



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral de l'environnement OFEV
Division Bruit et RNI

Sommaire du Symposium

Effets des rayonnements non ionisants sur la santé et l'environnement



Compte-rendu de la journée d'échange scientifique organisée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), le 7 juin 2024 de 9h15 à 15h30, à La Maison Du Sport à Ittigen

Table des matières

1	Contexte et objectifs du symposium.....	3
2	Participant·e·s	3
3	Programme et Organisation	4
4	Interventions des invités (hors programme de recherche).....	5
4.1	Significativité statistique et reproductibilité de la recherche, par Prof. Valentin Amrhein	5
4.2	Analyse des tendances des tumeurs cérébrales, par PD. Dr. Ben Spycher	6
4.3	Étude de cohorte suisse sur les CEM et la santé, par Dr. Diana Walther	6
4.4	Les CEM en tant que cofacteur potentiel dans la cohorte suisse des conductrices et conducteurs de bus, par Prof. Irina Guseva-Canu et Viviane Remy	7
5	Avancement des projets du programme de recherche	7
5.1	Une étude prospective qui évalue l'impact de l'exposition aux champs électromagnétiques de radiofréquence (RF-CEM) associés aux téléphones portables sur la qualité du sperme, Université de Genève.....	8
5.2	Effets des immissions des stations de base de téléphonie mobile et des émetteurs radio sur l'état général, le comportement et les capacités cognitives des adolescents : étude de cohorte prospective avec étude de panel embarqué, Meteotest AG & SwissTPH	8
5.3	La 5G et la santé : La 3D rencontre la 5G, prédire la toxicité neuronale, Université de Berne	9
5.4	Les canaux calciques Cav1.2 liés au voltage ont-ils un rôle causal dans la médiation des effets du 5G FR1 sur la santé cérébrale associée au sommeil chez l'humain ? Université de Zurich.....	9
5.5	Effets biologiques des rayonnements non ionisants 5G sur la peau humaine, Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV).....	10
5.6	Effets des RF-CEM sur les insectes, SwissTPH	10
5.7	NLEON-CEM : Maladies neurodégénératives et autres maladies chroniques en lien avec l'exposition à long terme aux champs électromagnétiques, SwissTPH	11
6	Conclusion.....	12

1 Contexte et objectifs du symposium

Le 7 juin 2024 à La Maison Du Sport à Ittigen a eu lieu un symposium scientifique concernant la recherche sur les effets du rayonnement non ionisant (RNI) sur la santé et l'environnement. Ce symposium était organisé par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et s'inscrit dans le cadre du programme de recherche de l'OFEV pour la période 2022-2026. À la suite de l'appel à projets lancé par l'OFEV en mars 2022, visant à soutenir des recherches sur les effets sanitaires ou biologiques du RNI, sept projets de recherche couvrant différents thèmes en lien avec les effets sanitaires ou biologiques du RNI sont actuellement en cours dans diverses institutions. Le but de cette journée était de promouvoir les échanges entre les différents groupes de recherches dans le cadre du programme mais aussi d'avoir une discussion scientifique sur la thématique et encourager le réseautage avec d'autres groupes de recherche. D'autre part, ce symposium a permis d'informer les personnes de l'administration fédérale et d'autres organisations pertinentes sur l'avancement des projets.

Cette journée s'est déroulée en deux parties : la matinée a été consacrée à la présentation des sept projets soutenus par l'OFEV, tandis que l'après-midi a été dédiée aux interventions de quatre conférenciers externes au programme de recherche, dont trois traitant du RNI et une plus générale portant sur les statistiques et la reproductibilité de la recherche. Le symposium a été organisé et modéré par l'OFEV.

2 Participant·e·s

Un total de 49 participant·e·s a pris part à cette journée d'échange. Parmi ces personnes figuraient des représentant·e·s de tous les groupes du programme de recherche, des membres d'autres groupes ou organisation de recherche impliqués sur ce thème, des organisations de médecins ainsi que des collaboratrices et collaborateurs de diverses administrations fédérales.

3 Programme et Organisation

Après les mots de bienvenue de Urs Walker, chef de la division Bruit et RNI de l'OFEV, la modération de la journée a été menée par Maurane Riesen. Pour l'organisation du symposium, elle a été soutenue par Marc-Aurèle Dubois-Pelerin, Gaëlle Bussard et Patrizia Haralamb, de la division Bruit et RNI.

Matinée (09:15 – 12:15)

Mot de bienvenue Urs Walker OFEV	
09:20	Programme de recherche partie I
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Prédire la toxicité neuronale de la 5G</i>, par Meike Mevissen (UniBE) - <i>Les effets de la 5G sur le sommeil</i>, par Hans-Peter Landolt (UniZH) - <i>Les effets de la 5G sur la peau humaine</i>, par Zhouxing Su (CHUV)
	Pause
10:45	Programme de recherche partie II
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Téléphones mobiles et qualité du sperme</i>, par Rita Rahban (UniGE) - <i>CEM-HF et performances cognitives</i>, par Martin Röösli (SwissTPH) - <i>CM-BF et maladies neurodégénératives</i>, par Nekane Sandoval Diez (Swiss TPH) - <i>Effets des CEM-HF sur les insectes</i>, par Charles de Massia (SwissTPH)
	Repas

Après-midi (13:15 – 15:30)

13:15	Orateur invité Valentin Amrhein (UniBas) <i>Significativité statistique et reproductibilité de la recherche</i>
13:55	Orateur invité Ben Spycher (UniBE) <i>Analyse des tendances des tumeurs cérébrales</i>
	Pause
14:35	Oratrice invitée Diana Walther (UniFR) <i>Étude de cohorte suisse sur les CEM et la santé</i>
15:00	Oratrices invitées Irina Guseva Canu et Viviane Remy (Unisanté) <i>Le RNI comme cofacteur potentiel dans la cohorte suisse des conductrices et conducteurs de bus</i>
	Remarques finales (OFEV) et fin

CEM-HF : champs électromagnétiques de haute fréquence, CM-BF : champs magnétiques de basse fréquence





4 Interventions des invités (hors programme de recherche)

4.1 Significativité statistique et reproductibilité de la recherche, par Prof. Valentin Amrhein

Lien pour la présentation : [Statistical significance and reproducibility of research](#)

Le Prof. Valentin Amrhein de l'Université de Bâle a apporté une contribution significative à la discussion sur l'utilisation et l'interprétation des p-value dans la recherche scientifique. Dans le commentaire de 2019 intitulé "Retire statistical significance", publié dans Nature, le Prof. Dr. Amrhein et ses collègues, soutenus par plus de 800 signatures, critiquent les interprétations exagérées en lien avec l'utilisation des p-values dans la science.

Le fait de se focaliser uniquement sur une p-value inférieure à 0.05 peut mener à des conclusions erronées et à une mauvaise interprétation de résultats scientifiques. Le Prof. Dr. Amrhein et ses collègues encouragent une interprétation plus nuancée des données, en mettant en avant l'importance de considérer la taille de l'effet, l'incertitude liés aux données, et d'autres facteurs contextuels lors de l'évaluation des résultats de recherche.

Dans le contexte particulier des effets du rayonnement non ionisant, où la recherche est souvent exploratoire, les mécanismes d'actions sont peu clairs et les effets suspectés sont probablement petits, il est important d'accompagner les projets par des statistiques appropriées, de bien comprendre les limites et incertitudes liées aux données et d'interpréter les résultats avec précaution et justesse.

4.2 Analyse des tendances des tumeurs cérébrales, par PD. Dr. Ben Spycher

Lien pour la présentation : [Developing a methodology for the monitoring of tumors as part of the NIR health monitoring](#)

Le PD Dr. Ben Spycher de l'Institut de médecine Sociale et Préventive (ISPM), de l'Université de Berne, a présenté sa récente l'analyse des tendances des tumeurs au niveau de la tête. Ce projet est basé sur un mandat de recherche de l'OFEV visant à proposer, sur la base de la littérature spécialisée, un concept de surveillance pour identifier les changements de tendance dans les données d'incidences des tumeurs qui pourraient être liés à l'utilisation des téléphones portables.

Dans le cadre de leur analyse de tendance pour deux types de tumeurs cérébrales, les gliomes et les schwannomes vestibulaires (neurinomes acoustiques), Dr. Spycher et son collègue Dr. Kreis sont arrivés aux conclusions suivantes. Après prise en compte de la tendance présente dans la période précédant l'introduction de la téléphonie mobile, aucun changement de tendance n'a été observé pour les gliomes. Pour les neurinomes acoustiques, l'une des deux méthodes d'analyse des tendances a montré une augmentation de l'incidence. Les auteurs supposent que cette modification de la tendance est dû à des diagnostics aléatoires plus fréquents en raison de l'utilisation croissante des techniques d'imagerie et d'un meilleur enregistrement des cancers. Le rapport pour l'OFEV est disponible sur le site internet de l'OFEV.

[Erarbeitung einer Methodik für das Monitoring von Tumoren im Rahmen des NIS-Gesundheits-monitors](#) (PDF, 1 MB, 15.12.2023) disponible en allemand uniquement, résumé en français

4.3 Étude de cohorte suisse sur les CEM et la santé, par Dr. Diana Walther

Lien pour la présentation : [Electromagnetic Fields and Heath Cohort Study](#)

Dr. Diana Walther de l'Institut de médecine de famille de l'Université de Fribourg est la responsable médicale du réseau suisse de conseil médical sur le rayonnement non ionisant MedNIS. Dans le cadre de MedNIS, une étude de cohorte a été lancée qui inclut des personnes qui présentent des symptômes en lien avec l'exposition aux champs électromagnétiques. Le recrutement pour cette cohorte a débuté fin 2023 et le projet vise à mieux comprendre les expériences des individus concernés, leurs stratégies d'atténuation des symptômes et l'évolution dans le temps, afin d'améliorer la qualité de sa prise en charge médicale. Des informations supplémentaires au sujet de MedNIS et sa cohorte peuvent être trouvées à www.mednis.ch et dans le rapport sur la mise en place de MedNIS disponible sur le site internet de l'OFEV.

[Rapport sur la mise en place de MedNIS](#) (PDF, 528 kB, 31.01.2024).

4.4 Les CEM en tant que cofacteur potentiel dans la cohorte suisse des conductrices et conducteurs de bus, par Prof. Irina Guseva-Canu et Viviane Remy

Lien pour la prothésentation: [NIR as a potential co-factor in the Swiss bus driver cohort study](#)

Le Prof. Dr. Irina Guseva-Canu de l'Unisanté à Lausanne mène une cohorte des conductrices et conducteurs de bus en Suisse appelée TRAPHAEC (Transport Personnel Health Cohort Study). Il s'agit d'une étude avec un suivi sur le long terme permettant d'examiner les conditions de travail et les défis sanitaires auxquels font face ces employé-e-s. A côté de facteurs liés au contexte professionnel, les facteurs environnementaux tel que le bruit, la pollution de l'air ou l'exposition au rayonnement non ionisant seront également pris en compte.

Il s'agit d'une configuration intéressante pour explorer les méthodologies statistiques pour une analyse de co-expositions environnementales complexe. L'étude devrait permettre d'amener des éléments de réponse pour savoir combien et dans quelles conditions, les différents facteurs environnementaux représentent un facteur impactant la santé et le bien-être, ceci en prenant en compte les facteurs liés au travail et les autres facteurs susceptibles de jouer un rôle dans l'interaction.

5 Avancement des projets du programme de recherche

Les résumés des sept projets de recherche sont disponibles sur notre site internet.¹

Les descriptions ci-dessous présentent les résultats intermédiaires et les étapes-clés atteintes dans le cadre du projet, tels que rédigés par les groupes eux-mêmes. Les descriptions incluent les personnes impliquées dans le projet ainsi que la date de pré-registration du protocole d'étude. Pour information, tous les groupes de recherche avaient le mandat d'enregistrer leur protocole d'étude et plan statistique sur une plateforme pertinente avant le début de l'analyse des résultats.

¹ Voir sous: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/electrosmog/info-specialistes/recherche-rni.html>., visité le 28.06.2024

5.1 Une étude prospective qui évalue l'impact de l'exposition aux champs électromagnétiques de radiofréquence (RF-CEM) associés aux téléphones portables sur la qualité du sperme, Université de Genève

Résultats intermédiaires

Au cours des 18 derniers mois, l'équipe a réussi à obtenir une autorisation éthique pour réaliser cette étude et à recruter plus de 600 hommes pour y participer. Elle a également élaboré un questionnaire complet et développé une application mobile de pointe pour déterminer l'emplacement du téléphone portable sur le corps et mesurer l'exposition aux CEM en fonction de l'utilisation du téléphone portable. Ces données seront utilisées pour étudier l'association entre l'exposition aux CEM des téléphones portables et la qualité du sperme.

Étapes atteintes :

- Obtention d'une autorisation éthique
- Recrutement de 626 participants
- Conception d'un questionnaire complet à remplir par les participants
- Développement d'une nouvelle méthode pour déterminer l'emplacement du smartphone sur le corps en utilisant les données du capteur d'accéléromètre
- Installation d'une infrastructure de serveur (HW/SW) et développement d'une base de données et d'un logiciel afin de stocker les données collectées

Personnes impliquées

Prof. Serge Nef (chercheur principal), Dr. Rita Rahban (chercheuse principale), Dr. Alfred Senn (collaborateur scientifique), Dr. med. James Nef (médecin), Prof. Martin Röösli (professeur, Swiss TPH), Valentin Jaki Waibl (doctorant, Swiss TPH), Irina Wipf (doctorante, Swiss TPH), Dr. Jürg Fröhlich (PDG, Fields at Work AG), Dr. Marco Zahner (chef R&D, Fields at Work AG), Sam Aegerter (ingénieur, Fields at Work)

Pré-registration du protocole

Sur la plateforme www.osf.io, en mai 2024

5.2 Effets des immissions des stations de base de téléphonie mobile et des émetteurs radio sur l'état général, le comportement et les capacités cognitives des adolescents : étude de cohorte prospective avec étude de panel embarqué, Meteotest AG & SwissTPH

Résultats intermédiaires

La collecte de données est en cours. Pour les mesures de l'exposition personnelle, du sommeil et du comportement cognitif, les premières analyses préliminaires ont été réalisées avec les participants inclus jusqu'à présent et seront présentées lors de la conférence BioEM 2024 en juin.

Étapes atteintes :

- Autorisation par la Commission d'éthique du Nord-Ouest et de la Suisse centrale
- Collecte de données en cours
- Première analyse préliminaire pour les mesures d'exposition personnelle, le sommeil et le comportement cognitif avec un sous-ensemble de participants (sera présentée lors de la conférence BioEM 2024 en juin)

Personnes impliquées

Dr. Michael Schmutz (chercheur principal), Prof. Martin Röösli (second chercheur principal), Valentin Waibl (doctorant), Marianne Rutschi (travail sur le terrain), Dr. Simona Trefalt (membre du projet), Prof. [HERMES : Nasrullah Arslam (travail sur le terrain), Adriana Veludo (doctorante), Irina Wipf (doctorante), Dr. Hamed Jalilian (postdoctorant)

Pré-registration du protocole

Publication du protocole d'étude : <https://open-research-europe.ec.europa.eu/articles/4-120> en juin 2024

5.3 La 5G et la santé : La 3D rencontre la 5G, prédire la toxicité neuronale, Université de Berne

Résultats intermédiaires

Évaluer les effets de l'exposition aux RF- CEM, 5G NR FR1 sur les cellules souches pluripotentes humaines induites (iPSC) naïves, sauvages (WT) et génétiquement modifiées et sur les organoïdes du mésencéphale généré par ces cellules sur le phénotype neuronal et les marqueurs neuronaux à différents moments du développement.

Étude des voies de signalisation et des biomarqueurs (par exemple, l'α-synucléine) impliqués dans la neurodégénérescence.

Étapes atteintes

- Protocole d'étude et plan statistique prêts à être soumis à la plateforme
- Début des expériences, collecte des premières données
- Analyses et résultats intermédiaires de la culture WT 2D et des organoïdes du mésencéphale
- Génération des premières cellules souches pluripotentes induites avec knock-out IPSC
- Début des expériences avec ce KO et le WT
- Début de la collecte et de l'analyse des données

Personnes impliquées

Prof. Dr. Meike Mevissen (chercheuse principale), Dr. Angélique Ducray (chercheuse senior), Dr. Selina Thomas, Daria Tschudin (doctorante), Alexander Baumgartner (doctorant),

Pré-registration du protocole

Sur la plateform www.osf.io, en juillet 2024

5.4 Les canaux calciques Cav1.2 liés au voltage ont-ils un rôle causal dans la médiation des effets du 5G FR1 sur la santé cérébrale associée au sommeil chez l'humain ? Université de Zurich

Résultats intermédiaires

Dans le cadre du premier paquet de travail (WP 1), les analyses complètes des données de l'électroencéphalogramme (EEG) du sommeil recueilli dans une étude précédente ont révélé que deux CEM RF 5G réalistes, modulés par impulsions, avec des fréquences porteuses et des largeurs de bande différentes, exerçaient des effets différentiels sur la gamme de fréquences des fuseaux du sommeil. Par rapport à une exposition fictive, une exposition de 30 minutes, avant le sommeil, à un CEM RF avec une fréquence porteuse de 3,6 GHz et une largeur de bande de 100 MHz a provoqué une augmentation généralisée de 0,19 Hz de la fréquence centrale du fuseau, exclusivement chez les porteurs de l'allèle T/C de la variante allélique rs7304986 du gène CACNA1C. Ce gène code pour la sous-unité α1c formant un pore des canaux calciques de type LCav1.2 voltage-dépendant, ce qui suggère que ce canal ionique contribue au mécanisme biologique qui sous-tend les effets des CEM RF 5G sur l'EEG du sommeil.

Étapes atteintes :

- Finalisation du protocole de l'étude et du plan statistique
- Finalisation des tests de l'organisation de l'étude
- Soumission de la demande au comité d'éthique
- Achèvement des analyses des données collectées précédemment (WP 1)

Personnes impliquées

Prof. Hans-Peter Landolt (chercheur principal), Prof. Reto Huber (second chercheur principal), Prof. Niels Kuster (chercheur principal associé), Dr. Georgia Sousouri (chercheuse postdoctorale), Rachele Maria D'Angelo (doctorante), Dr. Benjamin Stucky (soutien statistique), Dr. Myles Capstick (directeur adjoint d'IT'iS), Isaac Alonso (ingénieur), Prof. Peter Achermann (consultant).

Pré-registration du protocole

Sur la plateforme www.osf.io, prévue en juillet 2024

5.5 Effets biologiques des rayonnements non ionisants 5G sur la peau humaine, Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV)

Résultats intermédiaires

Après approbation du protocole d'étude par le comité d'éthique et l'équipe de surveillance, nous avons commencé notre essai clinique en janvier 2024. Nous avons maintenant recueilli des échantillons de 12 volontaires (P01, P02, P03, P05, P06, P07, P08, P09, P10, P11, P12 et P13) et préparé les 48 échantillons pour l'analyse de séquençage de l'ARN d'une seule cellule. Trente-deux échantillons (de P01, P02, P03, P05, P06, P07, P08 et P09) ont déjà été séquencés par séquençage superficiel et nous adaptons actuellement le séquençage pour l'améliorer.

Étapes atteintes :

- Protocole d'étude et plan statistique
- Approbation du comité d'éthique
- Approbation de la visite initiale et du suivi de la première visite intermédiaire
- Lancement de l'essai clinique, recrutement des patients, collecte des données pour >90% des jeunes probants volontaires
- Traitement des échantillons jusqu'à l'analyse des premiers résultats

Personnes impliquées

Prof. Olivier Gaide (chercheur principal), Zhouxing Su (doctorante), Dr. Christine Pich-Bavastro (chercheuse associée)

Pré-registration du protocole

Sur la plateforme www.osf.io, en juin 2024

5.6 Effets des RF-CEM sur les insectes, SwissTPH

Résultats intermédiaires

Les données relatives à deux des trois fréquences sélectionnées pour les expériences ont été recueillies pour trois espèces de moustiques. Plus de 1 000 trajectoires de vol ont été enregistrées et sont en cours d'analyse. 40 % des données de positionnement ont été nettoyées et analysées. Cependant, les résultats doivent être interprétés et des analyses supplémentaires peuvent être nécessaires.

Étapes atteintes :

- Protocole d'étude et plan statistique
- Dispositif expérimental fonctionnel
- Deux tiers des données ont été collectées pour le premier scénario expérimental
- Analyse intermédiaire de la moitié des données collectées (analyse comportementale quantitative)
- Simulation préliminaire en ondes complètes du dispositif expérimental dans un solveur électromagnétique

Personnes impliquées

PD Dr. Pie Müller (chercheur principal), Prof. Arno Thielens (second chercheur principal), Charles De Massia (doctorant, remplaçant du Dr. Mathurin Fatou), Salome Keller (gestionnaire de l'insectarium)

Pré-registration du protocole

Sur la plateforme www.osf.io, prévue en septembre 2024

5.7 NLEON-CEM : Maladies neurodégénératives et autres maladies chroniques en lien avec l'exposition à long terme aux champs électromagnétiques, SwissTPH

Résultats intermédiaires

La modélisation de l'exposition pour les lignes électriques et ferroviaires a été finalisée (sur la base des données issue de revues scientifiques), y compris une validation externe s'appuyant sur les données de surveillance de SwissNIS à l'échelle nationale. Sur cette base, les modèles sont adaptés afin d'établir des prévisions pour tous les bâtiments. Les prochaines étapes consistent à calculer l'exposition cumulée pondérée dans le temps pour toutes les personnes incluses dans la « Swiss National Cohort (SNC) » au cours de la période de suivi et à entamer l'analyse épidémiologique principale.

Étapes atteintes :

- Protocole d'étude finalisé : élaboration de l'évaluation de l'exposition et de l'analyse statistique
- Analyse de la littérature sur l'évaluation de l'exposition
- Compilation des données pour l'évaluation de l'exposition et construction du SIG
- Finalisation de la modélisation de l'exposition (cartes spatiales), y compris la validation externe
- Attribution d'une valeur d'exposition basée sur les modèles de proximité à tous les bâtiments en Suisse
- Gestion des données préliminaires sur les données SNC

Personnes impliquées

Dr. Danielle Vienneau (chercheuse principale, superviseuse), Nekane Sandoval-Diez (doctorante), Nicolas Loizeau (doctorant), Prof. Martin Röösli (superviseur).

Pré-registration du protocole

Sur la plateforme www.osf.io, en avril 2024

6 Conclusion

Le symposium sur les effets des rayonnements non ionisants (RNI) sur la santé et l'environnement a été un événement extrêmement enrichissant pour la communauté scientifique présente, les autres expert·e·s du domaine et les représentant·e·s des administrations fédérales.

Cet événement a permis de présenter les projets et avancées réalisées par les projets de recherche en cours, ainsi que de discuter des perspectives futures et des défis méthodologiques.

Nous avons également eu le plaisir d'accueillir Valentin Amrhein en tant que conférencier d'honneur, dont les perspectives ont enrichi les discussions et encouragé une interprétation plus prudente des résultats scientifiques. Les autres intervenants externes ont également enrichi les discussions et incité à des débats critiques grâce à leurs différentes perspectives.

Le symposium a aussi favorisé la création de collaborations futures et le renforcement du réseau entre les institutions participantes.

Les avancements et premiers résultats des projets présentés révèlent des progrès notables dans les techniques d'analyse de l'exposition aux RNI, la compréhension des effets biologiques ainsi que les défis considérables inhérent à la complexité du domaine de recherche.

En conclusion, il est crucial de continuer à encourager et à soutenir de tels projets de recherche afin d'aborder de manière proactive les défis scientifiques et sociétaux posés par les technologies émergentes.

