou combinés) de la médullosurrénale et la présence de schwannomes cardiaques malins (NTP 2018a et 2018c).

Chez les rats mâles, un nombre accru de lésions non néoplasiques dans le cœur, le cerveau et la prostate a été observé. Une augmentation du nombre de lésions non néoplasiques dans le cerveau a été constaté chez des rats femelles exposés à des signaux CDMA (900 MHz).

Chez les souris mâles, le groupe d'experts a évalué comme *douteux* les résultats relatifs à la cancérogénicité en ce qui concerne l'hépatoblastome, de même que ceux concernant les lymphomes malins dans tous les organes des souris femelles (NTP 2018a et NTP 2018b).

Les rats mâles du groupe de contrôle ont présenté des durées de survie significativement plus courtes pour les deux modulations comparativement à presque tous les groupes exposés aux CEM-HF. Cela a été pris en compte dans l'analyse statistique.

Étude Ramazzini : méthodes et résultats

Dans l'étude italienne de la Fondation Ramazzini (Falcioni *et al.* 2018), des rats mâles et femelles ont été exposés à un signal de 1,8 GHz avec des intensités de champ de 0, 5, 25 et 50 V/m. Cette exposition est similaire à celle due aux CEM émis par les stations de base GSM et correspond à des valeurs moyennes de TAS pour le corps entier estimées à 0,001, 0,03 et 0,1 W/kg. Les animaux ont été exposés 19 h/j dans leurs cages, à partir du 12^e jour de gestation dans l'utérus jusqu'à leur mort naturelle. Par rapport à l'étude NTP, les groupes étaient plus grands (200 à 400 animaux) et 2248 animaux au total ont été utilisés.

La publication fait état de l'apparition de gliomes et de schwannomes cardiaques. En ce qui concerne l'ingestion de nourriture et le taux de survie, qui sont deux indicateurs importants de la santé animale, aucune différence n'a été observée entre les animaux exposés aux CEM-HF et les animaux soumis à une exposition simulée. Chez les rats mâles exposés à la dose maximale de CEM-HF (50 V/m), on a observé une augmentation significative de 1,4 % de l'incidence des tumeurs de schwannome cardiaque. Dans le groupe de contrôle correspondant, aucun schwannome n'est apparu chez les animaux mâles (incidence tumorale : 0,0 %) et quatre cas ont été observés chez les femelles (incidence tumorale : 1,0 %)¹⁴. Les hyperplasies des cellules schwanniques observées chez les deux sexes

¹⁴ Lors des contrôles historiques correspondants, on a observé une incidence de tumeurs de 0,6 % chez les rats mâles et de 0,3 % chez les rats femelles.

semblaient fonction de la dose, mais de manière non significative. De plus, les rats femelles ont présenté une incidence plus élevée de tumeurs cérébrales malignes (gliomes), mais cette augmentation n'était pas statistiquement significative (Falcioni *et al.* 2018).

Comparaison et évaluation des deux études (focalisées sur les schwannomes et les gliomes)

Les études NTP et Ramazzini reflètent l'état de l'art dans la conduite d'études animales en appliquant à la fois les directives strictes des « Bonnes Pratiques de Laboratoire » (BPL) et des procédures pathologiques et statistiques avancées tout au long de la procédure expérimentale. De plus, les deux études ont utilisé des groupes de doses différents (TAS ou intensité de champ), ce qui permet d'évaluer les tendances relatives aux relations entre doses et effets. La dosimétrie a été très bien caractérisée dans l'étude NTP, alors qu'elle n'est pas disponible pour l'étude Ramazzini. La taille du groupe utilisé dans l'étude NTP (n = 90) était presque deux fois plus grande que la taille usuelle utilisée dans les *bioassays* (une moyenne de 50 animaux par groupe), tandis que le nombre d'animaux utilisés dans l'étude Ramazzini était exceptionnellement élevé.

Le stress auquel les animaux ont été soumis lors d'une exposition aux CEM-HF et/ou d'une exposition simulée dans leurs cages (études NTP et Ramazzini) est certainement inférieur à celui généré par l'exposition forcée dans des tubes dans le cadre d'une exposition de type carrousel. Par conséquent, les effets dus à de tels stress peuvent être exclus dans les deux études.

Malgré la différence de dose (figure 1), les deux études ont révélé une augmentation significative des cas de schwannome cardiaque chez les rats Sprague-Dawley mâles¹⁵.

Bien que les schwannomes cardiaques soient pratiquement inexistantes chez l'homme, ces résultats sont intéressants, le neurinome de l'acoustique ayant été associé à l'utilisation du téléphone portable dans des études épidémiologiques (les neurinomes de l'acoustique sont également des schwannomes, aussi appelés schwannomes vestibulaires)¹⁶. L'augmentation du nombre de schwannomes cardiaques a été observée chez les rats mâles et femelles, mais n'a atteint une signification statistique que chez les premiers nommés. On pourrait soutenir que l'on est en présence de résultats aléatoires. Cependant, des différences entre les sexes et, en particulier, une augmentation du nombre de tumeurs uniquement chez les animaux mâles sont fréquemment observées dans les études toxicologiques animales (Kadekar *et al.* 2012). Par conséquent, le fait que l'augmentation statistiquement significative du schwannome n'a été observée que chez les rats mâles n'est pas une raison pour remettre en soi ce résultat en question.

L'étude NTP a été critiquée, car elle ne comportait qu'un seul groupe de contrôle par espèce, qui a été utilisé en comparaison avec les groupes exposés à des signaux GSM et CDMA. Les résultats des deux groupes exposés ont été comparés à ceux de ce groupe de contrôle et ne sont donc pas statistiquement indépendants. On a fait valoir que l'absence de cas de schwannome dans le groupe de contrôle des rats mâles a fortement influencé l'analyse statistique. Cependant, les contrôles historiques de la souche spécifique de rats utilisée dans l'étude NTP ont montré une incidence tumorale de 0,8 % chez les rats mâles et de 0,3 % chez les rats femelles pour les schwannomes

¹⁵ Les rats Sprague-Dawley sont issus de croisements ; ils constituent un type sauvage dans la nature et présentent donc une variabilité génétique plus élevée que des rats de ligne pure.

¹⁶ Les cellules de Schwann sont des cellules gliales du système nerveux périphérique, qui comprend également le nerf auditif, et sont donc biologiquement pertinentes en ce qui concerne les gliomes formés à partir du même type de cellules du cerveau.

cardiaques¹⁷.

Dans l'étude NTP, 5,6 % et 6,7 % (5/90 et 6/90) des rats mâles exposés à la dose la plus élevée (6 W/kg) de signaux GSM et de signaux CDMA ont développé des schwannomes cardiaques malins¹⁸. D'après les contrôles historiques, on aurait pu s'attendre à ce qu'il n'y ait pas de cas ou un seul au maximum dans le groupe de contrôle des rats mâles. Même si un tel cas s'était produit, le nombre de cas observé (5 et 6 cas) dans le groupe le plus fortement exposé est significativement plus élevé que l'incidence historique¹⁹. Il convient également de souligner que le groupe de contrôle inclus dans l'étude actuelle est toujours le groupe de contrôle privilégié pour de telles comparaisons.

Aucun contrôle en cage²⁰ n'a été effectué dans l'étude NTP, car les animaux ne seraient pas exposés dans les mêmes conditions que les animaux traités, ce qui est conforme à la directive 451 (2009) de l'OCDE et donc à l'état de la technique.

En comparaison, l'étude Ramazzini a révélé une incidence de 1,4 % de schwannomes cardiaques chez les rats mâles exposés à la dose la plus élevée (50 V/m) de CEM-HF, aucune tumeur de ce type n'ayant été observée chez les animaux soumis à une exposition simulée. Dans les contrôles historiques, les valeurs comparatives étaient de 0,6 % (rats mâles) et 0,3 % (rats femelles). De plus, les lésions précancéreuses (hyperplasies) des cellules de Schwann observées chez les deux sexes semblaient dépendre de la dose, mais de manière non significative.

L'exposition aux CEM dans le groupe recevant la dose la plus élevée de l'étude Ramazzini était comparable aux limites d'exposition recommandées pour la population par la Commission internationale pour la protection contre le rayonnement non ionisant (ICNIRP). Dans l'étude NTP, le TAS relatif au corps entier était bien plus élevé que la limite supérieure concernant la population. Chez les rats mâles, la plus forte augmentation de la température corporelle centrale a été observée dans le groupe ayant reçu la plus forte dose de CEM (6 W/kg), l'augmentation ayant été inférieure à 1 °C comparativement aux rats soumis à une exposition simulée.

L'augmentation significative du nombre de schwannomes cardiaques et l'augmentation non significative du nombre de gliomes ne sont probablement pas associées à cette augmentation de température, car il n'est pas établi qu'une augmentation de température de cette ampleur affecte l'incidence tumorale²¹. Si un effet thermique était pris en compte, cela signifierait que le seuil thermique de 1 °C, sur lequel l'ICNIRP a jusqu'à présent basé ses directives, devrait être remis en

¹⁷ Dans le cas des gliomes, l'incidence des tumeurs dans les contrôles historiques de la souche spécifique de rats mâles utilisée par le NTP était de 1,3 % (2/190, domaine de variation : 0 à 4 %), et la formation spontanée de gliomes malins était deux fois plus élevée chez les rats que chez les rates. Il est à noter que, dans le rapport du NTP, ce nombre provient probablement de quatre groupes de contrôle, trois groupes avec zéro tumeur chez 50 animaux et un groupe avec deux tumeurs chez 50 animaux.

¹⁸ Les valeurs d'exposition pour le cœur étaient de 2,7 W/kg à la dose d'exposition la plus faible utilisée dans l'étude NTP (c.-à-d. 1,5 W/kg pour une exposition du corps entier).

¹⁹ L'apparition spontanée de cancer chez les rats femelles est très faible en ce qui concerne les tumeurs rares (définies par une incidence < 1 % au cours de la vie de la souche spécifique de rat ou de souris) telles que le schwannome cardiaque. Par conséquent, le résultat observé dans le groupe témoin (0/90) est un résultat attendu. Il existe des méthodes statistiques formelles qui pourraient être utilisées pour inclure ces contrôles historiques dans l'analyse. Ce serait plus approprié qu'une spéculation *ad hoc* sur ce qui aurait pu être.

²⁰ Un contrôle en cage se réfère à un groupe d'animaux vivant dans les mêmes conditions environnementales, mais étant gardés en permanence dans la cage (sans aucune exposition simulée ou réelle).

²¹ La température corporelle a été déterminée, alors que la température dans les organes présentant des taux de cancer élevés, c'est-à-dire le cerveau et le cœur, n'a pas été mesurée et demeure donc inconnue. L'élévation de température peut donc être considérée comme une variable confondante indéfinie.

question.

Tel que décrit dans la [Newsletter 7/2016](#), la durée de survie plus longue des rats du groupe le plus exposé (TAS 6 W/kg) de l'étude NTP soulève la question de savoir si le risque de développer des tumeurs n'était pas moindre chez les animaux du groupe de contrôle, ceux-ci ayant vécu moins longtemps. Mais dans un tel cas, on devrait s'attendre à observer une apparition accrue d'hyperplasies (stade préliminaire à la tumeur) chez les animaux de contrôle. Cela n'a pas été le cas. De plus, les différences concernant la survie ont été adéquatement prises en compte et corrigées dans l'évaluation statistique. En fait, les rats mâles du groupe de contrôle sont morts de néphropathie, et aucune différence de poids corporel (une mesure importante dans les *bioassays*) n'a été observée entre les groupes de contrôle et les groupes exposés aux CEM-HF.

Le fait que les animaux des deux études aient été exposés tout au long de leur vie est pertinent dans la mesure où il imite une exposition humaine à long terme. D'autre part, les animaux ont été soumis à des expositions réelles ou simulées dans des conditions contrôlées et n'ont pas été exposés à d'autres agents cancérigènes, de sorte que la co-cancérigénicité et la promotion des tumeurs n'ont pu être évaluées. Dans une étude publiée par Tillmann *et al.* (2010), qui a ensuite été répliquée par Lerchl *et al.* (2015), des souris ont été exposées à des CEM-HF (valeurs TAS de 0,04, 0,4 et 2 W/kg). Un effet favorisant la formation de tumeurs a été observé dans les poumons (beaucoup plus de carcinomes pulmonaires ; Tillmann et Lerchl), dans le foie (Lerchl) et dans les cas de lymphomes (Lerchl) lorsque les souris avaient été exposées simultanément à l'éthylnitrosourée, qui est cancérigène, avant leur naissance (Tillmann *et al.* 2010, Lerchl *et al.* 2015). Toutefois, aucune relation claire de type dose-effet n'a été observée. Un tel protocole d'étude peut être pertinent puisque les humains sont exposés non seulement aux CEM-HF, mais également à d'autres substances cancérigènes ou co-cancérigènes, comme la fumée de cigarette.

Conclusions

Les études NTP et Ramazzini sont les études animales les plus étoffées réalisées à ce jour en ce qui concerne la relation entre cancer et exposition aux signaux des téléphones portables et des stations de base. La qualité scientifique et le niveau des techniques de laboratoire sont particulièrement élevés dans l'étude NTP. Comparativement aux études antérieures sur des animaux de laboratoire évaluant la cancérigénicité ou la co-cancérigénicité, ces études sont nouvelles en ce sens que les animaux concernés n'ont pas été placés dans des tubes étroits, mais laissés libres de leurs mouvements dans leurs cages lors de l'exposition. Cela a réduit le stress causé par le manque d'espace et a permis d'allonger la durée des expositions.

Les résultats de ces deux études animales sont d'une grande pertinence scientifique et revêtent une grande importance en matière de politique sanitaire, car, selon la classification du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), les résultats positifs des expériences sur des animaux exposés à vie sont d'une importance majeure pour la classification du risque de cancer associé à une substance active ou à un facteur environnemental nocif pour les organismes, classification qui prend également en compte des données provenant d'études épidémiologiques et mécanistiques. Ces dernières ont d'ailleurs conduit le CIRC à classer le rayonnement de la téléphonie mobile comme « peut-être cancérigène » (catégorie 2B) en 2011 en raison d'observations faites, indiquant l'existence d'une relation entre l'utilisation du téléphone portable et les gliomes ainsi que le neurinome de l'acoustique. Le CIRC classe le risque qu'une substance active ou un facteur environnemental nocif provoque un cancer chez l'homme en cinq catégories : « probablement pas cancérigène » (4), « inclassable » (3), « peut-être cancérigène » (2B), « probablement cancérigène » (2A) ou « cancérigène » (1) pour l'homme.

Les deux nouvelles études animales ont fourni des résultats relativement cohérents en ce qui concerne les schwannomes et les gliomes, malgré des différences méthodologiques, et ont montré une tendance d'augmentation de la cancérogénicité de ces tumeurs dépendant de la dose. En ce qui concerne le corps entier, l'étude NTP a utilisé des doses élevées (TAS : taux d'absorption spécifique ; SAR en anglais) par rapport aux limites d'exposition du corps entier recommandées par la Commission internationale pour la protection contre le rayonnement non ionisant (ICNIRP). Pour la population, cette valeur limite s'élève à 0,08 W/kg, la Suisse ayant en outre introduit des limites de précaution plus basses. La question se pose donc de savoir dans quelle mesure les résultats de l'étude NTP sont transférables à l'exposition réelle dans un lieu public lorsque seules des parties du corps sont exposées aussi fortement durant l'utilisation d'un téléphone portable que l'animal entier l'a été pendant l'étude NTP. À ce propos on peut tout d'abord dire qu'en toxicologie il est courant d'examiner des doses plus élevées lors de l'évaluation des dangers potentiels liés à une substance active. On notera ensuite que l'étude NTP a révélé une augmentation de la cancérogénicité pour les conditions d'exposition GSM et CDMA. Comme les résultats sont similaires pour les deux types d'exposition, ils suggèrent que la pertinence de la modulation des signaux est moindre. Enfin on relèvera que l'utilisation des téléphones portables peut causer localement des valeurs TAS allant jusqu'à 2 W/kg en moyenne dans un cube de 21 mm de côté à proximité immédiate de l'appareil (p. ex. près de l'oreille, des joues, de la main, position des poches, etc.). C'est pourquoi les résultats de l'étude NTP sont pertinents surtout pour le cas où un téléphone portable est utilisé près du corps. L'étude Ramazzini a toutefois révélé une cancérogénicité à des valeurs se situant dans la plage des limites d'immissions, bien que l'effet n'ait pas été statistiquement significatif aux faibles doses. Cependant une tendance de proportionnalité par rapport à la dose a été observée pour les schwannomes cardiaques malins, ce qui corrobore les résultats de l'étude NTP. Cela peut indiquer que l'augmentation non significative du nombre de cas à des niveaux d'exposition inférieurs est un effet réel n'ayant pas atteint la signification statistique en raison de la taille des échantillons.

En résumé, le BERENIS soutient le principe de précaution en matière de réglementation des CEM-HF sur la base des résultats et de leur évaluation. Une évaluation complète des risques tenant compte de toutes les études disponibles (études animales et études épidémiologiques) est également nécessaire pour apprécier si les valeurs limites actuelles doivent être modifiées.

Bibliographie

Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, Mandrioli D, Manservigi M, Manservigi F, Manzoli I, Menghetti I, Montella R, Panzacchi S, Sgargi D, Strollo V, Vornoli A, Belpoggi F (2018) : **Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission.** Environ Res. 2018 Mar 7. [Epub ahead of print].
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935118300367>

Kadekar S, Peddada S, Silins I, French JE, Högberg J, Stenius U(2012) : **Gender differences in chemical carcinogenesis in National Toxicology Program 2-year bioassays.** Toxicol Pathol. 2012 Dec;40(8):1160-8. Epub 2012 May 14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22585941>

Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, Streckert J, Hansen V, Clemens M (2015) : **Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure**

limits for humans. Biochem Biophys Res Commun 2015. Available online 6 March 2015.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006291X15003988>

NTP (2018a) : **Actions from Peer Review of the Draft NTP Technical Reports on Cell Phone Radiofrequency Radiation March 26-28, 2018.** National Toxicology Program, U.S. Department of Health and Human Services.
<https://ntp.niehs.nih.gov/about/org/sep/trpanel/meetings/past/index.html>

NTP (2018b) : **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 596. Released 2 Feb 2018. <https://ntp.niehs.nih.gov/about/org/sep/trpanel/meetings/docs/2018/march/index.html>

NTP (2018c) : **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 595. Released 2 Feb 2018.
<https://ntp.niehs.nih.gov/about/org/sep/trpanel/meetings/docs/2018/march/index.html>

NTP (2018d) : **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 596. Released 1 Nov 2018. https://www.niehs.nih.gov/ntp-temp/tr596_508.pdf

NTP (2018e) : **NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.** National Toxicology Program, National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Sciences. NTP TR 595. Released 1 Nov 2018. https://www.niehs.nih.gov/ntp-temp/tr595_508.pdf

Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V, Dasenbrock C (2010) : **Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model.** Int J Radiat Biol. 2010 Jul;86(7):529-41.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20545575>

Wyde M, Cesta M, Blystone C, Elmore S, Foster P, Hooth M, Kissling G, Malarkey D, Sills R, Stout M, Walker N, Witt K, Wolfe M, Bucher J (2016) : **Report of Partial findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposures).**
<https://www.biorxiv.org/content/early/2016/05/26/055699> (original version, posted May 26, 2016)
<https://www.biorxiv.org/content/early/2016/06/23/055699> (updated version, posted June 23, 2016)

Wyde M, Cesta M, Blystone C, Elmore S, Foster P, Hooth M, Kissling G, Malarkey D, Sills R, Stout M, Walker N, Witt K, Wolfe M, Bucher J (2018a) : **Report of Partial Findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposures).** Draft 2 Feb 2018.
<https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2018/02/01/055699.full.pdf>

Wyde ME, Horn TL, Capstick MH, Ladbury JM, Koepke G, Wilson PF, Kissling GE, Stout MD, Kuster N, Melnick RL, Gauger J, Bucher JR, McCormick DL (2018b) : **Effect of cell phone radiofrequency radiation on body temperature in rodents: Pilot studies of the National Toxicology Program's reverberation chamber exposure system.** Bioelectromagnetics. 2018 Apr;39(3):190-199. Epub 2018 Mar 14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29537695>

Personne de contact

Stefan Dongus
Secrétariat BERENIS
Institut tropical et de santé publique suisse (Swiss TPH)
Département Épidémiologie et santé publique
Unité Expositions environnementales et santé
Socinstr. 57, case postale, 4002 Bâle
Tél. : +41 61 284 81 11
E-mail : stefan.dongus@swisstph.ch

Pour de plus amples informations, veuillez consulter les liens suivants :

[Le groupe consultatif d'experts en matière de RNI \(BERENIS\)](#)

[Lien vers la liste des abréviations](#)