

Brouillages d'ondes

L'ANFR mène l'enquête!

25 missions menées
par les agents de l'ANFR
pour localiser la source de
mystérieux brouillages



Brouillages d'ondes

L'ANFR mène l'enquête!

Introduction

Ondes brouillées, enquêtes ouvertes

p. 4



Enquête n°1

Décollera, décollera pas ?

p. 7



Enquête n°2

Ya-t-il un pilote dans la radio ?

p. 13



Enquête n°3

Après la pluie, le beau temps

p. 19



Enquête n°4

Zizanie internet au zoo

p. 25



Enquête n°5

Au secours des pompiers

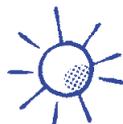
p. 29



Enquête n°6

Transmissions en eaux troubles

p. 35



Enquête n°7

Non, il ne pleut pas tout le temps en Bretagne !

p. 41



Enquête n°8

Gare aux mamies geeks

p. 45



Enquête n°9

Combien de fois faudra-t-il le répéter... ?

p. 49



Enquête n°10

Il y a de l'orage dans l'radar

p. 53



Enquête n°11

Trop de connexion tue la connexion

p. 59



Enquête n°12

Allô le 18 ? Le bip ne répond plus

p. 65



Enquête n°13

Panique magnétique à bord

p. 71



Enquête n°14

L'attaque des robots

p. 77



Enquête n°15

Fin de partie

p. 83



Enquête n°16

Le son qui coupait la 4G

p. 89



Enquête n°17

Conflit de voisinage en plein vol

p. 93



Enquête n°18

Le coupable était caché dans le dressing

p. 99



Enquête n°19

Le lampadaire était trop impulsif

p. 103



Enquête n°20

La clé de l'invisibilité

p. 107



Enquête n°21

Panne de surf à Tahiti

p. 113



Enquête n°22

Brouillage en (multi)bande organisée

p. 119



Enquête n°23

À la rescousse des scientifiques du Marion Dufresne

p. 125



Enquête n°24

Les dents, le brouilleur et au lit!

p. 131



Enquête n°25

5, 4, 3, 2, 1, libérez les turfistes!

p. 137

L'ANFR sur tous les fronts!

p. 142

Ondes brouillées, enquêtes ouvertes

Télétravail, arrivée massive de l'internet des objets, *cloud*, applications mobiles... Notre société et notre économie sont de plus en plus dépendantes des communications sans fil et du spectre radioélectrique. La numérisation des échanges ainsi que le traitement et le stockage massif des informations s'accompagnent d'une utilisation croissante des radiofréquences et d'une augmentation sans précédent des informations échangées sur les liaisons hertziennes, avec des besoins en débit toujours plus importants. Cette évolution des usages engendre de plus en plus d'utilisateurs du spectre des fréquences et donc plus de risques de brouillages.

Le brouillage: une menace critique

Le brouillage est une menace tout aussi critique qu'une attaque informatique. En effet, le brouillage d'une bande de fréquences entrave voire empêche toutes les utilisations de cette bande dans un périmètre donné. Selon les services concernés, les brouillages peuvent engendrer des situations dangereuses ou économiquement pénalisantes.

Les brouillages, qu'ils soient offensifs ou non intentionnels, altèrent de la même manière les applications utilisant des ressources hertziennes. Il peut s'agir par exemple de la TNT (télévision numérique terrestre), de la téléphonie mobile, des systèmes de prévisions météorologiques, de la radio, des réseaux de communication de la police et de la gendarmerie, du réseau radio des pompiers, des flottes de satellites, des applications industrielles 4.0, du signal GPS (*global position system*) utilisé par les avions et les navires...

L'ANFR « Gardienne du spectre » sur le terrain

L'Agence nationale des fréquences (ANFR) protège le spectre radioélectrique des brouillages par ses actions préventives et curatives. Cette mission de contrôle du spectre vise à garantir la continuité des applications étatiques, économiques et sociétales qui en dépendent. À cet égard, l'ANFR contrôle les sites et les réseaux radioélectriques pour s'assurer de leur conformité à la réglementation et instruit les cas de perturbation qui lui sont

signalés. L'ANFR développe également, vers les acteurs concernés, des actions de sensibilisation au bon usage des fréquences afin de limiter les risques de brouillage. Malgré ces actions préventives, de nombreux brouillages, qu'ils soient intentionnels ou non, sont traités chaque année par l'ANFR: les derniers chiffres sont de 1 800 cas de brouillages par an et la tendance est à l'augmentation.

Une présence territoriale forte et des équipements de mesure de pointe

C'est forte de son maillage territorial et de l'expertise de ses agents que l'ANFR mène à bien ses missions de contrôle et ses investigations pour localiser et identifier les origines des brouillages radioélectriques. Ses équipes se déploient à travers la France entière à partir de ses services régionaux et antennes ultramarines. Ses agents assermentés et habilités disposent de pouvoirs d'enquête et de constat pour investiguer et constater les cas de violation de la législation en matière de radiocommunications. Ses experts disposent d'équipements de pointe, fixes ou transportables, qui seront

présentés tout au long de ces enquêtes, et testent continuellement de nouveaux matériels (drones, capteurs innovants...) pour être toujours plus performants et efficaces dans les contrôles à réaliser.

Cet ouvrage *Brouillages d'ondes, l'ANFR mène l'enquête* a pour objectif de faire prendre conscience des multiples cas de brouillages, parfois insolites, que nos agents traitent au quotidien sur le terrain. Il a aussi un rôle pédagogique: tout le monde utilise des fréquences et chacun doit le faire en ayant conscience des règles à respecter.

Nous avons choisi de vous relater vingt-cinq missions, menées en ville, en montagne, à la campagne et même en pleine mer, qui s'apparentent à de véritables enquêtes: suspens et rebondissements garantis! Bonne lecture...

Enquête n°1

Décollera, décollera pas ?



Ou comment clouer au sol plusieurs avions de ligne

21 avril 2017, 9 h du matin, aéroport Nantes-Atlantique. Plusieurs pilotes, uniforme ajusté, avion brique et équipage fin prêt, préparent leur envol. Mais impossible d'initialiser les coordonnées de leur avion par GPS comme d'habitude. Conséquence, la tour de contrôle ne parvient pas à gérer la programmation de vol de leurs appareils. Décollage impossible... Bizarrement, ils sont tous stationnés sur les parkings 6 et 7 de l'aéroport.

LES AVIONS SONT ALORS TRACTÉS UN À UN plus loin sur le tarmac, hors de la zone brouillée, afin de réaliser les opérations GPS nécessaires pour pouvoir se positionner et décoller. Et les passagers doivent être emmenés en bus jusqu'à leur avion. Ces manœuvres techniques et humaines entraînent des retards de vol et une saturation d'appels de la plateforme de l'aéroport ! Les parkings 6 et 7 sont, pour leur part, mis au repos et désertés.

Sollicité, le service de sécurité aéroportuaire corrobore les témoignages des pilotes et détecte effectivement d'importantes perturbations du signal GPS, précisément de la fréquence L1 (1 575,42 MHz), comme l'explique la Direction générale de l'Aviation civile (DGAC) à l'ANFR, rapidement contactée.

Dès 10 h 30, après en avoir informé le procureur de la République du Tribunal de grande instance de Nantes, deux agents habilités et assermentés du service régional de Donges de l'ANFR interviennent sur zone, sur l'aéroport à proximité des parkings avions 6 et 7. Munis de leur équipement de mesure de pointe, ils constatent une émission de signaux caractéristique d'un brouilleur GPS. Il s'agit à présent de remonter jusqu'à sa source !

En ordre de bataille

Accompagnés d'un officier de police judiciaire de la Police de l'air et des frontières (PAF), d'officiers de sécurité aéroportuaire et du délégué à la sécurité de la DGAC pour l'Ouest, l'équipe technique de l'ANFR continue son investigation, munie d'un récepteur et d'une antenne directive. Cette recherche les mène jusqu'au parking couvert de l'aéroport jouxtant les parkings avions 6 et 7. Le petit groupe stoppe alors net sa procession au second étage, devant un véhicule stationné : une berline d'apparence inoffensive... Mais le signal brouilleur provient bien de là !

Après investigation des services de police, le propriétaire du véhicule est identifié et contacté. Mais il est en voyage à l'étranger ! Il avoue néanmoins aux enquêteurs posséder un brouilleur GPS qu'il a dû oublier de déconnecter, et autorise les services de police à pénétrer dans sa voiture afin de neutraliser l'appareil.



Aéroport de Nantes-Atlantique
(Loire-Atlantique)
7,2 millions
de passagers par an

21 avril 2017
Date de l'intervention

14 h 30
Heure de l'identification
du brouillage

Vous avez dit « brouillage » ?

Un brouillage correspond à une énergie électromagnétique qui dégrade ou interrompt le fonctionnement d'émetteurs et de récepteurs de radio-communications. Il peut être provoqué par des causes très diverses comme une source radioélectrique non autorisée ou des émissions de parasites électromagnétiques générées par un appareil électronique non-conforme, vétuste ou tout simplement mal réglé. Le brouillage d'une bande de fréquences entrave voire empêche toutes les utilisations dans un périmètre donné.

Caché dans le coffre

À 14 h 30, après que la police a procédé à l'ouverture du véhicule, l'ANFR découvre le fameux brouilleur GPS, de type allume-cigare, dans un coin du coffre. Il est alors immédiatement désactivé, puis saisi par les services de police.

Pourquoi le propriétaire disposait-il d'un tel « accessoire » ? Le brouilleur lui permettait tout simplement de ne pas être localisé par le système de *tracking* installé par son employeur sur son véhicule professionnel. Or les émissions d'un tel brouilleur, même de très faible puissance, ne restent pas contenues dans l'habitacle du véhicule. Un appareil comme celui-ci, aussi anodin qu'il puisse paraître, peut brouiller les signaux GPS jusqu'à environ 2 km en altitude et 500 mètres sur le plan horizontal !

Effets collatéraux

Les signaux GPS reçus de satellites situés à plus de 20 000 km de la Terre sont en effet extrêmement faibles et de fait, « vulnérables » face à ces brouilleurs. Les effets collatéraux peuvent ainsi avoir des conséquences sérieuses voire dramatiques. En effet, le signal GPS de navigation par satellite, en plus d'être utilisé par l'aviation civile, est utilisé par de nombreuses autres applications telles que

Des agents habilités et assermentés

L'habilitation nécessite un avis positif du procureur de la République. Elle est matérialisée sous la forme d'un arrêté du ministre chargé des communications électroniques. Cette habilitation procure à l'intéressé des pouvoirs d'enquête pour rechercher et constater par procès-verbal les violations à la réglementation relative à l'utilisation du spectre radioélectrique.

Assermentation

Les agents habilités doivent prêter serment devant le tribunal judiciaire. Il leur est alors délivré une carte professionnelle mentionnant notamment la possibilité pour un agent assermenté de demander l'assistance d'un officier de police judiciaire pour l'exercice de ses missions.

« Le petit groupe stoppe alors net sa procession au second étage, devant un *véhicule stationné* : une berline d'apparence inoffensive... »

les transports terrestres, maritimes et fluviaux, les réseaux de communication et les réseaux de transport d'électricité. Ce brouilleur resté allumé a ainsi interféré avec les GPS de bord des avions qui étaient stationnés dans le rayon de 500 mètres du stationnement du véhicule, avec toutes les conséquences que l'on sait et les retards engendrés pour des centaines de voyageurs.

Coupable et redevable

Le brouilleur est saisi. Un procès-verbal est rédigé et transmis au procureur. Le propriétaire du brouilleur est par la suite convoqué, le 9 août 2017, au Tribunal judiciaire de Nantes. L'ANFR et l'Aviation civile font le déplacement. Le propriétaire cachotier est jugé coupable et condamné à payer 2 000 € d'amende. Il doit, de plus, payer les frais d'ouverture de sa voiture et une taxe de 450 € notifiée par l'ANFR pour frais d'intervention occasionnés à l'administration. Laisser sa voiture au parking de l'aéroport lui aura coûté plus cher que prévu...

« Les signaux GPS reçus de satellites situés à plus de 20 000 km de la Terre sont extrêmement faibles et de fait, *vulnérables* face à ces brouilleurs. »

QUE DIT LA LOI ?

En France, la possession et l'utilisation d'un brouilleur d'ondes sont — sauf exception pour des services étatiques dans un cadre particulier — strictement interdits. Ce sont des délits soumis à une sanction pénale allant jusqu'à 6 mois de prison et 30 000 € d'amende (articles L.33-1 et L. 39-1 du CPCE, code des postes et des communications électroniques). Le CPCE réprime de la même manière le fait de perturber les émissions d'un service autorisé et également l'utilisation de fréquences sans autorisation. De plus, toute intervention des personnels de l'ANFR pour rechercher la source d'un brouillage, en l'occurrence dans cette affaire un brouilleur, conduit à l'application d'une taxe administrative de 450 € pour frais occasionnés.
Article L.39-1 du CPCE

Les brouilleurs GPS

Un brouilleur de GPS, matériel interdit en France, diffuse un signal parasite qui brouille les fréquences des satellites des services de géolocalisation. Ses émissions ne restent jamais confinées dans un petit espace comme l'intérieur d'un véhicule ou d'une habitation, et peuvent avoir de graves conséquences pour les services aux alentours.

Pourquoi l'utilisation d'un brouillage de GPS peut-il être grave ?

Le système américain GPS fait partie du système mondial de navigation par satellites, le GNSS (*Global Navigation Satellite System*), au même titre que le système européen Galileo, le système russe Glonass, le système chinois Beidou... Le GPS transmet des signaux à partir de constellations de satellites situées à plus de 20 000 km de la Terre (en moyenne orbite) aux utilisateurs munis de récepteurs GPS. Les signaux fournissent des données pour se positionner avec précision, mais également pour des besoins de synchronisation et de référence de temps (heure universelle et locale), à de très nombreuses activités publiques ou privées : les transports (terrestres, fluviaux, aériens ou maritimes) ; les services de secours aux victimes ; la sécurisation des échanges

de marchandises ; les services de téléphonie et d'internet mobiles, la radiodiffusion et les réseaux de transport d'électricité ainsi que les transactions bancaires...

On comprend pourquoi la disponibilité et l'intégrité de ces données revêtent un caractère crucial ! Or par conception, les signaux GPS, reçus de satellites fort éloignés, présentent des niveaux très faibles¹ et sont donc vulnérables aux brouillages de leurs fréquences.

Un brouillage GPS peut avoir des causes très diverses, allant d'émissions radioélectriques par des sources non autorisées ou en dehors des conditions réglementaires, à des émissions de parasites électromagnétiques par toute sorte d'équipement électrique, électronique ou radioélectrique non

conforme, en défaut ou obsolète. Intentionnel ou non, un brouillage GPS peut, sur une zone plus ou moins étendue selon sa puissance, et aussi longtemps qu'il n'a pas été résolu ou a disparu, engendrer la chute ou la dégradation de la réception des signaux.

Contrairement à ce que pensent leurs adeptes, par exemple pour déjouer leur suivi par balises, le rayon d'action est souvent plus large. Un brouilleur de faible puissance (quelques milliwatts) peut perturber tous les services qui utilisent le GPS à plusieurs centaines de mètres alentour sur le plan horizontal et plusieurs milliers de mètres en altitude !

¹ Le signal qui sort d'un téléphone mobile est faible et pourtant il est plus d'un million de fois plus puissant que le signal GPS reçu sur Terre...

Enquête n°2

Y a-t-il un pilote dans la radio ?



Ou comment une radio devient radio pirate... de l'air

2 mars 2018, aéroport Aimé-Césaire, Martinique. Depuis quelques temps, les communications radio entre la tour de contrôle et les avions sont perturbées par un signal parasite, principalement la nuit, et de manière intermittente. Ce signal, émis dans la bande de fréquence réservée à la Direction générale de l'Aviation civile, est fort gênant pour le fonctionnement de l'aéroport. Il faut vite découvrir de quoi il en retourne...

L'ANFR, AVEC SON ANTENNE LOCALE, assure une présence permanente en zone Antilles-Guyane et est en mesure de détecter et localiser toute émission non autorisée afin de protéger l'espace hertzien des brouillages. Suite à la demande d'instruction lancée par la Direction générale de l'Aviation civile, le responsable de l'antenne ANFR aux Antilles se met en alerte, prêt à intervenir.

Il n'a pas longtemps à attendre : le jeudi 8 mars vers 18 h 30, la tour de contrôle de l'aéroport l'informe de la réapparition de ce brouillage. Dans les minutes qui suivent, le responsable se rend sur site, bardé de ses équipements de mesure sophistiqués, et engage ses investigations sur le terrain. La nuit est tombée à Fort-de-France et c'est le nez rivé à ses appareils que l'agent progresse.

Parasites électromagnétiques

À l'aide de son antenne directive et de son récepteur, il parvient à identifier la source du brouillage, provenant d'un quartier résidentiel : une station de radio FM, plus précisément – la bien-nommée ! – Power FM.

Son émetteur, visiblement insuffisamment filtré, produit des parasites électromagnétiques qui perturbent les fréquences utilisées par l'aviation, fréquences voisines de celles des radios FM. De plus, la radio diffuse sans l'autorisation de l'Arcom, l'Autorité de régulation de la communication audiovisuelle et numérique. Nous avons donc affaire à une radio pirate... Mais en pleine nuit et dans un quartier dense, il est difficile de localiser avec précision



**Aéroport Aimé-Césaire,
Le Lamentin (Martinique)**
2,5 millions
de passagers par an

8 mars 2018
Date de l'intervention

« La nuit est tombée à Fort-de-France et c'est le nez rivé à ses appareils que l'agent *progresse*. »

Les radios pirates

Une radio pirate est une station de radio émettant sans autorisation administrative. Ces émetteurs radio ont connu leur âge d'or lors de l'explosion de la culture pop, avant la naissance, en nombre, des radios libres (autorisées en France au début des années 1980), remplacées progressivement par des radios privées couvrant tout le territoire.

QUE DIT LA LOI ?

L'utilisation de fréquences sans autorisation constitue une infraction pénale dont la peine peut aller jusqu'à six mois d'emprisonnement et 30 000 € d'amende en application des dispositions de l'article L. 39-1 du code des postes et des communications électroniques (CPCE).

Le fait de brouiller une fréquence régulièrement autorisée en utilisant un équipement radio dans des conditions non conformes est également un délit soumis à la même sanction pénale.

De plus, l'utilisateur peut se voir notifier une taxe d'un montant de 450 € (Cf. article 45 II de la loi de finances pour 1987 modifiée) destinée à compenser les frais d'intervention de l'administration ayant procédé au constat.

l'émetteur et surtout son relais aérien – une antenne dipôle – parmi la multitude d'antennes qui jonchent les toits. Qu'à cela ne tienne, notre homme reviendra demain.

Tout s'explique

Le lendemain vendredi 9 mars, aux aurores, l'ANFR revient sur les lieux avec l'Arcom en renfort. Première étape, les agents doivent déterminer avec certitude l'aérien incriminé. L'antenne est ainsi localisée, dans l'angle inférieur d'une toiture abritant plusieurs logements. Une petite enquête de voisinage est alors conduite et rapidement, les agents identifient le logement qui héberge la radio.

L'agent de l'ANFR redescend annoncer la localisation de l'émetteur pirate au représentant de l'aviation civile et à la brigade de Gendarmerie des transports aériens (BGTA), qui attendait le verdict pour entrer dans la danse.

Garde à vue

Sous le contrôle du parquet de Fort-de-France, une intervention est alors menée le jour-même, conjointement par la brigade de Gendarmerie des transports aériens et l'ANFR. Les matériels d'émission incriminés, disposés de manière artisanale dans une pièce à l'allure de débarras, sont débranchés et saisis. Le contrevenant, présent lors de l'intervention, est placé en garde à vue sur le champ. Le mis en cause a fait l'objet de poursuites par ordonnance pénale. Il est condamné au paiement d'une amende délictuelle de 400 € ainsi qu'à la destruction du matériel saisi.

Comment une radio FM peut-elle en venir à perturber des fréquences aéronautiques ?

La réponse est simple...

Conflit de voisinage!

La bande de fréquences 87,5-108 MHz allouée à la radio FM est voisine de la bande 108-137 MHz utilisée en aéronautique.

Cette bande VHF

(very high frequency)

internationale est utilisée pour des communications de sécurité : services mobiles aéronautiques nationaux et internationaux, communications de surface des aérodromes, balises de détresse, systèmes d'atterrissages aux instruments, relèvements magnétiques

omnidirectionnels très haute fréquence...

En cas de défaut d'émetteurs FM, des conflits de voisinage entre ces deux bandes peuvent apparaître et détériorer des communications critiques pour l'Aviation civile.

Ainsi, comme dans le cas de notre affaire de l'aéroport de Fort-de-France, des parasites ou des produits d'intermodulation causés par une radio FM en défaut ou insuffisamment filtrée peuvent être la cause de brouillages des fréquences attribuées à l'Aviation civile.

Traitement prioritaire

Ces brouillages de services de sécurité sont traités en priorité par les agents de l'ANFR afin de rétablir les bonnes communications nécessaires à la continuité de missions essentielles.

L'Arcom, en charge de l'autorisation des radios FM et affectataire des fréquences de radiodiffusion, intervient souvent dans ces cas de brouillage par radio FM afin de faciliter leur résolution.

Enquête n°3

Après la pluie, le beau temps



Ou comment une borne à selfie fait la danse de la pluie

Fin 2018, Trappes, dans les Yvelines. Le radar de Météo-France utilisé pour localiser et mesurer l'intensité des précipitations (pluie, neige, grêle) détecte de la pluie vers Paris, précisément dans l'azimut 72°. Pourtant, ce jour-là, pas une goutte ne tombe du ciel... Il fait même très beau. Nous avons clairement affaire à un brouillage, caractérisé par de grandes raies qui apparaissent sur l'écran du radar, simulant une zone de pluie. Météo-France saisit les services de l'ANFR pour trouver l'origine de ce signal trompeur.

C'EST UNE ÉQUIPE DE CONTRÔLEURS techniques du Centre de contrôle international de Rambouillet, antenne régionale de l'ANFR, qui prend le dossier en charge. Les éléments techniques fournis par Météo-France montrent que la perturbation est intermittente, ce qui rend sa détection et sa localisation particulièrement complexes...

Profiter du beau temps

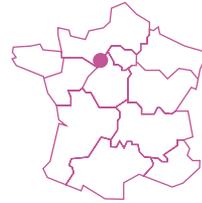
Les recherches débutent par des mesures de l'ANFR effectuées sur le radar lui-même, éteint, afin de recueillir le maximum d'informations sur le signal brouilleur. Le rendez-vous est donc pris à cet effet en février 2019 avec le service technique de Météo-France, sous une météo clémente.

Une fenêtre de beau temps est en effet nécessaire, car il faut interrompre les acquisitions des images radar pour permettre aux équipes de l'ANFR de brancher leurs équipements de mesure. Les agents de l'ANFR enregistrent alors la signature spectrale du signal brouilleur : elle est caractéristique d'un émetteur RLAN (réseau local sans fil) ou wifi. Les experts déterminent également l'adresse MAC (*Media Access Control* - commande d'accès au support) de l'équipement, permettant de l'identifier de manière unique. Mais où est-il exactement ?

Où est donc le wifi ?

L'enquête pour rechercher le wifi coupable démarre. Les recherches, à bord du véhicule laboratoire et à pied avec une antenne directive et un récepteur, s'annoncent complexes et longues, la densité de l'utilisation du wifi en région parisienne étant très importante. Et les radars météo étant très sensibles, on sait que la cause du brouillage pourrait être un RLAN en défaut dans la bande des 5 GHz situé n'importe où dans la direction de l'azimut concerné et jusqu'à plus de 100 km du radar !

Les agents ont préparé leur recherche en étudiant le terrain dans l'azimut brouillé. Un profil d'élévation a été dressé afin de voir si des obstacles pouvaient réduire le champ de recherche. Les recherches débutent dans la zone urbanisée de Saint-Quentin-en-Yvelines, jusqu'au



Trappes (Yvelines)
32 645 habitants
13,47 km²

18 avril 2019
 Date de l'intervention

Azimut

Provient du mot arabe «*az-samt*» qui signifie chemin. L'azimut est un angle mesuré depuis le nord géographique en degré de 0° à 359° dans le sens des aiguilles d'une montre : l'est est au 90°, le sud au 180°, et l'ouest au 270°. Sur une image prise par un radar météo, l'azimut est l'angle entre la direction du nord géographique et celle de l'objet créé par une masse nuageuse, une vitesse de vent ou la ligne générée par un brouillage.

QUE DIT LA LOI ?

Lorsqu'une application autorisée dans la bande des 5GHz subit un brouillage, elle sollicite l'intervention de l'ANFR.

L'Agence recherche l'origine de la perturbation, applique une taxe de 450€ au détenteur du réseau RLAN incriminé pour frais d'intervention de l'ANFR (Loi de finances) et saisit le procureur de la République d'une plainte pénale. En effet, l'utilisateur d'un équipement ou d'une installation radioélectrique dans des conditions non conformes, qui provoque par ailleurs un brouillage, est responsable de deux délits soumis aux mêmes sanctions pénales qui peuvent aller jusqu'à six mois d'emprisonnement et 30 000€ d'amende (article L. 39-1 du code des postes et des communications électroniques).

premier obstacle naturel à environ 7km, sans succès. Les contrôleurs poursuivent leurs recherches jusqu'à l'obstacle suivant: la forêt de Fausses-Reposes. Le caractère intermittent du brouillage et la densité des wifi contraignent les agents de l'ANFR à intervenir plusieurs fois dans cette zone. Toujours sans succès.

La tour, prends garde !

Après ces interventions infructueuses et les semaines qui passent – nous voici début avril 2019 –, les autres obstacles possibles situés dans l'azimut sont définis: la tour Ufimeg à Bagnolet (Seine-Saint-Denis) et la Tour Montparnasse (Paris). Les recherches à Bagnolet ne donnent rien. Le 18 avril, les agents se rendent au dernier étage de la Tour Montparnasse... Victoire ! Ils visualisent enfin distinctement sur leurs appareils l'adresse MAC de l'équipement RLAN incriminé.

Coupables *selfies*

Une recherche approfondie les mène jusqu'à un point d'accès Wifi, qui s'avère être utilisé pour le transfert de données d'une borne à *selfie* positionnée sur la terrasse panoramique. Les utilisateurs étaient bien loin de se douter qu'une série de *selfies* pouvait simuler une zone de pluie sur un radar de Météo-France !

Les agents de l'ANFR et le propriétaire de la borne wifi mettent fin au brouillage. Celui-ci est notifié d'une taxe de 450€ pour frais d'intervention suite à l'infraction commise.

**« Le 18 avril, les
agents se rendent
au dernier étage de
la Tour Montparnasse...
Victoire! »**

Quelles règles d'utilisation pour protéger les fréquences de Météo-France ?

Météo-France dispose de plusieurs radars hydrométéorologiques en bande C. Ils sont répartis sur tout le territoire français pour localiser et quantifier les précipitations – pluie, neige, grêle – et mesurer leur intensité. Un radar météorologique en bande C comporte une antenne parabolique qui émet un faisceau d'ondes électromagnétiques dans la bande de fréquences des 5GHz.

En se déplaçant dans les plans vertical et horizontal, le radar scrute l'espace environnant, avec une portée d'environ 100km. Les ondes émises ont la propriété de se refléter sur les gouttes de pluie, les grêlons et la neige. Leurs échos, qui correspondent à une infime partie de l'onde reçue, sont reçus par le radar qui les

analyse grâce à sa grande sensibilité. Le radar en déduit la distance qui le sépare des gouttes et localise ainsi les zones de précipitations. Une cartographie des précipitations est alors élaborée pour les prévisions météorologiques.

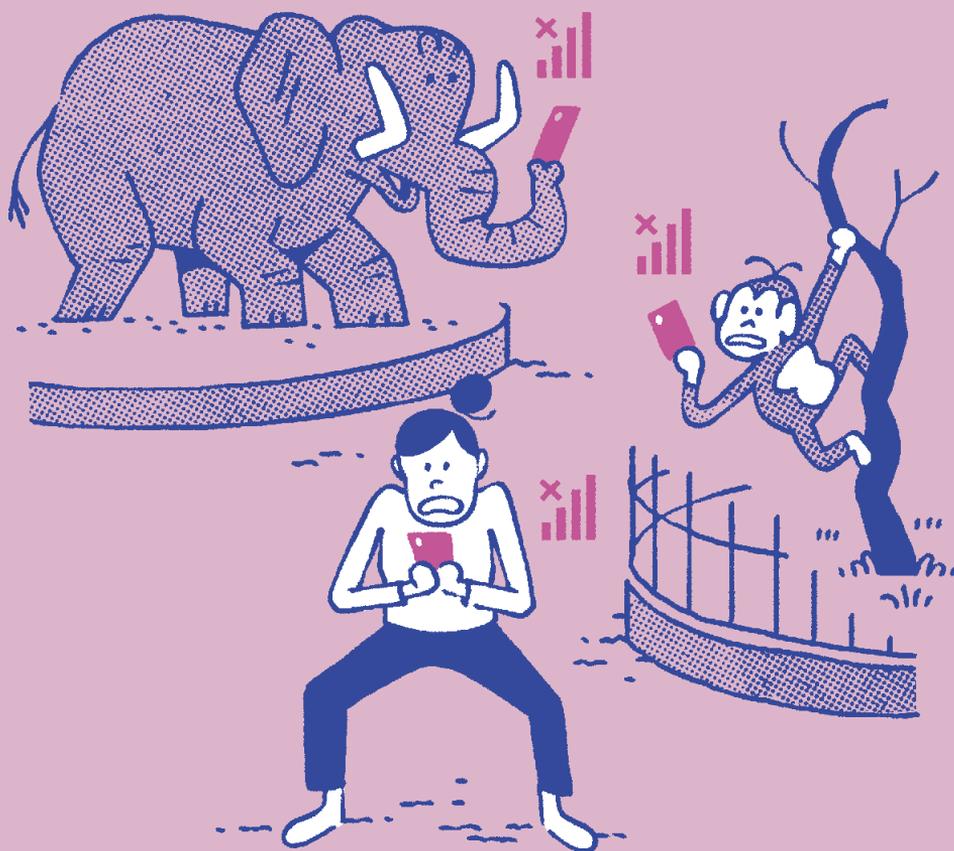
Les brouillages des radars météo

L'utilisation non conforme de la bande de fréquences des 5GHz peut brouiller les images recueillies par les radars météorologiques qui utilisent la même bande de fréquences, et empêcher ou fausser les prévisions de Météo-France concernant les précipitations à venir. Or, on connaît la criticité de ces informations pour la sécurité des personnes et des biens, ainsi que pour le transport aérien. C'est pourquoi l'utilisation de réseaux locaux sans fil

(RLAN) ou wifi dans la bande des 5GHz doit suivre des règles strictes. Un RLAN en défaut ou utilisé de manière non conforme peut ainsi altérer les images recueillies. La bande de fréquences des 5GHz est d'usage dit « libre » car il n'y a pas de licence individuelle à obtenir, mais cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de règles à respecter. Parmi celles-ci figurent notamment l'interdiction d'émettre au-dessus d'une puissance maximale définie et l'obligation d'utiliser un système dynamique de sélection de fréquences ou DFS pour éviter de brouiller des radars. Les détenteurs d'un réseau RLAN dans la bande des 5GHz sont garants de l'utilisation conforme des fréquences et sont responsables si leur équipement est à l'origine d'un brouillage.

Enquête n°4

Zizanie internet au zoo



**Ou comment un préampli de télé,
ça peut tromper énormément**
Printemps 2019, zoo de Beauval
dans le Loir-et-Cher. Certains visiteurs
et employés, tous abonnés au même
opérateur, rencontrent des problèmes
de connexion téléphonique et d'internet
mobile 3G. Compliqué pour envoyer
des *selfies* souvenirs avec les pandas,
rechercher des infos Wikipédia sur les
fauves, mais aussi tout simplement pour
communiquer et travailler à l'intérieur
du zoo. Le site radio brouillé s'avère être
situé à proximité de l'arrivée de la télécabine
menant au parc des éléphants.

C'EST L'OPÉRATEUR MOBILE CONCERNÉ qui saisit l'ANFR pour ce brouillage manifeste, affectant ses fréquences dans la bande 900 MHz. La qualité de son service était pénalisée au-delà du périmètre du zoo. L'ANFR lance alors une enquête de terrain, menée par les experts assermentés et habilités de son Centre de contrôle international de Rambouillet. Dotés d'équipements de mesure de pointe, ils se rendent sur place le 5 mai 2019.

Les agents mesurent précisément le signal brouilleur sur la fréquence 910,690 MHz, à côté du site radio perturbé. Ils poursuivent les recherches à bord de leur véhicule laboratoire, pistant le signal émis. Celles-ci les mènent progressivement jusqu'au village de Saint-Aignan, à 2 km du site perturbé. Le signal brouilleur semble provenir d'une habitation...

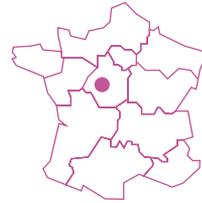
Sous les combles

Nos agents prennent contact avec le propriétaire des lieux pour poursuivre leur enquête. Mais celui-ci ne souhaite pas que l'ANFR pénètre dans son domicile le jour-même. Un courrier lui est donc adressé, rappelant la réglementation des fréquences et sollicitant un rendez-vous.

Le 20 mai, les agents reviennent avec leurs appareils de mesure portatifs et identifient la cause de l'interférence: un simple préamplificateur de télévision, installé dans les combles! Cet appareil, défaillant, émettait des parasites dans la bande de fréquences 900 MHz, qui affectaient pile le réseau 3G de l'opérateur mobile.

Une nouvelle lettre enjoint au propriétaire de l'installation d'effectuer les travaux (réparation ou changement du préamplificateur télé) pour mettre fin au brouillage dans un délai déterminé... Délai qui doit être prolongé car l'installateur TV ne peut se déplacer à temps en raison de la canicule qui sévit à ce moment-là... Une fois les travaux nécessaires réalisés, l'ANFR reçoit la confirmation de la fin des perturbations par l'opérateur mobile concerné. Le zoo de Beauval retrouve son interconnectivité!

Le responsable du brouillage était de bonne foi et a remédié rapidement au brouillage, aussi l'ANFR n'a pas souhaité recourir à une procédure judiciaire.



Zoo de Beauval
(Loir-et-Cher)
35 000 animaux
0,4 km²

20 mai 2019
Date de l'intervention

QUE DIT LA LOI ?

Pour un brouillage dû à un équipement radioélectrique non conforme, l'ANFR peut notifier une taxe forfaitaire de 450 € pour frais d'intervention au responsable du brouillage (loi no86-1317 du 30 décembre 1986 de finances pour 1987).

Un tel brouillage représente un délit soumis à une sanction pénale pouvant aller jusqu'à six mois d'emprisonnement et 30 000 € d'amende (article L39-1 du code des postes et des communications électroniques). Par ailleurs, l'utilisation d'un équipement radioélectrique, en l'occurrence un préampli télé, dans des conditions non conformes est également un délit soumis à la même sanction pénale.

Comment un préamplificateur télé peut-il perturber la téléphonie ?

Un préamplificateur de télévision est un appareil électronique qui améliore la qualité de la réception numérique quand le niveau des signaux captés par une antenne télé râteau ne suffit pas à l'assurer. Utile dans une résidence individuelle située en limite de couverture TNT, le préamplificateur est souvent indispensable dans les immeubles collectifs, où la distribution du signal vers plusieurs logements divise sa puissance.

Ces appareils n'interagissent normalement pas avec l'extérieur : leurs signaux

sont confinés aux câbles de distribution des habitations. Néanmoins, s'ils ne sont pas conformes ou lorsque leurs composants électroniques vieillissent, il arrive qu'ils produisent des émissions parasites ou non désirées. Celles-ci, atteignant l'antenne râteau qui joue alors un rôle d'émetteur, sont diffusées dans tout le voisinage et peuvent perturber les services qui utilisent légitimement les fréquences concernées.

Vigilance

L'ANFR traite chaque année de très nombreux cas de

perturbations causées par un préamplificateur télé en défaut et affectant les bandes de téléphonie mobile (180 en 2018).

Il est ainsi important d'être vigilant lors de l'achat de cet équipement : il faut vérifier sa conformité à la réglementation européenne (directive RED), qui se traduit par un marquage CE, et aux éventuelles conditions d'utilisation dans sa documentation.

Il faut ensuite le maintenir en bon état et ne pas hésiter à le changer périodiquement pour éviter son obsolescence.

Enquête n°5

Au secours des pompiers



Ou comment regarder la télé peut saper le travail des pompiers

Septembre 2019, Lodève, département de l'Hérault. L'été et ses risques majeurs de feux de forêt s'éloignent, mais les sapeurs-pompiers du centre d'incendie et de secours restent sur le qui-vive, 24 h sur 24. La prévention de la protection et de la lutte contre les incendies, domaine exclusif des sapeurs-pompiers, connaît peu de répit ! Or depuis peu, leurs transmissions radio s'avèrent affectées par des brouillages intermittents, fort gênants pour nos soldats du feu. Pour une fois, ce sont eux qu'il faut secourir.

LE MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR, affectataire des fréquences brouillées, signale le problème aux agents du Service régional de l'ANFR d'Aix-Marseille le 12 septembre 2019. Le brouillage touche précisément les fréquences dans la bande 86 MHz des installations radio du pylône du centre d'incendie et de secours de Lodève. Un cas de perturbation particulièrement complexe, car il intervient de manière aléatoire : pour le pister, il faut intervenir quand il se manifeste !

Le jour J, les agents de l'ANFR se rendent devant le centre, équipés d'un analyseur de spectre portable, d'une antenne directive et d'un équipement d'enregistrement et d'analyse des signaux. Ils relèvent les caractéristiques du signal perturbateur, qui émet deux porteuses sur la fréquence 86,015 MHz, à plus ou moins quelques kHz. Une étape de franchie ! Les agents s'apprêtent alors à lancer la chasse au coupable, mais le brouillage disparaît. Quelques jours plus tard, ils interviennent à nouveau, mais sans succès, pour les mêmes raisons, le signal joue à cache-cache... Ce n'est que partie remise.

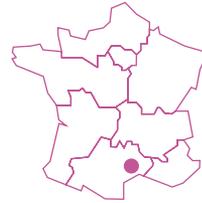
La troisième est la bonne

Ce n'est que lors de leur troisième déplacement, le 21 novembre 2019, que les agents peuvent enfin progresser, le signal semble se maintenir... Heureusement, ils n'ont pas à aller très loin. Leurs investigations, à l'aide d'équipements de mesure sophistiqués, les conduisent peu à peu devant l'appartement d'un particulier, situé à un peu moins de 100 m de la caserne des pompiers.

Avec l'accord du locataire, l'investigation se poursuit à l'intérieur du domicile. Les agents localisent dans son salon un cordon **HDMI** qui, mal isolé, rayonne. La cause du brouillage est enfin identifiée : il s'agit de ce câble HDMI reliant la box et la télévision !

Intermittence quand tu nous tiens

Le caractère intermittent du brouillage relevé par les pompiers a désormais son explication : le brouillage n'intervenait que lorsque le particulier regardait la télévision. Et lors de cette troisième et dernière intervention, le locataire



Lodève (Hérault)
7 477 habitants
23,17 km²

21 novembre 2019
Date de l'intervention

HDMI

Signifie *high definition multimedia interface*, interface multimédia haute-définition en français. C'est une norme numérique qui permet de transmettre des flux chiffrés constitués de données vidéo non compressées et des données audio pouvant être compressées.

Un câble HDMI permet de relier une source audio/vidéo comme un ordinateur ou une console de jeu à un dispositif compatible tel un téléviseur ou un vidéoprojecteur.

QUE DIT LA LOI ?

Un brouillage généré par des problèmes de compatibilité électromagnétique d'un équipement électrique ou électronique, dans le cadre des dispositions contenues au sein du 2.bis de l'article L.39-1 du CPCE, est soumis à sanction pénale. Il peut être puni de six mois d'emprisonnement et de 30 000 € d'amende. Si le responsable du brouillage est de bonne foi et remédie rapidement au brouillage, l'ANFR se réserve la possibilité de ne pas recourir à une procédure judiciaire. Mais si cela s'avère nécessaire, l'ANFR peut rédiger un procès-verbal afin d'informer le procureur de la République pour poursuite pénale.

de l'appartement a regardé la télévisions assez longtemps pour que les agents de l'ANFR arrivent jusqu'à sa porte. Après interrogation du particulier, les dates de brouillages des pompiers s'avèrent bien en adéquation avec ses moments de présence et d'utilisation de la télévision.

Parasites et intempestifs

Le câble HDMI en défaut, peut-être par manque de blindage, rayonnait des signaux électromagnétiques parasites de manière intempestive dans une bande de fréquences pile réservée au ministère de l'Intérieur pour les communications des services de pompiers !

Le locataire a immédiatement arrêté d'utiliser ce câble, et la résolution du brouillage a été confirmée par les pompiers le jour même de l'intervention de l'ANFR. Le centre de secours pouvait reprendre ses activités en toute sérénité, et sécurité.

« Les dates de brouillages des pompiers s'avèrent bien en *adéquation* avec les moments de présence du locataire et d'utilisation de la télévision. »

Quand surviennent les problèmes de compatibilité magnétique ?

Plus de 35% des brouillages signalés à l'ANFR ont pour origine un problème de compatibilité électromagnétique (CEM), c'est-à-dire des signaux parasites émis par un appareil électrique ou électronique, industriel, domestique, ou un appareil radioélectrique. Il est ainsi important d'être vigilant lors de l'achat de tout équipement électronique ou électrique afin qu'il soit conforme à la réglementation européenne (marquage CE) et aux exigences concernant la compatibilité électromagnétique. Il est important également de maintenir ces équipements

en bon état : tout appareil radioélectrique (préamplificateur TV, antenne, émetteur...), électrique ou électronique (éclairage par lampes LED, clôture électrique...) industriel ou domestique, peut devenir défectueux et non-conforme pour de multiples raisons (vétusté, mauvais réglage, mauvaise utilisation...). C'est à ce moment qu'il est susceptible de générer des signaux parasites sur diverses fréquences.

Préjudices alentour

Ces signaux parasites risquent alors de porter atteinte, dans le voisinage plus ou moins lointain, à la disponibilité de services

de radiocommunication (téléphonie mobile, diffusion audiovisuelle, communications aéronautiques...) utilisant légitimement ces fréquences. Cet impact peut aller de l'altération à l'indisponibilité du service concerné et affecter ainsi, par effet collatéral, les activités et infrastructures utilisant ces communications par voie hertzienne pour la transmission de données ou d'ordres. On comprend aisément que lorsqu'il s'agit d'une activité ou d'une infrastructure critique ou de secours, cela peut engendrer de graves conséquences.

Enquête n°6

Transmissions en eaux troubles



Ou comment aller à la pêche aux renseignements peut se corser
Octobre 2019, au large du Finistère.
Une expérimentation visant à améliorer les moyens de transmissions radio-électriques des renseignements sur la sécurité maritime (RSM) se trouve fortement perturbée sur les fréquences de communication qu'elle utilise. Pour un projet qui a pour but de faciliter les échanges, c'est bien embêtant ! Au même moment, des navires de pêche croisent dans les parages, et échangent allègrement entre eux sur les ondes. De là à penser que...

LA FRANCE POUSSE DEPUIS PLUSIEURS ANNÉES

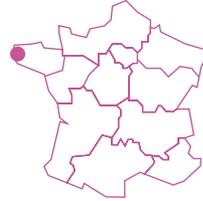
le projet NAV DAT, dans le cadre de la modernisation du Système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM). L'objectif? Faciliter l'utilisation des transmissions radioélectriques RSM à bord et offrir aux entités à terre un choix plus souple pour diffuser les renseignements de sécurité maritime. Ce sont, par exemple, les avis urgents en cas de modification des conditions de navigation pouvant entraîner des dangers pour les navigateurs, plaisanciers ou professionnels.

En ce mois d'octobre 2019, c'est une expérimentation dans la bande 4 MHz qui est menée par le CROSS (Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage) de Corsen. Ce centre spécialisé du ministère chargé des Transports et de la Mer est implanté sur la commune de Plouarzel dans le Finistère. Mais l'expérimentation s'avère fortement perturbée par des utilisateurs indésirables! Le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) sollicite alors l'aide de l'ANFR pour mettre fin à ces brouillages et permettre enfin le bon déroulement de l'expérimentation.

Allo le Finistère, ici les Yvelines!

L'ANFR fait alors appel à son Centre de contrôle international (CCI) situé à Rambouillet, dans les Yvelines. C'est de là que l'Agence surveille les fréquences radio réservées aux stations côtières, à l'aide d'équipements spécialisés dans la surveillance de réseaux HF (haute fréquence) et notamment de son champ d'antennes. Il s'agit de la seule station de contrôle civile en France des bandes inférieures à 30 MHz, soit les bandes HF.

Les agents du CCI parviennent ainsi à intercepter des échanges entre marins-pêcheurs et constatent qu'ils utilisent illégalement les canaux 4 351 kHz et 4 354 kHz, des fréquences réservées aux stations côtières, pour communiquer oralement dans la zone. Ce n'est pas la première fois que l'ANFR constate de tels brouillages causés par des marins-pêcheurs qui, soit cherchent à cacher leurs zones de pêche à leurs concurrents respectant les canaux autorisés, soit souhaitent simplement échanger des propos



CROSS Corsen (Finistère)
1000 opérations par an

21 octobre 2019
Date de l'intervention

NAV DAT

Désigne le service d'émissions coordonnées et de réception automatique des renseignements sur la sécurité maritime (RSM) sur les bandes 500 à 518 KHz et sur les bandes HF maritimes.

personnels sur ces bandes ; ce qui est interdit puisqu'elles sont réservées à des échanges relatifs à la navigation et la sécurité de celle-ci.

Affaire conclue

Le brigadier de service s'imisce dans les échanges et utilise l'émetteur HF du CCI pour diffuser un message demandant aux contrevenants de dégager les fréquences. Pour s'assurer de la bonne réception du message, le CCI sollicite ses collègues du service régional de l'ANFR de Donges, proche de la zone maritime concernée, pour qu'il répète le message aux contrevenants. Ce relais local va permettre d'insister.

L'émetteur HF de Donges est alors utilisé pour transmettre un nouveau message aux pêcheurs, leur demandant d'aller sur des canaux autorisés pour de la phonie navire-navire, en l'occurrence 430 (4 146 kHz) et 431 (4 149 kHz). Suite à ces contacts répétés, les pêcheurs obtempèrent et migrent sur une fréquence autorisée. Les brouillages ayant cessé, l'expérimentation NAVDAT a pu reprendre dans de bonnes conditions.

CROSS

Les centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage assurent une mission générale de coordination des activités de sécurité et de surveillance au profit des gens de mer, professionnels et plaisanciers. Il s'agit de centres décisionnels qui prennent en charge toute opération de sauvetage dès que l'incident a lieu sur le domaine maritime. Cinq CROSS assurent la couverture de la façade littorale de métropole. En outre-mer, le maillage comprend deux CROSS.

« Les agents interceptent des échanges entre marins-pêcheurs et constatent qu'ils utilisent *illégalement* des fréquences réservées aux stations côtières. »

Comment le centre ANFR de Rambouillet surveille-t-il à de telles distances ?

Le Centre de contrôle international de l'ANFR dispose de moyens fixes spécifiques utilisés par ses brigadiers pour une surveillance des émissions en bande HF – c'est-à-dire les bandes basses inférieures à 30 MHz – , sur le continent européen mais également sur une partie importante de l'Afrique, du Proche-Orient et du Moyen-Orient. Il s'occupe aussi des traitements des brouillages en bande HF.

Un champ antennaire

Pour cela, il dispose d'un champ antennaire sur une trentaine d'hectares, composé de six antennes losanges directives à fort gain ouvrant des possibilités de contrôle vers tous les continents, ainsi que d'outils de goniométrie permettant

d'identifier le pays d'où provient l'émission HF en défaut : un radiogoniomètre fixe et un accès à une chaîne goniométrique interministérielle. Pour la recherche sur le terrain de la localisation de l'émission HF considérée, le CCI dispose d'un radiogoniomètre mobile installé sur un véhicule laboratoire.

Le cas des pêcheurs

Les bandes maritimes hébergent des bandes de détresse ! Ainsi, les utilisations illégitimes de fréquences par des marins-pêcheurs peuvent avoir des conséquences critiques au regard de la sécurité de la navigation maritime et également de la navigation aérienne. C'est le cas

notamment de l'utilisation de fréquences non autorisées, réservées aux appels et aux communications de détresse et de sécurité, tant du service mobile maritime qu'aéronautique, qui sont définies dans le Système mondial de détresse et de sécurité en mer (SNDSM).

« Ici le Centre de contrôle international de l'ANFR, cette fréquence n'est pas allouée au trafic de bord à bord, veuillez dégager immédiatement sur une fréquence dédiée au trafic bord à bord. Le fait d'utiliser cette fréquence est un délit sanctionné par la loi. »

Message diffusé vocalement aux pêcheurs par un brigadier du Centre de contrôle international

Enquête n°7

Non, il ne pleut pas tout le temps en Bretagne!



Ou comment simuler de la pluie et tromper les météorologues

21 janvier 2020, Plabennec, dans le Finistère. Le radar météorologique subit une perturbation importante, affectant les échos relevés sur un large secteur d'observation allant de 350° à 10°.

Ce brouillage, créant une série de raies parasites sur l'écran, altère les capacités de prévision, et les météorologues ne sont plus sûrs de rien ! Le fait qu'un très large secteur soit brouillé est symptomatique d'une émission perturbatrice proche du radar... C'est déjà un bon début pour lancer l'enquête de terrain.

LES AGENTS DU SERVICE RÉGIONAL de l'ANFR de Donges, le plus proche de la zone brouillée, sont alertés et planifient leur intervention. Ils se rendent sur place le 30 janvier, au moyen de leur véhicule laboratoire et avec leurs équipements de mesure. Les premiers relevés sont effectués près du radar, aux abords du stade de la commune. Une émission dans la fréquence du radar météo est bien détectée depuis ce point, mais elle est de faible amplitude et semble plutôt provenir du centre-ville...

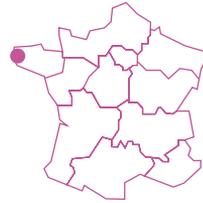
Un autre point de mesure est donc organisé en centre-ville, à proximité de l'église. Les agents détectent rapidement la présence de nombreuses liaisons wifi qui émettent dans la fréquence du radar météo. Ils lèvent la tête: des antennes de type RLAN (réseau local sans fil) utilisées pour des liaisons wifi sont visibles sur l'église elle-même, mais également sur les éclairages publics. Or ces installations semblent relativement récentes... Un rapport avec le brouillage météo ?

Tel est pris qui croyait prendre

Des mesures complémentaires réalisées en d'autres points du centre-ville révèlent effectivement que les brouillages proviennent du système de vidéo-protection, utilisant des liaisons sans fil de type wifi, en cours d'installation. Sur préconisation de l'ANFR, les prestataires de la mairie procèdent le jour-même à une coupure physique des antennes wifi déployées sur la ville, et le doute est levé: ces antennes étaient bien les coupables !

L'ANFR signifie à la commune qu'elle est responsable d'une infraction au titre de la réglementation des fréquences et demande, avant toute remise en service du réseau, de procéder aux corrections nécessaires pour remédier au brouillage. En particulier, il faut vérifier que chacune des bornes RLAN installées est conforme et dispose bien d'un système de sélection dynamique de fréquences (DFS) opérant correctement, pour éviter les fréquences de radars autorisés tels que les radars météorologiques.

Météo-France a depuis confirmé que la pluie a cessé d'apparaître de manière intempesive sur les radars... Et les parapluies sont restés au placard.



Plabennec (Finistère)
8 515 habitants
53,43 km²

30 janvier 2020
Date de l'intervention

QUE DIT LA LOI ?

Le responsable d'un brouillage par manquement réglementaire encourt des sanctions pénales qui peuvent aller jusqu'à six mois d'emprisonnement et 30 000 € d'amende en application de l'article L39-1 du CPCE. L'utilisateur d'un équipement ou d'une installation radioélectrique, en l'occurrence un RLAN, dans des conditions non conformes est responsable d'un second délit passible des mêmes sanctions pénales. Il encourt également une taxe de 450 € pour frais d'intervention de l'ANFR.

Pourquoi un réseau wifi peut-il interférer avec un radar météo ?

Quand on installe un réseau local sans fil (RLAN) dans la bande de fréquence 5 GHz, comme par exemple un réseau wifi, il est essentiel de suivre les règles en vigueur. En effet, cette bande est également utilisée par les radars météorologiques de Météo-France. Ces derniers localisent dans un rayon de plus de 100 km les zones de précipitations (pluie, neige, grêle) et mesurent leur intensité afin de générer une cartographie des précipitations pour des prévisions météorologiques. On connaît la criticité de ces informations pour la sécurité des personnes, des biens et le transport aérien. Une utilisation non conforme de la bande 5 GHz par les systèmes sans fil (wifi/RLAN) peut altérer les

données collectées par ces radars et ainsi empêcher ou fausser les prévisions de Météo-France concernant les précipitations à venir.

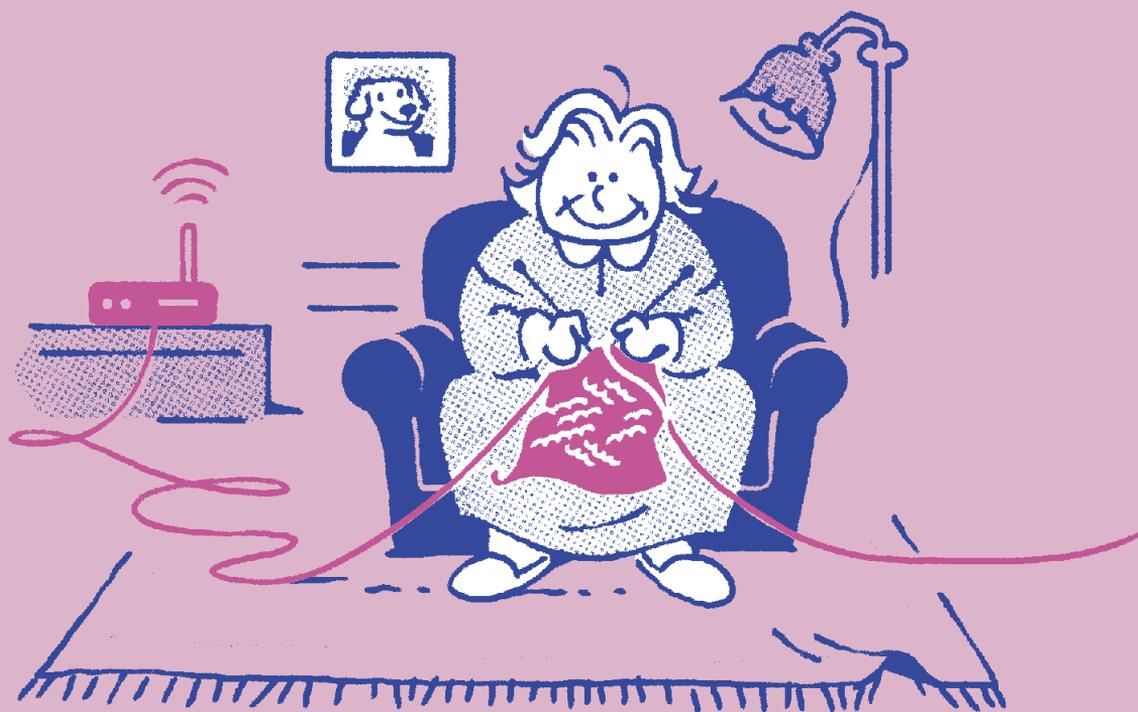
Des règles à connaître

Il existe donc des règles à respecter par les bornes wifi et les réseaux RLAN dans la bande de fréquences 5 GHz, qui ne sont malheureusement pas toujours appliquées. L'utilisation des fréquences dans cette bande est exonérée de redevance et ne nécessite pas de délivrance d'une autorisation individuelle par l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (Arcep). Mais, comme d'autres services utilisent aussi cette bande, il faut

respecter des règles. Dans tous les cas, l'utilisation de la bande 5 GHz doit permettre la cohabitation des différentes applications qui l'utilisent et ne doit pas perturber les utilisateurs autorisés de ces fréquences. En particulier, les valeurs maximales autorisées pour la puissance de sortie des installations permettent de limiter la longueur des liaisons sans fil et donc l'étendue du réseau. L'équipement doit également scanner en continu la bande de fréquences dans laquelle il fonctionne pour vérifier qu'il n'y a pas un radar météo (ou une autre application autorisée) sur la même fréquence.

Enquête n°8

Gare aux mamies geeks



Ou comment brouiller innocemment toute l'activité d'une entreprise

13 février 2020, quelque part dans la Drôme. Une entreprise spécialisée dans le développement d'équipements professionnels GPS et Galileo pour la géolocalisation de haute précision voit son activité perturbée par un brouillage. L'entreprise commence par faire ses propres vérifications en interne, mais aucun dysfonctionnement n'est observé. Elle parvient toutefois à caractériser le signal brouilleur, ce qui va faciliter le travail de l'ANFR, rapidement alertée.

LES MESURES RÉALISÉES PAR L'ENTREPRISE victime du brouillage, à l'aide d'un analyseur de spectre portable, ont déjà déterminé la direction d'où provenait l'émission ainsi que ses caractéristiques : une interférence pulsée, centrée sur la fréquence 1581,15 MHz, qui affecte de manière permanente la réception des signaux GPS et Galileo dans la bande de fréquences centrée sur 1575,42 MHz. De précieux indices à fournir aux spécialistes de l'ANFR, qui se rendent sur les lieux le 25 février 2020.

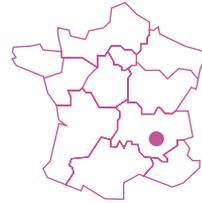
Fidèle gonio

Les agents du Service régional de Lyon commencent par constater l'existence effective du signal brouilleur. Puis, grâce au récepteur goniométrique placé sur le toit de leur véhicule laboratoire, ils partent à la traque de l'origine du brouillage. Le « gonio » identifie aisément le bâtiment d'où provient le signal. Les agents se garent et poursuivent à pied, avec leur récepteur portable muni d'une antenne directive. Celui-ci les mène jusque devant la porte d'un appartement du rez-de-chaussée. Ne reste plus qu'à dénicher l'appareil fautif. Par chance, l'occupante des lieux, une dame âgée, est là et leur permet d'entrer dans son logement.

La box faisait du zèle

Le doute est levé sans difficulté : c'est la box internet qui déraile ! Elle émet des rayonnements indésirables, juste dans la bande de fréquences réservée au GNSS. Les agents la mettent hors tension et demandent à l'entreprise de vérifier si c'est efficace : oui, la perturbation a disparu. Cette box, quoique défectueuse, continuait pourtant d'assurer convenablement l'accès à internet à la petite dame, tout en parasitant une bande de fréquences sensible réservée à l'Aviation civile, à la Défense et à l'Espace !

L'opérateur est contacté pour qu'il remédie à ce défaut, et trois jours après, une nouvelle box est installée. Entre-temps, l'entreprise victime du brouillage, compréhensive, avait toutefois accepté que l'utilisatrice puisse continuer à utiliser quelques jours de plus son appareil défaillant : sans lui, elle n'aurait pu ni téléphoner, ni regarder la télévision, ni se connecter à internet !



Valence (Drôme)
64 750 habitants
36,69 km²

25 février 2020
Date de l'intervention

QUE DIT LA LOI ?

Le fait de brouiller une fréquence autorisée, en l'occurrence une fréquence GNSS, avec un équipement radioélectrique, électrique ou électronique non conforme est un délit soumis à une sanction pouvant aller jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende (L.39-1 du CPCE). Bien évidemment, le caractère volontaire ou non de l'infraction est étudié. Une taxe de 450 € peut aussi être appliquée à l'utilisateur de l'équipement radioélectrique en cause, pour frais d'intervention de l'ANFR pour constater l'infraction.

Les systèmes GNSS

GPS et Galileo appartiennent à la famille des dispositifs GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de navigation par satellites, cruciaux pour la localisation mais aussi pour la synchronisation dans de nombreux secteurs d'activité : les transports, les services de secours aux victimes, les services de téléphonie et d'internet, les réseaux de transport d'électricité...

Comment se protéger d'un brouillage de signal GNSS ?

La protection des signaux GNSS (GPS, Galileo...) est cruciale car ils fournissent des informations de positionnement et de temps devenues indispensables à une liste grandissante d'applications industrielles, professionnelles et personnelles (voir page 11). Or, les signaux du GNSS qui sont reçus de satellites présentent des niveaux très faibles, ce qui les rend vulnérables aux brouillages. Ces derniers empêchent la délivrance des informations de positionnement et de référence de temps pour tous les services qui se trouvent dans la zone brouillée. La source de brouillage peut être un équipement radioélectrique, électrique ou électronique qui, par défaut de conception ou parce qu'il a dérivé, est non conforme aux exigences

essentielles des directives européennes de mise sur le marché : il émet une énergie, un rayonnement ou une induction électromagnétique perturbant les émissions hertziennes d'un service autorisé.

Question de sécurité

Même s'il n'existe aucun moyen pratique d'éliminer complètement les risques d'interférences du GNSS, des mesures peuvent être prises pour en réduire considérablement les impacts. Et il est essentiel que tous les secteurs qui ont un usage critique des signaux GNSS sachent détecter les brouillages ou du moins leurs suspicions. En effet, cette détection permet d'élever le niveau global de sécurité en appuyant les opérations de réponse, parmi lesquels la

mise en œuvre des moyens de résilience disponibles et le signalement auprès de l'ANFR pour instruire le brouillage et concourir à sa résolution.

Si les victimes d'un brouillage GNSS sont des affectataires de la fréquence GNSS, ils peuvent solliciter l'ANFR en transmettant un formulaire de demande d'instruction de brouillage (DIB) pour leurs fréquences. Si les victimes d'un brouillage GNSS sont des acteurs autres que les affectataires, l'ANFR a mis à leur disposition sur son site internet un formulaire de signalement. À réception, l'Agence étudie leur plainte et lance le cas échéant une investigation. C'est ce formulaire qui a permis à l'entreprise drômoise de signaler le brouillage subi.

Enquête n°9

Combien de fois faudra-t-il le répéter... ?



Ou comment répéter est parfois une mauvaise idée

Janvier 2020, Éauze, dans le Gers.

Un opérateur mobile reçoit des plaintes de la part de nombreux clients : le réseau 3G montre des signes de faiblesse sur une vaste zone, que ce soit pour téléphoner ou pour surfer sur internet. Et le fait qu'Éauze soit la capitale de l'Armagnac – particularité gustative fièrement mise en avant par la commune – n'y est absolument pour rien, parole de Gascon !

LE 29 JANVIER, l'opérateur mobile contacte l'ANFR pour lui signaler le brouillage, qui affecte son réseau 3G dans la bande de fréquences 900 MHz sur la commune gersoise. Ce brouillage dégrade à la fois la disponibilité et la qualité de ses services de voix et d'internet mobiles. Les Élusates – gentilé des habitants d'Éauze – s'en trouvent pénalisés. Le 18 mars, un agent du service régional de l'ANFR de Toulouse se déplace pour rechercher la source du brouillage. Première constatation : le signal brouilleur, bien qu'observable, apparaît instable, tant en niveau qu'en fréquence d'émission...

De retour sur place dès le lendemain, notre technicien, à bord de son véhicule laboratoire chapeauté de son gonio-mètre, définit la direction d'où provient l'émission. Ensuite, à pied, avec son analyseur portable, tout va très vite. Son antenne directive le mène droit devant le local d'une entreprise, fermé à double tour.

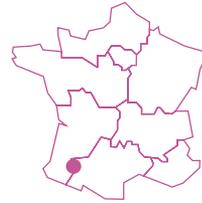
Aveux

Contacté par téléphone, le gérant reconnaît immédiatement avoir installé un répéteur de téléphonie mobile, sans autorisation des opérateurs concernés, pour amplifier les signaux et améliorer, selon lui, les communications mobiles à l'intérieur de l'entreprise. Or, ce répéteur provoquait un brouillage, altérant la couverture et la qualité des services de l'opérateur plaignant dans une vaste zone autour de l'installation. Outre le risque de créer des congestions, d'empêcher des appels d'urgence, cette infraction à la réglementation des fréquences peut causer une altération voire un déni de service d'applications qui ont besoin de recevoir ou de transmettre des informations ou des ordres *via* le réseau sans fil concerné.

Le jour-même, le 19 mars 2019 à 11 h 30, l'appareil était réduit au silence, éliminant immédiatement le brouillage, ce que confirmera rapidement l'opérateur mobile.

Pas de confinement pour les agents

Pendant le confinement, les agents de contrôle de l'ANFR sont restés mobilisés sur le terrain, étant particulièrement sollicités !



Éauze (Gers)
3 975 habitants
69,26 km²

19 mars 2020
Date de l'intervention

QUE DIT LA LOT ?

Le fait d'utiliser des fréquences sans autorisation est un délit soumis à sanction pénale pouvant aller jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende (article L.39-1 du CPCE). Le fait de perturber un service en utilisant des fréquences sans autorisation est un second délit puni des mêmes sanctions. Ces infractions donnent également lieu à la notification d'une taxe de 450 € lorsque l'ANFR intervient. Installer un répéteur de téléphonie mobile sans autorisation rend son détenteur presque certain d'être repéré tôt ou tard, et de devoir acquitter cette taxe.

Les brouillages dus aux répéteurs

Près de 150 brouillages de ce type ont nécessité en 2018 l'intervention de nos agents assermentés et habilités, avec une progression exponentielle atteignant plus de 350 cas en 2021, une des conséquences du confinement qui a sur-sollicité les réseaux mobiles à l'intérieur des bâtiments.

Qu'est-ce qu'un répéteur de téléphonie mobile ?

Un répéteur de téléphonie mobile, appelé aussi amplificateur de signal mobile, permet de renforcer le signal, le plus souvent pour améliorer la réception à l'intérieur d'un bâtiment. Il capte le signal grâce à l'antenne extérieure, l'amplifie puis le diffuse grâce à l'antenne intérieure. En tant qu'équipement radioélectrique, il doit être notamment conforme à la directive européenne 2014/53/UE du 16 avril 2014, dite RED, et donc comporter un marquage CE.

Une réglementation stricte

Il est interdit d'installer et d'utiliser des répéteurs ou amplificateurs de services de téléphonie mobile 2G, 3G, 4G ou 5G de sa propre initiative, à moins que les opérateurs concernés aient donné leur accord. Sinon, cela revient à utiliser de manière illégale leurs fréquences. C'est aussi une épée de Damoclès pour

le détenteur du répéteur : en effet, s'il est le plus souvent correctement réglé le jour de son installation, le répéteur ne change jamais de fréquences. Or, les opérateurs, eux, ajustent régulièrement les leurs ! Le répéteur continue à émettre imperturbablement sur les mêmes fréquences, et se transforme en brouilleur ! Un répéteur peut ainsi, du jour au lendemain, dégrader la couverture et la qualité du service de téléphonie et d'internet mobile dans de larges zones.

Quelles solutions ?

En cas de mauvaise couverture mobile à l'intérieur d'un bâtiment, plusieurs solutions existent pour le grand public ou les entreprises¹ : pour la voix et les SMS, il est possible de passer des appels avec la solution de voix sur wifi, à condition bien sûr de disposer d'un accès internet fixe haut débit,

de téléphones mobiles compatibles et d'une offre adaptée. Cette solution ne nécessite pas d'accord préalable de la part des opérateurs. Il existe aussi le système d'antennes distribuées (DAS), plutôt adapté à des lieux d'une certaine taille. C'est un réseau d'antennes reliées à des équipements de télécommunications déployés par un ou plusieurs opérateurs, selon que l'offre est mono ou multi-opérateurs. Dans tous les cas, il est utile de contacter les opérateurs mobiles pour vérifier au préalable qu'aucun problème technique temporaire n'affecte le réseau, et rechercher ensemble une solution adaptée. Ce peut être pour eux l'occasion de faire évoluer leur réseau mobile pour apporter une meilleure couverture.

1 - <https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/new-deal-mobile.html#Indoor>

Enquête n°10

Il y a de l'orage dans l'radar



Ou comment créer des nuages d'un coup de baguette wifi magique

Fin 2019, Montclar, dans les Alpes-de-Haute-Provence : 406 habitants et un radar météo ultra-moderne, qui couvre le Tarn et l'Aveyron, sentinelle des risques d'inondation. Il scrute l'horizon en permanence, capable de détecter des nuages chargés de pluie à plus de 100 km à la ronde. Pourtant, depuis plusieurs semaines, les ingénieurs de Météo-France s'interrogent : une file de nuages fixes s'affiche sans discontinuer en direction de l'ouest. Quelques coups de fil permettent bien vite de s'en assurer : pas de pluie à l'horizon, tout cela n'a décidément rien de météorologique...

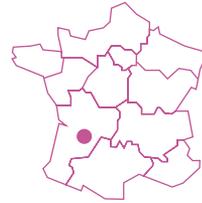
SUR LE SITE TOULOUSAIN de Météo-France, le diagnostic est vite posé : il s'agit, dans le jargon des spécialistes, d'un faux écho provoqué par un émetteur distant. En effet, le radar envoie régulièrement des trains d'ondes à 5 GHz, puis tend l'oreille pour détecter des nuages dont le chargement menaçant (pluie, grêle, voire neige) renvoie l'écho. Si, dans la même direction, un émetteur, même peu puissant, utilise cette fréquence, les capteurs très sensibles du radar perçoivent un signal qu'ils peuvent interpréter comme l'écho. Un nuage insolite prend alors forme sur l'écran. Toulouse abrite également un service régional de l'ANFR et les deux administrations sont souvent en relation : entre satellites et radars, cela fait en effet des décennies que la météo ne se pratique plus à l'œil nu, mais passe par les fréquences.

Un signal bien azimuté

Le brouillage observé agit sur la fréquence 5 645 MHz du radar météo, azimut 265°. L'alerte est donnée, et le service régional entre en action. La première étape, incontournable, est de se rendre à Montclar. Le 24 mars 2020, en plein confinement, les 140 km qui séparent Toulouse du site sont rapidement franchis. Sur place, les agents de l'ANFR connectent leurs appareils sur le radar météo préalablement éteint, pour enregistrer les caractéristiques du signal capté par l'antenne ultra-sensible du récepteur d'échos. À première vue, il s'agit d'un réseau local sans fil (RLAN). Mais le signal capté est trop faible, impossible d'en savoir plus : on ne peut décoder aucun des identifiants du réseau...

Chercher un wifi dans une botte de wifs

Les agents de l'ANFR, avant de regagner leur véhicule, jettent un regard désabusé vers le soleil couchant : certes, la vue est superbe depuis ce promontoire, mais comment trouver un réseau wifi inconnu, dans un cône de 10° d'angle (entre 260 et 270°), qui pourrait, s'il est puissant, se trouver jusqu'à 100 km de là ? Autant chercher une aiguille dans une botte de foin !... Et le relief et les virages des routes de l'Aveyron, du Tarn voire du Tarn-et-Garonne ne vont pas simplifier la tenue du cap ! Bien sûr, en hélicoptère,



Montclar
(Alpes-de-Haute-Provence)
406 habitants
23,38 km²

02 avril 2020
Date de l'intervention

RLAN

Signifie *radio local area network* ou réseau local radioélectrique en français. Les dispositifs RLAN utilisent la bande de fréquences 5 GHz. Ils servent à fournir un accès internet sans fil ou à assurer la transmission de données sans fil entre plusieurs sites.

plein gaz dans l'azimut 265°... Mais revenons sur Terre. Dès le lendemain matin, le véhicule laboratoire de l'ANFR se lance sur les routes. Lestés de toutes les attestations nécessaires à l'heure du confinement, les contrôleurs démarrent leur traque dans le Tarn, autour d'Albi. D'abord l'ouest : le premier jour est consacré à l'exploration des 20 km qui séparent Senouillac d'Albi. Le lendemain permet de passer au crible 10 km entre Saint-Grégoire et Lescure d'Albigeois, puis, le 3^e jour, la vingtaine de kilomètres à vol d'oiseau entre Sérénac et Cadix.

Tous les réseaux émettant dans la bande des 5 GHz wifi doivent être détectés ! Une gageure. Le camion se transforme alors pour l'occasion en *Google Car* : sur les 50 km qui séparent Montclar d'Albi, les appareils engrangent pas moins de 1901 réseaux wifi 5 GHz en activité !

Pas de confinement pour les ondes

Il est vrai que, confinement oblige, tous les échanges passent par les réseaux électroniques, et le sans-fil est plus incontournable que jamais. Au retour, en dépouillant les caractéristiques de chaque réseau et en les confrontant avec les données extraites du radar, les possibilités finissent par retrouver taille humaine : seuls seize de ces réseaux émettent des fréquences réellement compatibles avec le brouillage constaté.

**« Confinement oblige,
tous les échanges
passent par les réseaux
électroniques, et le sans-
fil est plus *incontournable*
que jamais. »**

De seize, l'on passe à trois émetteurs plausibles : trois réseaux exploitant 20 MHz autour de 5 620 MHz qui pourraient perturber le radar, qui fonctionne à 5 625 MHz. Il ne reste donc plus qu'à trouver le propriétaire de chaque émetteur pour qu'il l'arrête, puis à vérifier l'effet produit quelques 50 km plus à l'est, à Montclar...

Doutes levés

Il « suffira » donc de revenir sur place, ce qui est fait dès le 31 mars, pour caractériser chacun des émetteurs suspects et lever les doutes. L'équipe commence le 31 mars par l'est d'Albi, plus proche du radar. Mais à Saint-Grégoire-Église, malgré l'arrêt temporaire du réseau, le brouillage persiste... Le même jour, c'est le réseau RLAN de Saint-Cirgue qui est interrompu. Sans résultat ! Il ne reste alors qu'une seule possibilité : le dernier émetteur se trouve sur la commune de Gaillac, à l'ouest d'Albi. C'est ainsi que nos agents parviennent finalement, le 2 avril, à réduire au silence un émetteur wifi situé sur un château d'eau, dans un hameau de Gaillac, à Vors précisément. La confirmation tombe enfin : les brouillages ont bel et bien cessé. L'émetteur se situe à 61 km à vol d'oiseau du radar météo.

La société responsable du dispositif constate alors que son équipement était défectueux : la gestion de puissance était devenue inopérante et le dispositif émettait non seulement en continu, mais à pleine puissance ! L'équipement est remplacé quelques jours plus tard et le réseau n'a plus jamais fait parler de lui.

QUE DIT LA LOI ?

Le détenteur d'un matériel RLAN ou wifi est garant de l'utilisation conforme des fréquences et est responsable pénalement si son équipement est utilisé de manière non conforme ! Il encourt des sanctions pénales qui peuvent aller jusqu'à six mois d'emprisonnement et 30 000 € d'amende en application de l'article L39-1 du CPCE. Le fait que l'équipement ou l'installation radioélectrique en cause, en l'occurrence un RLAN, est à l'origine d'un brouillage constitue un autre délit soumis aux mêmes sanctions pénales.

L'utilisateur encourt par ailleurs une taxe de 450 € pour frais d'intervention de l'ANFR.

Que se passe-t-il dans la bande de fréquences 5 GHz ?

Une partie de la bande de fréquences 5GHz héberge des applications autorisées telles que des radars météorologiques de Météo-France. Ces derniers localisent dans un rayon de plus de 100km les zones de précipitations (pluie, neige, grêle) et mesurent leur intensité afin de générer une cartographie des précipitations pour des prévisions météorologiques. Quand on installe un réseau local sans fil (RLAN) dans la bande de fréquence 5 GHz,

comme par exemple un réseau wifi, il est essentiel de suivre les règles en vigueur, notamment pour protéger ces radars météorologiques. Les émissions de ces équipements RLAN en défaut sont captées par les radars météo ce qui fausse leurs observations. Le radar météo détecte une averse qui n'existe pas.

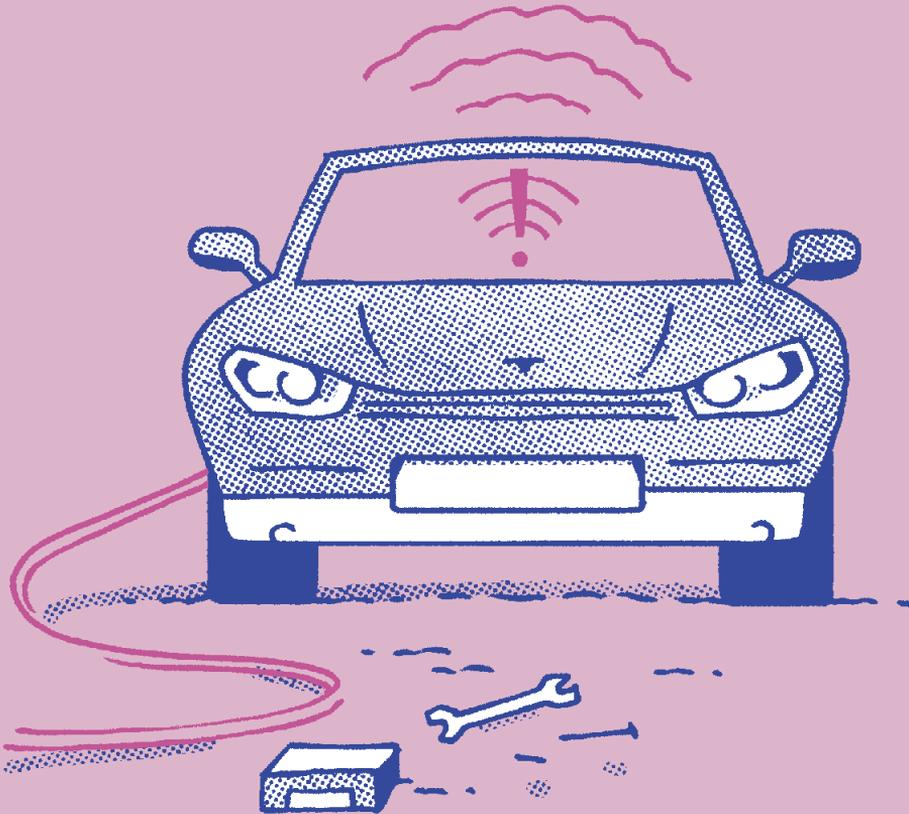
Quelles règles ?

Les RLAN à 5GHz comportent obligatoirement un DFS (système dynamique

de sélection de fréquence): ils reconnaissent ainsi les impulsions des radars météo et s'installent alors automatiquement sur des fréquences différentes. Les RLAN en bande 5GHz doivent aussi respecter des puissances maximales. Toutes les règles sont rappelées dans une plaquette pédagogique que l'ANFR a éditée en 2018 et qui est disponible sur son site internet.

Enquête n°11

Trop de connexion tue la connexion



Ou comment déconnecter les autres en se connectant

Fin 2019, Saint-Ambroix, dans le département du Gard. Un opérateur mobile envoie à l'ANFR une demande d'intervention pour un brouillage affectant ses services 3G sur la commune. Toute la bande 900MHz est affectée et une antenne-relais se trouve perturbée. Mais pas n'importe quelle antenne, celle-ci est érigée sur le terrain d'un garage automobile. Y aurait-il un rapport entre le brouillage et l'activité du garagiste? Le meilleur moyen de le savoir est de se rendre sur place.

AVANT QUE L'ANFR NE SE DÉPLACE, et afin de récolter des indices pour l'enquête, l'opérateur mobile vient voir de ses propres yeux ce qui se trame dans ce garage. Ses soupçons portent sur les véhicules en réparation et plus particulièrement sur une voiture électrique. Après tout, pour émettre des fréquences, il faut de l'électricité : se peut-il que toutes ces batteries rassemblées sur quatre roues soient la source de ce brouillage ?

Soupçons fondés

Informés et appelés à la rescousse, les agents du service régional d'Aix-Marseille de l'ANFR veulent en avoir le cœur net. Ils se rendent au garage le 21 janvier 2020. Tout près du véhicule en question, l'analyse spectrale confirme que le signal brouilleur provient bien de lui. Mais ce n'est pas sa nature électrique qui le fait rayonner ; c'est plutôt sa nature, tout aussi moderne, de voiture... connectée !

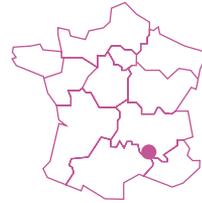
Hyperconnexion

En effet, elle se révèle dotée d'un discret boîtier de communication, un TCU (*Telematics Control Unit*) ou unité de commande télématique, dispositif qui équipe certains véhicules électriques. Ce TCU, grâce à sa carte SIM, communique avec le réseau du concessionnaire, notamment pour l'informer de l'utilisation de la batterie, du nombre de kilomètres parcourus ou du bon fonctionnement du GPS. Il permet même, ultime confort qui n'est guère de saison en ce début d'été dans le Var, de lancer le préchauffage de la voiture *via* son smartphone... !

Intempestif et rebelle

Mais voilà : ce TCU, en défaut, produit un rayonnement permanent intempestif anormal dans la bande de fréquences 900 MHz, perturbant l'antenne-relais et tous les téléphones environnants.

Pour mettre fin à ce brouillage, l'idée paraît a priori simple : désactiver la carte SIM du TCU. Mais il faut savoir que les voitures connectées s'accommodent mal de la perte de leur connexion ! En effet, le véhicule se serait trouvé définitivement immobilisé : pas de TCU, pas d'issue ! Une



Saint-Ambrois (Gard)
3 200 habitants
11,74 km²

27 janvier 2020
 Date de l'intervention

La voiture connectée

Le terme objet connecté désigne tout objet domestique ou industriel qui possède des capteurs et peut se connecter, via différents types de réseaux sans fil, à d'autres terminaux et systèmes sur Internet pour échanger des données afin qu'elles soient recueillies et analysées. Ces objets connectés sont de plus en plus nombreux : montre, arroseur intelligent, thermostat, balance, compteur communicant, réfrigérateur... Ils font partie de ce qu'on nomme l'internet des objets ou IoT (*internet of things*).

QUE DIT LA LOI ?

Au titre de l'article L39-1 du CPCE, le fait d'utiliser une fréquence, un équipement ou une installation radioélectrique dans des conditions non conformes est soumis à une sanction pénale de six mois d'emprisonnement et de 30 000 € d'amende. Par ailleurs, perturber les émissions hertziennes d'un service autorisé avec cette utilisation non conforme est également un délit soumis au même niveau de sanction pénale.

L'ANFR peut aussi appliquer à la personne responsable une taxe de 450 € pour les frais d'intervention occasionnés par la recherche de l'installation radioélectrique utilisée en dehors des conditions légales et réglementaires, ayant causé le brouillage d'une fréquence régulièrement attribuée (loi de finances).

autre option est donc privilégiée : trouver un garagiste habilité qui puisse corriger ce défaut, ce qui est fait après plusieurs tentatives, comprenant le démontage intégral de la planche de bord du véhicule pour atteindre le fameux TCU. Le 27 janvier, après plusieurs heures de main d'œuvre, le garagiste parvient à réinitialiser le TCU, ce qui met définitivement fin à la perturbation.

Suivie à la trace

Cette voiture était finalement doublement suivie à la trace : par son concessionnaire, *via* le TCU, et par l'opérateur mobile, qui voyait des alertes vagabonder sur la console de supervision de son réseau ! Ce brouillage très pernicieux se déplaçait ainsi au gré des trajets de la voiture. Avec toutefois quelques points fixes : le garage où elle a été finalement identifiée, le lieu de travail du propriétaire du véhicule, et le soir et la nuit, les alentours de son domicile. Logique !

« Les alertes
vagabondaient sur la
console de supervision...
Ce brouillage très
pernicieux se déplaçait
au gré des trajets
de la voiture. »

La voiture connectée, une nouvelle source potentielle de brouillage ?

L'ANFR reste particulièrement vigilante car, suite à cette intervention dans le Gard, deux autres cas de brouillage des services d'un opérateur mobile causés par des voitures électriques connectées ont été signalés. Ils ont été résolus, et des analyses et tests ont été effectués sur le module radio par le constructeur automobile afin de prévenir d'autres situations de brouillage. Le marché des véhicules connectés se développe, et de plus en plus de voitures disposent d'un TCU intégrant une carte SIM pour transmettre des données au réseau du constructeur et donner accès à des bouquets de services adaptés à ces véhicules. L'accès au réseau mobile

se révèle aussi nécessaire pour toutes les voitures qui sont équipées d'un système *eCall* d'appel d'urgence permettant d'alerter les secours en cas d'accident. Enfin, ces connexions préparent les grandes évolutions industrielles de la conduite autonome.

Sensibilité aux brouillages

Cette connectivité croissante crée une vulnérabilité aux cyberattaques, mais il faut aussi compter avec les menaces liées aux brouillages. La connectivité M2M (*machine to machine*) de l'IoT (internet des objets) est en effet sensible aux brouillages, que ceux-ci soient volontaires ou non intentionnels. Inversement, comme dans le cas du garage, tout objet

connecté est lui-même potentiellement perturbateur. Pour limiter ces risques, les modules radio des objets connectés doivent notamment respecter les exigences essentielles de la directive européenne 2014/53/UE du 16 avril 2014 dite « RED » : comporter un marquage CE et disposer d'une déclaration UE de conformité. L'utilisation des fréquences par les objets connectés doit également suivre la réglementation applicable pour chaque usage spécifique, afin de permettre une bonne cohabitation des différents utilisateurs de la bande de fréquences concernée et ne pas empiéter sur les fréquences voisines réservées à d'autres appareils.

Enquête n°12

Allo le 18 ? Le bip ne répond plus



Ou comment déconnecter des pompiers à l'insu de leur plein gré

Au cours de l'été 2020, l'activité sur le terrain des agents de l'ANFR pour traiter les brouillages radio n'a pas été de tout repos. Le service régional de Lyon est d'ailleurs intervenu auprès des sapeurs-pompiers du Rhône, détectant un brouillage potentiel grâce à ses actions de contrôle préventif de l'utilisation du spectre des radiofréquences.

EN AOÛT 2020, dans le cadre de ses opérations de surveillance du spectre dans les bandes VHF (ondes métriques de 30 MHz à 300 MHz), et les bandes UHF (ondes décimétriques de 300 MHz à 3 GHz), nos experts détectent, à l'aide du réseau national fixe de radiogoniomètres de l'ANFR, une émission permanente et puissante sur la fréquence 173,5125 MHz.

Cette fréquence, qui n'est pas censée être utilisée en permanence, sert à l'alerte des services d'incendie et de secours et la mobilisation des équipes par « bip ». Le bip, c'est un petit boîtier qui fait partie de l'équipement des sapeurs-pompiers : chacun d'entre eux en porte un, fixé à sa ceinture. Il vibre et sonne pour mobiliser instantanément les moyens nécessaires lorsqu'une intervention est déclenchée après un appel au 18. Le bip affiche la nature de l'alerte, le véhicule à rejoindre et le lieu où se rendre.

Bip ? Bip bip ?

L'ANFR doit réagir vite pour rétablir les communications des secours d'urgence que cette émission permanente compromet. Elle doit tout d'abord avertir rapidement l'utilisateur de la fréquence de cette anomalie : le service départemental et métropolitain d'incendie de secours du Rhône (SDIS 69). Ce dernier confirme le caractère perturbateur de cette émission qui affecte bien les bips sur la fréquence d'alerte des pompiers, et il transmet dans la foulée une demande d'instruction de brouillage à l'ANFR afin que celle-ci intervienne.

L'investigation technique est menée le 10 août par les agents du contrôle du service régional de Lyon, à bord d'un véhicule laboratoire.

Au volant, droit devant !

Grâce à l'azimut indiqué par un tir effectué à partir d'un des radiogoniomètres du réseau fixe de surveillance VHF-UHF, installé à Saint-André-la-Côte, nos enquêteurs roulent droit vers l'origine du brouillage. Mais si la direction est donnée par l'appareil, celui-ci ne donne pas de renseignements précis sur la distance à parcourir jusqu'à la source. Au volant de leur véhicule, les agents progressent et avalent



Lyon (Rhône)
523 000 habitants
47,87 km²

11 août 2020
 Date de l'intervention

Un radiogoniomètre
 ou station de radiogoniométrie mesure la direction d'arrivée d'une onde électromagnétique par rapport à la direction de référence du pôle Nord. Il permet, par triangulation, la détermination précise du lieu d'une émission radio. Pour localiser la source d'un brouillage, l'ANFR dispose de radiogoniomètres installés sur des points fixes ou transportables, pour être placés sur des sites d'intérêt. On les trouve également sur le toit de ses véhicules laboratoires.

QUE DIT LA LOI ?

Au titre de l'article L39-1 du CPCE, le fait d'utiliser une fréquence, un équipement ou une installation radioélectrique dans des conditions non conformes est soumis à une sanction pénale de six mois d'emprisonnement et de 30 000 € d'amende.

Par ailleurs, le fait de perturber les émissions hertziennes d'un service autorisé avec cette utilisation non conforme est aussi un délit soumis au même niveau de sanction pénale. L'ANFR peut aussi appliquer à la personne responsable une taxe de 450 € pour les frais d'intervention occasionnés par l'usage d'une installation radioélectrique en dehors des conditions légales et réglementaires, ayant causé le brouillage d'une fréquence régulièrement attribuée (loi de finances).

les kilomètres à travers les vallées du Rhône et de l'Isère... La direction est continuellement affinée par les mesures effectuées avec le radiogoniomètre mobile installé sur le toit. Ils se rapprochent enfin du lieu d'émission quand soudain... le signal brouilleur disparaît des radars! Nos experts rebroussement chemin et planifient une autre mission dès le lendemain, pour, espèrent-ils, achever l'enquête.

Là-haut sur la montagne

Le 11 août, leurs recherches les mènent finalement jusqu'à un émetteur défectueux, situé à Oriol-en-Royans dans la Drôme, sur la montagne du Musan. Environ à 90 km à vol d'oiseau mais à 160 km par les routes! Ironie de la situation, l'émetteur était exploité par un autre SDIS, celui de la Drôme, qui l'arrête immédiatement. Brouillage résolu.

« Au volant de leur véhicule, les agents progressent et avalent les *kilomètres* à travers les vallées du Rhône et de l'Isère... »

À quoi sert le réseau des stations fixes de contrôle de l'ANFR ?

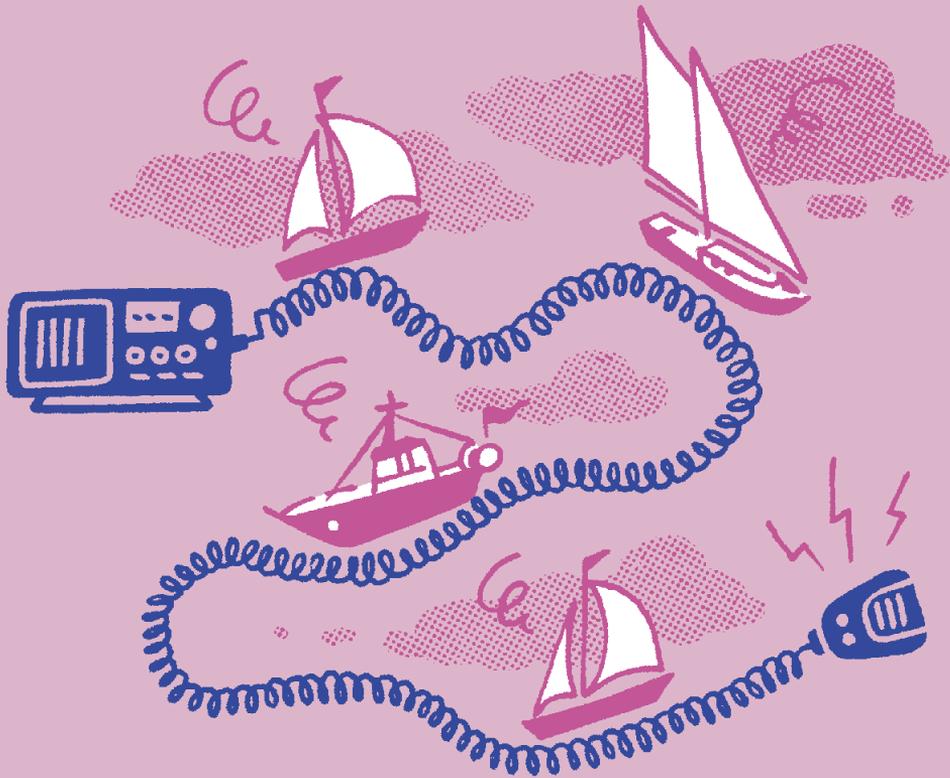
Le réseau de stations fixes (radiogoniomètres et antennes directives) de l'ANFR permet la surveillance du spectre en bandes VHF (ondes métriques de 30 MHz à 300 MHz) et UHF (ondes décimétriques de 300 MHz à 3 GHz). Il évalue avec une grande précision la direction d'une émission dans ces bandes, et est utilisé pour des contrôles préventifs ou la localisation d'une source de brouillage. Les bandes VHF et UHF sont utilisées pour des applications professionnelles et de sécurité : réseaux de police et de gendarmerie (par exemple ACROPOL, TETRA), réseaux de santé, réseaux d'incendie et de secours, applications aéronautiques, maritimes, ferroviaires et pour la Défense. Ces bandes sont aussi utilisées par des applications qui intéressent

le grand public dans le domaine de la radiodiffusion et du service mobile : radio FM, radio DAB, télévision, réseaux locaux, réseaux professionnels et terminaux sans fil. Il faut donc les contrôler avec une attention particulière, d'autant que certains sont tentés d'y introduire des équipements radioélectriques fonctionnant sur des fréquences sans autorisation et susceptibles de générer des brouillages, ou d'utiliser des bandes peu utilisées en temps ordinaire mais qui sont stratégiques en temps de crise ou lors de circonstances exceptionnelles. Le réseau de stations fixes de l'ANFR, interrogeable à distance par les agents de contrôle, est un allié précieux pour aider à la surveillance de ces bandes de fréquences et à la

résolution de brouillages affectant notamment des services de sécurité. Les « tirs gonio » réalisés par ces stations fixes – placées judicieusement sur des points hauts stratégiques avec une visibilité sur des zones d'utilisation dense des réseaux sans fil, comportant un aéroport, un port, un centre urbain ou une frontière – participent à accroître la réactivité de l'ANFR pour résoudre certains brouillages. L'utilisation de ce réseau fixe permet de gagner du temps, soit en indiquant une direction, soit, si l'on peut procéder à des recoupements goniométriques, en délimitant une zone de recherche. Des agents seront alors déployés à bord d'un véhicule laboratoire pour finaliser la localisation de la source de l'interférence.

Enquête n°13

Panique magnétique à bord



Ou comment un voilier perturbe le trafic sans bouger de son ponton
Fin septembre 2020, port de plaisance de La Rochelle. Le canal 9, fréquence 156,45 MHz de la VHF marine, dédié aux communications entre le port et les navires, montre des signes de faiblesse. Il s'agit d'un brouillage, à n'en pas douter. La capitainerie, sorte de chef d'orchestre du port, assure la fluidité du trafic maritime et l'accueil des navires. Aussi, comment jouer juste lorsque le chef disparaît par moments de la vue de l'orchestre ?

ALERTÉ PAR LA CAPITAINERIE, le service régional de Donges de l'ANFR prend en charge l'affaire le 28 septembre et, dès la première heure, programme une intervention sur site. Des agents habilités et assermentés, munis de leurs équipements de réception et d'analyse du spectre, se rendent le 1^{er} octobre sur le port de plaisance, pour procéder à une investigation méticuleuse, à la recherche de la source de ce brouillage.

Ça se complique...

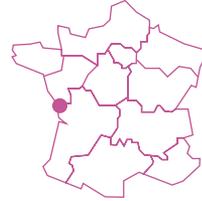
Mais, à leur arrivée, la perturbation a disparu ! L'enquête semble compromise... Avant de quitter les lieux, ils procèdent tout de même à quelques contrôles, pour mieux appréhender l'environnement électromagnétique du port. Curieusement, un signal instable s'affiche sur leurs écrans, mais sur le canal 5 (156,25 MHz), qui lui, est dédié aux autorités portuaires. Cette instabilité n'est pas mineure : de temps à autre, ce signal dérive bel et bien... jusqu'à atteindre le canal 9 ! Mais, en l'occurrence, pas assez pour reproduire le brouillage qui a déclenché cette mission à La Rochelle. Fausse piste ?...

Prendre sur le fait

Les brouillages sont hélas nombreux sur le territoire, et nos agents ne peuvent prolonger leur enquête plus longtemps : l'équipe de l'ANFR se résout donc à reprendre la route pour s'atteler à un autre brouillage situé dans la région. Mais quelques heures plus tard, le signal perturbateur fait un retour remarqué – et cette fois en plein dans le canal 9. Demi-tour ! Il ne faut pas perdre une minute pour prendre le brouilleur sur le fait.

Sur place, le signal se maintient. Il ne reste donc plus qu'à quadriller le port, pour en dénicher la source. Pourtant, si le véhicule laboratoire de l'ANFR est équipé d'un goniomètre très performant, il a un seul (petit) défaut : il n'est pas amphibie...

Or La Rochelle abrite le plus grand port de plaisance de France et l'un des plus grands du monde... Il s'agit donc maintenant de trouver l'embarcation en défaut parmi plus de 5 000 bateaux, à partir de la terre ferme !



Port de La Rochelle
(Charente-Maritime)
5 157 places
0,7 km²

1^{er} octobre 2020
Date de l'intervention

Pourquoi la VHF marine est-elle cruciale ?

L'utilisation d'une radio VHF est essentielle pour la sauvegarde de la vie humaine en mer. Elle permet de communiquer entre navires, émettre et recevoir des appels de détresse et de sécurité avec une portée supérieure au réseau de son téléphone mobile. Les radios VHF (*very high frequency*) utilisent des ondes radio dans la bande VHF (156 à 174 MHz) réservée au service maritime et plus spécifiquement à la VHF marine (156 – 162 MHz).

QUE DIT LA LOI ?

Un équipement radioélectrique en défaut peut se mettre à émettre dans une fréquence de manière illégitime. Il est donc important d'acheter des équipements conformes (marquage CE) et de les maintenir en bon état. L'utilisation d'une fréquence sans autorisation ou en dehors des conditions réglementaires est un délit passible d'une peine maximale de six mois de prison et 30 000 € d'amende (article L. 39-1 du CPCE).

Le fait de perturber les émissions hertziennes d'un service autorisé en utilisant une fréquence dans des conditions non conformes est également un délit soumis à la même sanction pénale (L. 39-1 du CPCE).

Le responsable de ces infractions est également redevable d'une taxe de 450 € pour intervention de l'ANFR dont les agents assermentés et habilités ont constaté l'infraction, au titre de la loi de finances.

De pontons en pontons

Puisqu'il est impossible de s'aventurer au volant d'un camion sur les multiples pontons qui structurent le port, reste les quais carrossables. Quelques passages, des relevés d'angles, un peu de géométrie, voilà deux pontons décidément bien suspects, les n°11 et n°12... Il faut en avoir le cœur net. La recherche de brouillage, c'est un sport complet : la tête et les jambes ! C'est donc à pied, muni d'un récepteur portable, que se termine la chasse au brouilleur. Bientôt, plus aucun doute n'est possible : le signal provient d'un voilier où le propriétaire vit à l'année.

À bord, les agents identifient l'appareil en cause : un simple émetteur VHF défaillant ! Mais l'équipement n'est pas immédiatement accessible car il est installé derrière le tableau de bord. Nos enquêteurs demandent donc au propriétaire du bateau de prendre contact avec la capitainerie pour effectuer au plus vite les travaux nécessaires, afin de faire cesser cette situation de brouillage.

Début octobre, la capitainerie fait intervenir à bord du voilier une entreprise spécialisée qui débranche l'émetteur VHF défaillant. Depuis, la capitainerie orchestre de nouveau, en toute sécurité, les allées et venues dans le port de plaisance de La Rochelle...

« Si le véhicule
laboratoire de l'ANFR est
équipé d'un goniomètre
très performant, il a un
seul (petit) défaut : il
n'est pas *amphibie*... »

Comment est gérée la VHF marine ?

La bande VHF (*very high frequency*), qui concerne les ondes métriques de 30 MHz à 300 MHz, est partagée entre de nombreuses utilisations – aéronautique, maritime, privées, militaires et les radios FM. Cinquante-neuf canaux sont disponibles dans la bande VHF du service mobile maritime (156-162 MHz) : cette liste est disponible dans l'annexe 2 du manuel de l'ANFR de préparation au CRR (certificat restreint de radiotéléphoniste du service mobile maritime).

Ce service mobile maritime en VHF est partagé par trois systèmes différents :

- La téléphonie vocale analogique, la forme de communication la plus importante dans le service mobile maritime.
- L'ASN (appel sélectif numérique) utilisé pour les alertes de détresse,

les annonces d'urgence et de sécurité et les appels de routine.

- L' AIS (*automatic identification system*), un système d'anticollision pour améliorer la sécurité de la navigation. Ces systèmes de communication utilisant la bande VHF du service mobile maritime permettent un échange efficace de données de navigation entre navires et entre navires et stations côtières, améliorant ainsi la sécurité des navigateurs.

À déclarer, et à maîtriser

Les VHF marines, qu'elles soient fixes ou portables, doivent être déclarées auprès de l'ANFR qui délivre gratuitement une licence d'exploitation ainsi que les identifiants du service mobile maritime (Indicatif

d'appel et MMSI - *Maritime Mobile Service Identify*).

L'original de la licence d'exploitation de l'année en cours (affiché si possible) doit obligatoirement se trouver à bord ainsi que le CRR (ou le permis plaisance dans les eaux territoriales françaises).

Les plaisanciers naviguant à l'étranger et qui utilisent un équipement radio de type VHF maritime fixe ou portable, sont tenus de posséder un certificat d'opérateur radio au moins équivalent au CRR.

Depuis 2011, le CRR n'est plus obligatoire dans les eaux territoriales françaises pour un plaisancier utilisant une VHF portative sans la fonction ASN. Mais avec la fonction ASN et dans les eaux françaises, il faut posséder *a minima* le permis de conduire des bateaux de plaisance ou le CRR.

Enquête n°14

L'attaque des robots



Ou comment les brouillages ne connaissent pas les frontières

Octobre 2020, dans le sud-ouest de l'Allemagne, dans le Bade Wurtemberg. Un organisme en charge de la protection de l'environnement est victime d'un brouillage. C'est la fréquence 459,55 MHz, utilisée par un réseau de sondes installé le long du Rhin pour relever les niveaux de radioactivité, qui subit une perturbation. L'homologue allemand de l'ANFR se saisit du dossier et suspecte rapidement une source de brouillage française...

UNE DEMANDE D'INTERVENTION pour « brouillage frontalier » est transmise, comme prévu par le Règlement des Radiocommunications (RR) publié par l'UIT (Union internationale des télécommunications), au Bureau Centralisateur National (BCN) de l'ANFR le 7 octobre 2020. Le BCN missionne deux agents du service régional de Nancy pour mener l'enquête.

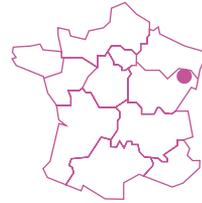
Les experts, qui sont habilités et assermentés pour enquêter sur des infractions affectant le spectre radioélectrique, doivent d'abord circonscrire la zone de recherche et caractériser l'émission perturbatrice. Ils lancent plusieurs mesures depuis la station de radiogoniométrie de l'ANFR installée à Lutterbach (Haut-Rhin). Cet équipement fait partie d'un réseau fixe de goniomètres exploité par l'ANFR sur le territoire français. Ils permettent d'évaluer avec une grande précision la direction d'une émission en bandes UHF et VHF, mais aussi de relever sa signature spectrale. Ces résultats de mesures sont combinés avec ceux d'un goniomètre allemand situé à proximité de Strasbourg, sur le plus haut sommet de la Forêt-Noire, le Hornisgrinde.

Direction la fac

Le verdict tombe: la source de brouillage se trouve au sud de Mulhouse. Les agents de l'ANFR approfondissent leur enquête dans la zone ainsi délimitée, et c'est à bord de leur véhicule laboratoire qu'ils réalisent des mesures complémentaires. Leurs appareils les mènent jusqu'à un site universitaire. La recherche se termine à pied, bras tendus, avec un analyseur de spectre et une antenne directive qui les mènent tout droit... sur le toit d'un des bâtiments! La source de brouillage est en fait une base RTK (*real time kinematic*) cinématique en temps réel en français, utilisée dans le cadre de travaux de recherche et développement d'un robot autonome.

Une question de précision

Le RTK, très utilisé aujourd'hui pour l'agriculture de précision, s'impose comme une solution appropriée dans le cas de robots autonomes qui préfigurent ce que seront les véhicules autonomes de demain. Les systèmes



Mulhouse (Haut-Rhin)
108 312 habitants
22,18 km²

14 octobre 2020
Date de l'intervention

Signature spectrale

La signature spectrale est l'émission électromagnétique caractéristique d'un objet notamment en matière de fréquences (fréquence centrale et largeur de spectre) et de puissance.

Le RTK (Real Time Kinematic)

Plutôt que de se baser uniquement sur les signaux GNSS reçus des systèmes de positionnement par satellite que sont le GPS, Galileo, Glonass et Beidou, le RTK reçoit également des signaux d'un autre module appelé base, qui permet d'apporter une précision accrue de positionnement, de l'ordre du centimètre.

de géolocalisation de type bases RTK nécessitent la programmation de fréquences dans la bande 444 - 449 MHz, dédiée aux communications mobiles professionnelles (PMR). Or, la base RTK de l'institut de recherche de l'université en cause utilise la fréquence 459,55 MHz sans aucune autorisation ! De l'autre côté de la frontière, cette même fréquence est utilisée, elle, avec une autorisation, par l'organisme allemand pour son réseau de capteurs de niveau de radioactivité.

Les robots au chômage technique

Le 14 octobre 2020, l'arrêt immédiat de l'émission non autorisée permet la disparition des perturbations, et l'organisme allemand peut reprendre ses surveillances en toute sérénité.

Une taxe de 450 € pour frais d'intervention est adressée par l'ANFR au responsable du brouillage, accompagnée du processus à suivre pour demander une autorisation d'utilisation de fréquence et ainsi pouvoir utiliser son système RTK en toute légalité.

En attendant qu'il se mette en conformité avec la réglementation, le propriétaire du robot et de la borne RTK n'est plus autorisé à mener son expérimentation. L'ANFR ne tolérerait aucune récidive du brouillage !

**« La recherche
se termine *à pied,*
bras tendus,
avec un analyseur
de spectre et une
antenne directive... »**

Comment sont gérées les fréquences pour les réseaux mobiles professionnels (PMR) ?

Rappelons que l'utilisation des fréquences pour les services de communications mobiles professionnelles (PMR) est encadrée par le code des postes et des communications électroniques (CPCE) et nécessite une autorisation. Chaque utilisateur d'un système RTK ou de GPS différentiel doit solliciter auprès de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de

la presse (Arcep) une autorisation individuelle pour utiliser des fréquences affectées aux PMR. L'ANFR gère les demandes d'autorisation de fréquences PMR pour le compte de l'Arcep et a mis en place un portail dédié à cet effet¹.

À noter qu'en zone frontalière, certaines fréquences font l'objet d'un partage entre les pays. Après négociations, les fréquences sont classées comme préférentielles pour

un pays donné. Dans le cadre de cette enquête, la fréquence 459,55 MHz était une fréquence préférentielle allemande. Si l'institut de recherche français avait fait une demande d'autorisation de fréquence dans cette bande, elle n'aurait pas abouti en raison de risques forts de brouillage, qui se sont d'ailleurs produits, et une autre fréquence lui aurait été proposée.

¹ www.anfr.fr/licences-et-autorisations/reseaux-professionnels/

Enquête n°15

Fin de partie



Ou comment couper le sifflet à un radioamateur menaçant

Fin 2019. De nombreux courriers et e-mails sont envoyés à l'ANFR pour se plaindre des propos particulièrement déplacés d'un individu peu scrupuleux alors que la toile s'affole également, *via* Twitter et des forums. L'objectif est donc clair : il faut faire cesser les agissements de celui que l'on appellera désormais Monsieur X.

TOUT COMMENCE PAR une forte mobilisation de la communauté des radioamateurs pour dénoncer auprès de l'ANFR un comportement inapproprié sur les ondes, émaillé de propos injurieux et de menaces de mort.

La première urgence est de procéder à des relevés opposables de ces propos excessifs et menaçants. C'est grâce à des moyens fixes spécifiques à la surveillance de l'utilisation des fréquences HF, notamment au champ antenneur installé sur une trentaine d'hectares au Centre de contrôle international (CCI) de l'ANFR près de Rambouillet (78), que les agents assermentés parviennent à établir ces constats.

Une omission bienvenue

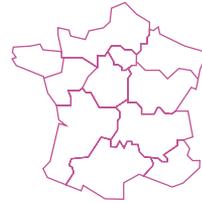
En approfondissant l'enquête, les agents de l'ANFR découvrent que Monsieur X avait omis de déclarer son installation radioélectrique auprès de l'ANFR : cette absence de déclaration d'une station de plus de 5 Watts de puissance par un radioamateur constitue une infraction au code des postes et des communications électroniques (CPCE), qui peut être punie de six mois d'emprisonnement et de 30 000 € d'amende. Cet oubli surprenant fournit aussitôt une base légale pour saisir les équipements radio de Monsieur X, en sollicitant en premier lieu le procureur de la République. L'adresse du fauteur de trouble est rapidement trouvée grâce à la base de données des indicatifs radioamateurs tenue par l'ANFR et des tirs effectués avec des radiogoniomètres.

Démasqué

Un déplacement sur site d'agents de l'ANFR équipés d'un véhicule laboratoire confirme l'existence d'une installation de service amateur, photos des antennes extérieures à l'appui. L'ANFR sollicite en novembre 2019 le soutien de la brigade de gendarmerie de la zone où réside Monsieur X. Une opération sur place est décidée. Sur demande de la gendarmerie, l'ANFR participe à l'opération afin d'identifier les matériels incriminés.

Visite surprise chez Monsieur X

Un jour de décembre, au petit matin, briefing : les agents du CCI et du service régional de Villejuif sont présents.



Quelque part en France...

Décembre 2020

Date de l'intervention

Un radioamateur

est une personne qui pratique, sans intérêt pécuniaire, un loisir permettant d'expérimenter les techniques de transmissions et d'établir des liaisons radio avec d'autres radioamateurs du monde entier. Pour échanger avec leurs pairs, les radioamateurs ont des bandes réservées à leur activité. Les conditions réglementaires d'exploitation des installations radioamateur en France sont précisées par l'Arcep. Les radioamateurs doivent notamment avoir réussi l'examen permettant la délivrance du certificat d'opérateur des services d'amateur, après quoi leur est délivré par l'ANFR un indicatif d'appel.

Autour de 7h, déclenchement de la perquisition : les lieux sont bientôt sécurisés. Les experts de l'ANFR entrent en scène afin d'examiner les équipements radio et de procéder à quelques mesures et contrôles. Le matériel mis en cause est rapidement identifié, et aussitôt mis sous scellés. La garde à vue de Monsieur X peut commencer...

Le lendemain matin, il est présenté devant le procureur de la République qui lui signifie sa convocation prochaine devant le Tribunal correctionnel. Dans l'intervalle, il est placé sous contrôle judiciaire.

Et re !

L'audience, initialement prévue le 3 juin 2021, est finalement reportée au 20 janvier 2022. Entre temps, une autre opération de perquisition de la gendarmerie avec les agents de l'ANFR en expertise est menée le 7 janvier 2022 au domicile du radioamateur : il continue à émettre des propos injurieux et des menaces de mort sur les ondes malgré son contrôle judiciaire ! D'autres équipements d'émission ayant servi à la diffusion de ces propos sont saisis à cette occasion et une nouvelle fois placés sous scellés. Le radioamateur, quant à lui, est entendu par les gendarmes.

Le 20 janvier 2022, direction Versailles pour l'audience au tribunal correctionnel. Monsieur X ne s'est pas déplacé, il est représenté par son avocat. Deux radioamateurs victimes des propos menaçants sont présents en tant que parties civiles avec leur avocate. L'ANFR, également partie civile

**« Il continue à émettre
des propos injurieux
et des menaces de mort
sur les ondes malgré
son *contrôle judiciaire* ! »**

dans cette affaire, assiste, elle aussi à l'audience avec son avocat. Ses deux représentants apportent un éclairage technique sur leurs missions de contrôle du spectre, leurs pouvoirs d'enquête en tant qu'agents assermentés et habilités et les constats réalisés pour ce dossier. L'ambiance est tendue, les échanges vifs et longs... L'audience aura duré plus de trois heures et s'achève vers minuit.

Verdict

Le délibéré, rendu le 28 mars, reconnaît le radioamateur coupable de tous les faits reprochés. Il est condamné à un an de sursis probatoire durant un délai de deux ans, avec interdiction d'exercer l'activité de radioamateur et obligation d'indemniser le Trésor public et les parties civiles. En complément, dans le cadre d'une procédure de sanction administrative, il lui est signifié quelques semaines plus tard la révocation de son indicatif pour non-respect de la réglementation relative au service amateur et les circonstances aggravantes des propos injurieux répétés sur les ondes.

Fini les gros mots

La coopération entre l'ANFR et la gendarmerie a permis de combiner expertises et pouvoirs d'enquête au bénéfice de la protection du spectre des radiofréquences, avec l'aide de toute la communauté des radioamateurs !

QUE DIT LA LOI ?

L'utilisation d'installations radioélectriques par le service radioamateur doit respecter les conditions réglementaires indiquées dans le CPCE et précisées dans les décisions de l'ARCEP, sous peine de constituer un délit soumis à sanction pénale pouvant aller jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende (article L.39.1 du CPCE).

De plus, l'utilisateur d'une fréquence en dehors des conditions réglementaires ou le responsable d'un brouillage par utilisation d'une fréquence en dehors des conditions réglementaires peut se voir notifier une taxe d'un montant de 450 € (Cf. article 45 II de la loi de finances pour 1987 modifiée) destinée à compenser les frais d'intervention de l'ANFR ayant procédé au constat d'un brouillage ou d'un usage non conforme de fréquences.

Quelles obligations pour les radioamateurs ?

L'activité radioamateur permet d'expérimenter, de communiquer par voie radioélectrique en réalisant des contacts multiples sur les bandes de fréquences, soit réservées à cet effet, soit en partage avec d'autres utilisateurs du spectre radioélectrique. Pour exercer cette activité, le radioamateur doit notamment obtenir un certificat d'opérateur qui reconnaît sa compétence et un indicatif qui permet de l'identifier comme un utilisateur de fréquences autorisé. Parmi les obligations d'utilisation des fréquences par les stations radio-électriques du service d'amateur ou du service d'amateur par satellite, des puissances maximales

d'émission sont fixées selon les bandes de fréquences utilisées. Les stations d'émission de plus de 5 watts doivent être déclarées auprès de l'ANFR. Par ailleurs, l'activité d'émission doit être renseignée de manière détaillée. Ainsi, le titulaire de l'indicatif d'une station radioélectrique du service d'amateur ou du service d'amateur par satellite est tenu de consigner dans un journal de bord les renseignements relatifs à l'activité de sa station : la date ainsi que l'heure de chaque communication, les indicatifs d'appels de l'utilisateur et des correspondants, la fréquence utilisée, la classe d'émission, le lieu d'émission.

Journal de bord

Le journal de bord doit être présenté à toute requête des autorités chargées du contrôle. Il doit être conservé au moins un an à compter de la dernière inscription, selon l'article 6 de la décision n°2012-1241 du 2 octobre 2012 de l'Arcep.. Les infractions à la réglementation relative au service amateur peuvent aussi entraîner des sanctions administratives : retrait ou suspension de l'indicatif radioamateur. Et, bien entendu, le respect de ces règles administratives et réglementaires n'exempte pas le radioamateur de respecter les droits de la personne, à commencer par ceux des autres radioamateurs.

Enquête n°16

Le son qui coupait la 4G



Ou comment la musique n'adoucit pas toujours les mœurs

Décembre 2020, Sernhac dans le Gard. Vieilles pierres et douceur de vivre font la réputation de ce village situé non loin du Pont du Gard. Mais rien ne va plus en cette fin d'année sur la commune et dans une zone de 10 km alentour, les services 4G dans la bande 800 MHz ne répondent plus ! La seule antenne-relais de la commune ainsi qu'une autre, située à 6 km, sont affectées par un mystérieux signal perturbateur.

SUITE AU SIGNALEMENT effectué par l'opérateur mobile concerné auprès de l'ANFR, un agent assermenté et habilité du contrôle du spectre du service régional – basé à Aix-en-Provence – se rend sur place le 18 décembre.

Doté de l'« artillerie » de pointe adéquate, il entame son investigation technique: les relevés spectraux permettent dans un premier temps d'obtenir la signature du signal perturbateur, c'est-à-dire les caractéristiques de l'émission électromagnétique responsable du brouillage. Il faut maintenant trouver d'où elle provient...

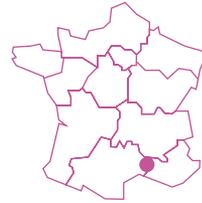
Le récepteur du véhicule laboratoire et une antenne Yagi directive orientent les recherches et mènent l'agent devant le domicile d'un particulier, dans un village à 3 km de l'une des deux antennes-relais brouillées.

Contre toute attente...

Avec l'accord du propriétaire, les investigations se poursuivent à son domicile pour finalement aboutir à l'objet fautif... qui n'est autre qu'un casque audio sans fil ! Cet équipement, largement utilisé en ces temps de télétravail renforcé, paraît au premier abord inoffensif. Mais les agents détectent qu'il émet en dehors de sa bande de fréquences allouée et empiète sur celle de la 4G qui émet en bande 800 MHz. Le casque brouille même sur plusieurs kilomètres à la ronde.

Dérivation temporelle

Bien que disposant d'un marquage CE, le casque s'est mis à « dériver » avec le temps. Impossible pour le propriétaire de s'en rendre compte: il fonctionnait parfaitement bien ! Après l'avoir débranché, la perturbation de la 4G identifiée sur 10 km à la ronde disparaît instantanément. Le propriétaire de l'équipement cesse le jour-même d'utiliser définitivement ce casque.



Sernhac (Gard)
1765 habitants
8,93 km²

18 décembre 2020
Date de l'intervention

QUE DIT LA LOI ?

Au titre de l'article L.39-1 du CPCE, l'utilisation d'un équipement radioélectrique dans des conditions non conformes, qui par ailleurs perturbe les émissions hertziennes d'un service autorisé, constitue deux délits au sens de la loi, chacun soumis à une sanction pénale de six mois d'emprisonnement et de 30 000 € d'amende.

L'ANFR peut aussi appliquer à la personne responsable une taxe de 450 € pour les frais d'intervention occasionnés par l'usage d'une installation radioélectrique en dehors des conditions légales et réglementaires, ayant causé le brouillage d'une fréquence régulièrement attribuée.

Comment un casque audio peut-il devenir source de brouillage ?

Un brouillage peut être causé par un équipement radioélectrique – comme, entre autres, un casque audio connecté – qui a dérivé, c'est-à-dire qu'il émet hors de sa zone de fréquences normale. Il n'est alors plus conforme aux exigences de non-brouillage. Les causes peuvent, par exemple, être le vieillissement d'un composant, un mauvais entretien, un équipement en panne mais non débranché, un usage non conforme ou encore un appareil non adapté au marché européen (sans marquage CE). Au titre des exigences essentielles que l'ANFR peut contrôler et que doivent respecter les équipements radioélectriques pour être mis sur le marché français au sens de la directive des équipements radioélectriques (RED) et de sa transposition en droit national, les émetteurs radioélectriques ne doivent pas générer de brouillage.

Problème de conformité
Ainsi si un appareil génère un brouillage, cela signifie qu'il est non conforme aux exigences essentielles des équipements radio-électriques. Son propriétaire est alors responsable d'une infraction à la réglementation applicable aux radiofréquences. Il faut donc être vigilant lors de l'achat de tout équipement radioélectrique en s'assurant qu'il est bien conforme à la réglementation européenne, en respectant les restrictions d'usage le cas échéant et en le maintenant en bon état pour qu'au fil de son usage, il ne se mette pas à dysfonctionner. Les autres exigences essentielles sont notamment la protection de la santé, la sécurité des personnes, des animaux domestiques et des biens, la compatibilité électromagnétique et une utilisation efficace du spectre radio. La Commission européenne a par ailleurs proposé fin

2021, en adoptant un acte délégué spécifique, d'y adjoindre des mesures pour améliorer la cybersécurité des dispositifs sans fil. En tant qu'autorité de contrôle en matière de surveillance du marché des équipements radioélectriques, l'ANFR a pour mission de s'assurer que ces équipements en France sont conformes aux exigences essentielles et administratives applicables. À cet effet, les agents assermentés et habilités de l'ANFR interviennent de façon inopinée dans les espaces de vente ou les locaux professionnels de n'importe quel acteur économique concerné – distributeur, fabricant, importateur, grossiste, etc. – selon une procédure encadrée par les articles L. 40 et L. 43 du CPCE pour procéder, sur place ou par prélèvement, aux contrôles nécessaires.

Enquête n°17

Conflit de voisinage en plein vol



Ou comment déranger les airs depuis le sol

Fin 2020, aux alentours de Valence, dans la Drôme. Lors d'un vol de routine d'un avion de contrôle de la Direction générale de l'Aviation civile (DGAC), le pilote perçoit des interférences sur le réseau de communication critique. À n'en pas douter, un appareil brouilleur affecte une bande de fréquences allouée à la navigation aérienne. Le pilote enregistre les caractéristiques de la perturbation, transmises sans plus attendre aux experts de l'ANFR.

GRÂCE AU TRAVAIL RÉALISÉ EN AMONT par la DGAC – qui dispose d’avions pour vérifier le bon fonctionnement des dispositifs et équipements de vol ainsi que la « propreté » spectrale dans la bande VHF allouée à la navigation aérienne –, l’ANFR démarre l’enquête avec des pistes sérieuses sur la source possible de ce brouillage.

L’enregistrement de la perturbation ne laisse pas de doute : musique, flashes infos,... c’est une radio FM qui est reçue par les pilotes au lieu des messages habituels avec la tour de contrôle !

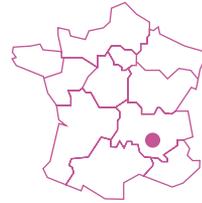
En route... !

Un agent du contrôle du spectre du service régional de Lyon, assermenté et habilité, est dépêché sur site le 1^{er} décembre 2020 pour mener l’investigation. Au volant de son véhicule laboratoire et muni de ses équipements de contrôle, il se dirige vers l’endroit d’où proviennent les émissions parasites.

Les mesures réalisées sur place permettent de confirmer le diagnostic : les interférences proviennent bien d’un émetteur FM. Mais ce n’est pas un, ni deux mais plusieurs émetteurs FM qui se trouvent sur le pylône, implanté à Saint-Péray, en-Ardèche, devant lequel se retrouve notre expert ! Le site est flanqué de plusieurs antennes permettant la diffusion de nombreuses radios nationales et locales ! Heureusement, les équipements de mesure lui permettent de déterminer avec précision l’émetteur FM en cause : il s’agit de celui d’une radio locale diffusant des programmes mettant en avant le territoire.

Radio gaga

Cet émetteur FM produit des rayonnements non désirés (rayonnements non essentiels et rayonnements provenant d’émissions hors bande) à des niveaux trop élevés. Par ailleurs, l’un de ces rayonnements coïncide, pas de chance, avec la bande de fréquence aéronautique 114,990 MHz ! Or, les émissions d’ondes radioélectriques non désirées, telles que celles produites par la radio FM dans des bandes voisines, doivent se limiter à un niveau qui permet d’éviter tout brouillage préjudiciable. Pour mettre fin à ce brouillage,



Saint-Péray (Ardèche)
7 580 habitants
24,05 km²

1^{er} décembre 2020
Date de l’intervention

Les rayonnements non désirés provenant d’un émetteur radioélectrique peuvent être provoqués par :

- des rayonnements non essentiels, c’est-à-dire des rayonnements situés sur une ou des fréquences en dehors de la largeur de bande nécessaire pour l’émission et dont le niveau peut être réduit sans affecter la transmission de l’information correspondante ;
- des émissions hors bandes, c’est-à-dire des rayonnements adjacents à la bande passante nécessaire pour l’émission.

QUE DIT LA LOI ?

L'utilisation de fréquences sans autorisation constitue un délit dont la peine peut aller jusqu'à six mois d'emprisonnement et 30 000 € d'amende en application des dispositions de l'article L. 39-1 du code des postes et des communications électroniques (CPCE).

Au titre du même article, le fait de perturber les émissions hertziennes d'un service autorisé en utilisant une fréquence dans des conditions non conformes, est également soumis à une sanction pénale de six mois d'emprisonnement et de 30 000 € d'amende. Une taxe de 450 € pour frais d'intervention de l'ANFR est par ailleurs exigée.

il faut donc réparer l'émetteur défaillant. Les représentants de la radio FM, étonnés de ces interférences mais fort coopératifs, s'exécutent rapidement : en présence de l'ANFR, un filtre « passe-bande » à cavité est installé sur l'émetteur pour réduire sa bande passante, améliorer sa polarisation et mettre ainsi fin à la perturbation. Dans cette affaire, qui implique un service audiovisuel, l'Arcom (Autorité de régulation de la communication audiovisuelle et numérique) a concouru aux côtés de l'ANFR pour permettre la remise en conformité rapide de l'équipement.

« Les mesures réalisées sur place permettent de confirmer le diagnostic : les *interférences* proviennent bien d'un émetteur FM. »

Quel rapport entre une radio FM et l'aéronautique ?

La bande de fréquences 87,5 - 108 MHz allouée à la radio FM est voisine de la bande VHF 108 - 137 MHz utilisée en aéronautique. Celle-ci est utilisée pour des communications de sécurité : services mobiles aéronautiques nationaux et internationaux, communications de surface des aérodromes, balises de détresse, systèmes d'atterrissage aux instruments (*instrument landing system – ILS*), relèvements magnétiques omnidirectionnels très haute fréquence (*VHF omnidirectional range – VOR*). Des conflits de voisinage entre ces deux bandes peuvent apparaître, par exemple si une émission FM est insuffisamment filtrée, et détériorer des communications critiques pour l'Aviation civile.

Interactions

Un découplage insuffisant ou un manque de filtres posés lors de l'installation d'émetteurs FM sur un pylône peut également être

la cause d'un brouillage préjudiciable, une interaction entre des antennes actives pouvant dans ce cas générer des produits d'intermodulation (PIM), c'est-à-dire l'apparition d'émissions radioélectriques sur une ou plusieurs nouvelles fréquences qui n'étaient pas présentes dans le signal d'origine. Les PIM sont des causes de brouillage couramment rencontrées par les agents de l'ANFR.

Il existe aussi des cas d'émetteurs FM parfaitement installés et conformes, qui génèrent des PIM du fait du mauvais état du support sur lequel ils se trouvent. On appelle « PIM de structure » ces phénomènes car ils sont causés par le défaut de conception, de construction, de modification, ou d'entretien d'un support. Il peut s'agir d'antennes qui ne sont plus utilisées mais laissées sur place, de chaînes de transmission coupées ou d'un pylône montrant des traces de rouille, d'où le

terme employé par l'UIT dans un de ses rapports « *Rusty bolt effect* », ou effet du boulon rouillé.

Ces défauts d'entretien des infrastructures ou des sites d'accueil des stations radioélectriques sont une menace car elles peuvent générer des brouillages dans des bandes allouées à l'Aviation civile ou à d'autres services hertziens autorisés.

Actions de prévention

L'ANFR, qui est régulièrement sollicitée pour résoudre de tels cas de brouillage, agit aussi de manière préventive en faveur de la propreté spectrale des sites. Lors de ses campagnes de contrôles de conformité de stations et de réseaux, elle vérifie l'état des structures, notamment grâce à ses agents télépilotes équipés de drones embarquant des caméras de haute précision. Les brouillages affectant des services de sécurité tels que les communications aéronautiques sont traités en priorité par l'ANFR.

Enquête n°18

Le coupable était caché dans le dressing



Ou comment un brouillage peut en cacher un autre

Début 2021, à Saint-Brevin-les-Pins, dans le département de la Loire-Atlantique. Un radioamateur est victime d'un brouillage affectant son récepteur dans les bandes des 80, 40 et 17 mètres en HF. Alerté, le service régional de l'ANFR de Donges se saisit de l'affaire et se rend sur place fin avril 2021 pour en découvrir la source. Ils ne seront pas déçus du déplacement.

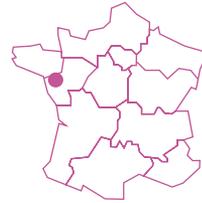
C'EST LE 28 AVRIL, une fois chez le radioamateur, que les agents de contrôle ANFR, après quelques mesures, se rendent compte qu'il n'y a pas une source de brouillage, mais deux ! Ils se mettent rapidement en quête des sources perturbatrices alentour... Tout d'abord, les mesures indiquent une forte remontée de bruit dans la bande HF (3 à 30 MHz). L'antenne directive, tel un bâton de sourcier, désigne une habitation située dans la même rue que le radioamateur. L'occupant des lieux accepte que nos experts approfondissent leur enquête dans son domicile.

Voisin pas solidaire

Mais il n'est pas toujours facile de détecter l'origine d'une émission dans ces bandes de fréquences dans une habitation. Aux grands maux, les grands remèdes : en coupant le compteur électrique général, le signal perturbateur disparaît aussitôt. La source du brouillage est donc nécessairement l'un des équipements électriques, ou radioélectriques du foyer. Reste maintenant à identifier lequel... Tests et mesures chez le particulier permettent d'identifier l'équipement en cause... Il s'agit d'une clôture électrique installée pour empêcher les chats errants de s'introduire dans le jardin et d'abîmer le potager ! Il est demandé au propriétaire de la remplacer ou de la réparer dans les délais requis.

Et de deux

Il faut à présent trouver la seconde source de brouillage... Les contrôleurs de l'ANFR quittent le domicile à la clôture perturbatrice et reprennent leurs recherches, le 28 mai 2021. Dans la rue où habite le radioamateur, ils mesurent toujours une forte remontée de bruit dans la bande HF. Cette fois encore, leur recherche les mène à une maison, située dans la même rue ! Rebelote : progressant avec leurs équipements de mesure de pièce en pièce, nos enquêteurs se retrouvent assez vite face à un dressing éclairé... par un ruban LED ! Il s'avère que l'alimentation émet des rayonnements parasites dans l'une des bandes de fréquences utilisée par le radioamateur. Il est demandé au propriétaire de faire réparer ou de remplacer cet appareil, qui rayonne bien au-delà du dressing. Double brouillage résolu !



Saint-Brevin-les-Pins
(Loire-Atlantique)
14 287 habitants
19,29 km²

Fin avril 2021
Date de l'intervention

QUE DIT LA LOI ?

Le responsable de l'infraction est susceptible de se voir appliquer une sanction pénale allant jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende prévue par le CPCE.

Il faut ainsi rester vigilant lors de l'achat de tout équipement électronique ou électrique en s'assurant qu'il soit conforme à la réglementation européenne (marquage CE) et le maintenir en bon état afin qu'au fil de son usage, il ne se mette pas à dysfonctionner.

Comment se créent les parasites électromagnétiques ?

Le double brouillage de l'enquête avait pour origine deux équipements domestiques anodins, transformés à l'insu de leurs propriétaires en sources de parasites électromagnétiques. Alimentés en continu par le secteur, ces deux appareils s'étaient mis à dériver et altéraient les bandes HF du fait d'un problème de compatibilité électromagnétique (CEM). Ces brouillages CEM sont des causes fréquentes de perturbations puisqu'en 2020, 37% des brouillages identifiés ont été causés par des parasites électromagnétiques.

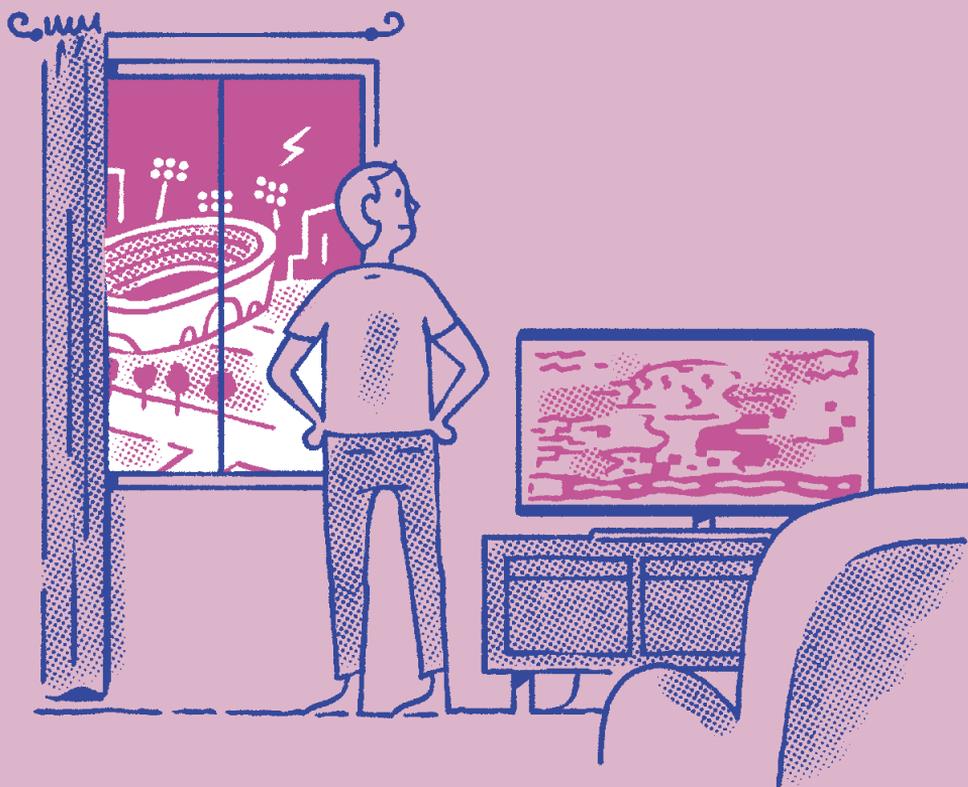
Des causes diverses

Un appareil électrique ou électronique peut produire des signaux parasites en fonction de son état : mauvaise conception, vétusté, mauvais réglage ou usage, dysfonctionnement... Concrètement, les causes peuvent être le desserrement ou l'altération d'un câble, le vieillissement d'un composant, une mauvaise mise à la terre, un équipement en panne mais toujours alimenté ou encore un appareil non conforme à la réglementation européenne de mise sur le marché en matière de CEM (sans marquage CE notamment).

Ils peuvent alors porter atteinte à la disponibilité de services de radiocommunication. La portée de ces brouillages touche un voisinage plus ou moins lointain, selon les puissances mises en jeu. Si un appareil électrique ou électronique génère un brouillage par parasites électromagnétiques, il ne respecte pas la réglementation relative à la compatibilité électromagnétique. Son propriétaire est alors responsable d'un délit pour infraction à la bonne utilisation des fréquences, au titre du code des postes et des communications électroniques (CPCE).

Enquête n°19

Le lampadaire était trop impulsif



Ou comment un éclairage a le pouvoir de pixelliser un téléviseur

Fin 2020, Saint-Nicolas-de-Port, près de Nancy. Un téléspectateur se plaint de mal recevoir la TNT : sur sa télévision, les images apparaissent pixellisées, mais... seulement à partir de 18h, et jusque tard dans la nuit.

L'ANFR est dépêchée sur le terrain pour résoudre ce brouillage peu commun...

LE PLUS SOUVENT, les défauts de réception d'un téléviseur proviennent de trois causes : un incident technique sur l'émetteur, une trop grande distance entre l'habitation et l'émetteur ou une interférence produite par un relais 4G. Mais les informations recueillies par les agents de l'ANFR ne concordent pas. Et le logement ne peut qu'être bien couvert par la TNT : l'émetteur principal de Nancy est tout proche ! Il faut donc aller sur place pour enquêter sur cette perturbation nocturne. Un soir, les agents du service régional de Nancy se rendent ainsi chez le téléspectateur.

Mesures de haut vol

Ils procèdent d'abord à des mesures sur le téléviseur et sa prise d'antenne : le brouillage ne vient pas d'un équipement du domicile. Revenant à leur véhicule technique, ils déploient alors son mât pneumatique de 10 mètres équipé d'une antenne directive tournante, qui leur permet de capter les mêmes ondes radio que reçoit l'antenne de toit. Envoyé sur des analyseurs embarqués, le signal perturbé livre alors ses secrets : le programme de la TNT apparaît haché par des bruits impulsions puissants (70 dB μ V) émis entre 400 MHz et 600 MHz.

Et la lumière fut...

Muni cette fois d'une antenne directive, le mât commence à pivoter tandis que nos experts scrutent l'origine de cette émission perturbatrice. *Eurêka!* Elle provient de l'éclairage d'un complexe sportif hébergé par un bâtiment communal, situé tout près ! En l'occurrence, ce signal est dû à un spot halogène installé juste dans l'axe de l'antenne râteau du toit du plaignant. Défectueux, ce spot clignotait en permanence dès qu'il s'allumait, et pour toute la durée des entraînements du soir. Il s'agit d'un problème de compatibilité électromagnétique : des parasites produits par les coupures périodiques du circuit affectent la réception des signaux de la TNT. Aussitôt, les agents de l'ANFR informent le gestionnaire du centre sportif et lui demandent de réparer son système d'éclairage. Dès le lendemain, la mairie remplaçait cette lampe clignotante et le téléspectateur pouvait de nouveau suivre ses programmes favoris sur la TNT.



Saint-Nicolas-de-Port
(Meurthe-et-Moselle)
7 417 habitants
8, 23 km²

17 novembre 2020
Date de l'intervention

QUE DIT LA LOI ?

Le propriétaire de l'équipement incriminé est responsable d'une infraction à la bonne utilisation des fréquences au titre du CPCE. Le fait de brouiller une fréquence autorisée avec un équipement électrique ou électronique utilisé dans des conditions non conformes aux dispositions applicables en matière de compatibilité électromagnétique (CEM), est un délit soumis à une sanction pouvant aller jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende (L 39-1 du CPCE).

Il faut ainsi être vigilant lors de l'achat de tout équipement électronique ou électrique en s'assurant qu'il soit conforme à la réglementation européenne (marquage CE) et s'assurer, au fil de leur usage, de leur bon entretien afin que ces équipements ne se mettent pas à dysfonctionner.

À quelle réglementation sont soumis les équipements électriques ?

Tout appareil électrique ou électronique peut produire des signaux parasites qui empêchent des équipements hertziens de fonctionner comme prévu, que ce soit lié à un défaut de conception ou de construction, ou à un mauvais entretien, un câble desserré ou altéré, une mauvaise mise à la terre... On peut aussi avoir affaire à un appareil qui n'aurait pas dû entrer sur le marché français, car non conforme à la directive européenne «CEM» relative à la compatibilité électromagnétique et à sa transposition en droit français. Dans ce cas, le marquage CE n'apparaît pas sur ces appareils. Selon la ou les fréquences sur lesquelles vont être émis cette énergie, ce rayonnement ou cette induction électromagnétique, différents services utilisant des liaisons sans fil peuvent être affectés. Selon les puissances mises en jeu, la portée de ces brouillages touchera un voisinage plus ou moins lointain.

Quant à l'impact, il peut aller de l'altération à l'indisponibilité des services utilisant les fréquences brouillées.

La directive CEM

La directive CEM, qui vise à assurer le fonctionnement du marché intérieur en exigeant que les équipements soient conformes à un niveau adéquat de compatibilité électromagnétique, définit des exigences essentielles, générales ou spécifiques, qui doivent être strictement respectées. Les exigences générales imposent notamment que tout appareil fini, ou combinaison d'appareils mis à disposition sur le marché, soit conçu et fabriqué conformément à l'état de la technique, de façon à garantir que les parasites électromagnétiques ne dépassent pas le niveau au-delà duquel des équipements hertziens et de télécommunications ne peuvent pas fonctionner comme prévu. En d'autres

termes, qu'ils ne les brouillent pas. Au titre des exigences spécifiques, la même disposition s'impose à toute installation fixe. La directive rappelle que les installations fixes doivent être montées selon les bonnes pratiques d'ingénierie et dans le respect de l'utilisation prévue pour leurs composants. En France, les autorités de contrôle pour la surveillance du marché des équipements électriques et électroniques, dans le cadre de la transposition de la directive CEM, sont la Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes (DGCCRF) et les Douanes. Les exigences en matière de compatibilité électromagnétique des équipements radioélectriques sont, quant à elles, régies par la directive concernant les équipements radio (RED). Au titre de la loi, c'est en revanche l'ANFR qui contrôle la mise sur le marché des équipements couverts par la RED.

Enquête n°20

La clé de l'invisibilité



Ou comment mieux vaut prévenir que guérir, dans les brouillages aussi !

1^{er} juin 2021, à proximité de l'aéroport Marseille-Provence, Marignane.

Lors d'un contrôle préventif, alors qu'ils reviennent d'une autre mission et passent à proximité de l'aéroport, les agents de l'ANFR relèvent un signal suspect dans la bande de fréquences GNSS (GPS, Galileo...). Surprise... Le relevé spectral qui s'affiche sur l'analyseur présente toutes les caractéristiques d'un brouilleur GPS. Reste à trouver le véhicule qui l'abrite !

LES PLAINTES REÇUES PAR L'ANFR pour brouillage de la géolocalisation sont encore peu répandues, mais, hélas, ces incivilités sont devenues fréquentes et il faut encore élever le niveau de détection des brouillages par ceux qui en sont victimes. Les agents du service régional d'Aix-Marseille de l'ANFR ont donc pris l'habitude, lors de leurs déplacements en véhicule «hérisson», de surveiller les fréquences dédiées à la radionavigation par satellite (GNSS) dans le secteur de l'aéroport de Marignane, où le GPS est utilisé pour les phases d'approche et de décollage des avions. Par le passé, nos agents ont en effet eu à résoudre plusieurs cas de brouillage dans la zone, perturbant les services de l'aviation civile.

Voiture en vue

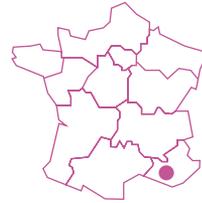
Le 1^{er} juin donc, grâce à leur matériel de pointe installé dans leur véhicule laboratoire, nos experts repèrent puis suivent le véhicule suspect et confirment qu'il héberge bien un brouilleur GPS : il s'agit d'un véhicule professionnel, dont le conducteur souhaite sans doute disparaître des radars de sa société!

Cette enquête devient prioritaire : il n'y a pas une minute à perdre, ce type de brouilleur peut en effet, même s'il est peu puissant, affecter des avions volant jusqu'à 2 000 m d'altitude, donc en pleine phase critique de décollage ou d'atterrissage!

L'ANFR alerte sans attendre les forces de l'ordre et un officier de police judiciaire pour mettre fin à l'infraction. Une opération en flagrance est organisée conjointement par la police et l'ANFR. Hélas, ce premier essai échoue : le conducteur avait décidé au dernier moment de changer de véhicule pour effectuer son déplacement!

Flagrant délit

Sans baisser les bras, une deuxième tentative est organisée le 1^{er} juillet, cette fois-ci fructueuse puisque l'individu est surpris en flagrant délit. Pour cette opération, l'ANFR est équipée d'appareils de mesure adaptés qui lui permettent de constater l'infraction.



Aéroport de Marignane
(Bouches-du-Rhône)
4,66 millions de
passagers par an

1^{er} juillet 2021
Date de l'intervention

Véhicule « hérisson »
Un véhicule laboratoire de l'ANFR est un véhicule aménagé avec des équipements de mesure tels que des récepteurs et des analyseurs de spectre. On le nomme parfois véhicule « hérisson » car il peut accueillir, sur son toit ou son mât télescopique déployable jusqu'à 10 m de hauteur, divers types d'antennes, directives ou omnidirectionnelles, adaptées à la bande de fréquences considérée. Certains véhicules disposent aussi d'une antenne radiogoniométrique, sous forme de galette, installée sur le toit.

Un tel véhicule permet de réaliser des mesures soit en se déplaçant soit lorsqu'il est stationné dans une zone d'intérêt. Il est indispensable pour la recherche sur le terrain de la source d'un brouillage.

QUE DIT LA LOI ?

La possession et l'utilisation d'un brouilleur GNSS sont des délits passibles de six mois de prison et 30 000 € d'amende. À noter que cette interdiction s'applique plus généralement à tout brouilleur d'ondes, que ce soit pour brouiller le wifi, la téléphonie mobile et le GPS (article L. 33-3-1 du CPCE). Par ailleurs, l'utilisation d'un brouilleur causant la perturbation d'un service hertzien, constitue un troisième délit soumis au même niveau de sanction pénale de six mois de prison et 30 000 € d'amende (article L. 39-1 du CPCE).

S'ajoute une taxe forfaitaire de 450 € appliquée par l'ANFR pour frais d'intervention.

La police procède alors à l'interpellation du chauffeur du véhicule et découvre que le brouilleur GPS était dissimulé sous la forme d'une simple clé USB, d'apparence totalement inoffensive ! Pourtant, malgré sa petite taille, ce brouilleur perturbait une large zone autour du véhicule dans lequel il était installé.

Son propriétaire pensait avoir trouvé la clé de l'invisibilité ; sur la carte de son patron, il avait bel et bien disparu ; mais aux yeux de l'ANFR, il était soudain devenu... éblouissant ! Il a été mis en garde à vue et devra répondre de ses actes devant la justice.

« Il n'y a pas une minute à perdre, ce type de brouilleur peut en effet, même s'il est peu puissant, *affecter* des avions volant jusqu'à 2 000 m d'altitude. »

Pourquoi empêcher la réception de signaux GPS est-il interdit ?

En 2019, l'ANFR a sensibilisé plusieurs dizaines de milliers d'entreprises qui géolocalisent leur flotte de véhicules aux risques posés par les brouilleurs GNSS. Elle les a également incitées à rappeler à leur personnel la législation en vigueur. En effet, dans une entreprise qui utilise la géolocalisation pour gérer sa flotte de véhicules, il peut arriver que des brouilleurs GPS soient employés à l'insu du dirigeant. La disparition inexplicquée de la géolocalisation de certains de ses véhicules, alors qu'ils circulent a priori en surface, peut cependant constituer un indice d'utilisation d'un brouilleur.

Des signaux sensibles

Le GNSS désigne les systèmes de radionavigation

par satellites tels que le GPS, Galileo, Glonass ou Beidou. La possession et l'utilisation de brouilleurs du GNSS est strictement interdite en France en dehors de quelques usages gouvernementaux encadrés. Un brouilleur du GNSS affecte la bonne réception des signaux comme le GPS ou Galileo sur une zone plus ou moins large. Or, les signaux GNSS véhiculent des informations essentielles de géolocalisation et de synchronisation. L'altération de la réception de ces signaux peut affecter le bon fonctionnement de très nombreux services tels que les transports terrestres, aériens, fluviaux ou maritimes, les réseaux de communications mobiles et de radiodiffusion,

les réseaux de transports d'électricité, les services de secours aux victimes, les territoires intelligents, l'agriculture de précision, les objets et capteurs connectés, l'industrie 4.0 pour n'en citer que quelques-uns. Par ailleurs, contrairement à ce que pensent souvent ceux qui les utilisent, par exemple pour déjouer leur suivi par balises GPS, la carrosserie ne confine pas l'effet d'un brouilleur de GPS à l'habitacle du véhicule. Le rayon d'action de ces appareils est beaucoup plus important : un brouilleur GNSS de faible puissance peut perturber tous les services qui utilisent le GPS à plusieurs centaines de mètres alentour sur le plan horizontal et plusieurs milliers de mètres en altitude !

Enquête n°21

Panne de surf à Tahiti



Ou comment le bonheur connecté des uns fait le malheur des autres
Juillet 2021, front de mer de Papeete, Polynésie française. Les clients d'un opérateur mobile se plaignent de ne plus pouvoir surfer sur le web à partir de leur portable. C'est la 4G qui flanche ! Les premières analyses de l'opérateur sont limpides : ses antennes-relais sont éblouies par un émetteur de forte puissance, dont tout laisse à penser qu'il est situé en plein cœur de la rade de la ville.

L'OPÉRATEUR CONTACTE L'ANFR pour démêler cette affaire, qui pourrait avoir des conséquences plus perturbantes encore : en Polynésie française, la 4G sert aussi, davantage qu'en métropole, à un grand nombre d'accès fixes au web, au bureau ou à la maison.

Sans attendre, un agent de l'ANFR prend ses appareils de mesures et file sur le front de mer. Un premier passage permet de circonscrire la zone d'où provient le brouillage : le quai réservé aux yachts. Mais l'enquête doit s'arrêter prématurément, car l'endroit n'est pas ouvert au public.

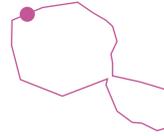
Ohé capitaine

Le port de Papeete est contacté dès le lendemain matin aux aurores pour obtenir les autorisations nécessaires à la poursuite de la chasse au brouilleur. Du quai des yachts, l'agent de l'ANFR parvient aisément à confirmer l'origine de la perturbation grâce à son matériel de radiogoniométrie portable : le trouble provient d'un navire bien précis. La troisième phase de l'enquête débute alors : il faut monter à bord du yacht pour y dénicher l'équipement en cause et le faire cesser de nuire.

C'est le matériel mystérieux de notre enquêteur qui permet de progresser : intrigué de ses va-et-vient, le capitaine descend de son yacht sur le quai pour en savoir plus. Coopératif, il lui donne même rendez-vous le lendemain matin – un samedi – en s'assurant de la présence de la personne en charge des installations radio sur le bateau.

À l'abordage !

Le troisième jour, tout le monde est au rendez-vous pour une visite approfondie du bateau. L'opérateur radio du navire reste quant à lui incrédule : rien à bord ne peut selon lui provoquer ce signal brouilleur... Et pourtant ! C'est au détour d'une salle technique que les équipes trouvent le coupable : il s'agit d'un répéteur de téléphonie mobile, installé pour améliorer un service mobile à bord du yacht en amplifiant les signaux provenant du rivage, mais aussi ceux des téléphones des passagers. C'est cette amplification trop puissante, doublée d'une défaillance de l'équipement, qui était à l'origine de la perturbation ! Elle empêchait les



**Port autonome de Papeete
(Polynésie française)
2 250 ha de domaine maritime
et 80 ha de domaine public
terrestre**

24 juillet 2021
Date de l'intervention

Penser à la voix sur wifi

Dans une zone hors couverture ou de faible couverture 2G/3G/4G/5G en France métropolitaine, la voix sur wifi (VoWiFi pour *voice over wifi*) permet de passer des appels et des SMS en se connectant au wifi. Cette solution ne nécessite pas d'accord préalable de la part des opérateurs.

Il suffit de disposer :

- d'un accès internet fixe haut ou très haut débit,
- d'une offre mobile et d'un téléphone mobile compatible.

Il faut ensuite activer la fonctionnalité VoWiFi sur son téléphone mobile.

L'expérience VoWiFi peut varier en fonction du débit de l'accès internet, du positionnement de la box dans le bâtiment, du taux d'utilisation du wifi dans le voisinage, etc.

QUE DIT LA LOI ?

Les sanctions en Polynésie française pour ce type d'infraction sont indiquées dans l'article D.231-23 du code des postes et des télécommunications de la Polynésie française: «Le fait de déplacer, détériorer, dégrader de quelque manière que ce soit, une installation d'un réseau ouvert au public ou de compromettre le fonctionnement d'un tel réseau est puni d'une amende d'un montant maximum de 178.997 F CFP.»

smartphones à proximité d'établir le contact, en liaison montante, avec les relais mobiles.

L'appareil est immédiatement éteint et le service 4G a pu reprendre instantanément dans les environs. Quant au répéteur, il ne perturbera plus jamais les rivages de la Polynésie française.

Tout est rentré dans l'ordre: les clients de l'opérateur ont pu de nouveau surfer sur la toile – en plus de surfer sur les vagues de l'océan Pacifique, qui, elles, accueilleront les Jeux olympiques de 2024.

« L'opérateur radio du navire reste *incrédule*: rien à bord ne peut selon lui provoquer ce signal brouilleur... Et pourtant! C'est au détour d'une salle technique que les équipes trouvent le coupable. »

Quels problèmes posent les répéteurs de signal mobile ?

Lorsque l'on cherche à accroître sa couverture mobile en « *indoor* » dans un bâtiment ou à bord d'un navire, il est important de vérifier la réglementation et d'étudier toutes les possibilités autorisées, telles que la Voix sur wifi, pour trouver celle qui répond le mieux à ses besoins. Si l'on souhaite acheter un répéteur, il vaut mieux auparavant s'assurer d'avoir obtenu l'accord des opérateurs mobiles concernés pour ne pas se retrouver avec un objet inutilisable.

La réglementation dans les eaux territoriales françaises

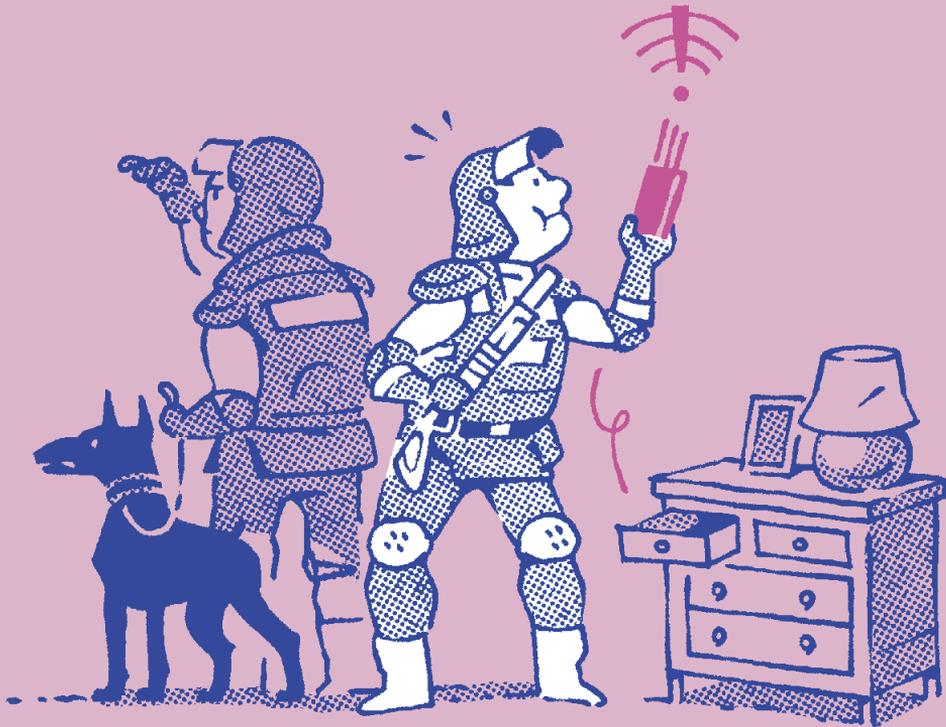
La bande 1800 MHz dispose de conditions particulières (décision n° 2011-1339 de Arcep du 15 novembre 2011) pour une utilisation par des installations radioélectriques destinées à fournir des services de communications mobiles à bord des navires (MVC), tels que des répéteurs, dans les eaux territoriales françaises.

En particulier, à une distance supérieure à deux milles marins de la ligne de base, l'utilisation de cette bande de fréquences (bande duplex 1710-1785 MHz et 1805-1880 MHz) n'est pas soumise à autorisation individuelle. Elle ne doit néanmoins pas causer de brouillage de réseaux mobiles terrestres. Notamment, les opérateurs d'installations MVC doivent écarter les risques de connexion à des systèmes fournissant des services de communications mobiles à bord des navires lorsqu'une connexion à un réseau mobile terrestre est possible. Ils ne doivent pas utiliser le système fournissant des services MVC à une distance inférieure à deux milles marins de la ligne de base telle que définie dans la convention des Nations unies sur le droit de la mer. Entre deux et douze milles marins de la ligne de base, seules des antennes intérieures pour stations de base de navire peuvent être utilisées.

Enfin, des limites s'imposent pour les terminaux mobiles lorsqu'ils sont utilisés à bord et pour les stations de base de navire, par exemple en termes de puissance maximale d'émission. Ces dispositions ne sont toutefois pas applicables en Polynésie française où le régulateur des communications électroniques n'est pas l'Arcep mais le gouvernement de Polynésie française *via* la Direction générale de l'économie numérique. Le régulateur polynésien exige qu'une autorisation individuelle ait été obtenue pour pouvoir utiliser des fréquences dans la bande 1800 MHz pour des réseaux ouverts au public sur un navire à une distance inférieure à deux milles marins de la ligne de base. Cette autorisation individuelle est obligatoire dès l'entrée dans la zone économique exclusive pour ce type de réseau.

Enquête n°22

Brouillage en (multi)bande organisée



Ou comment une embrouille entre voisins peut créer une vaste zone blanche

Juillet 2021, Clermont-Ferrand et alentours, dans le Puy-de-Dôme. En l'espace de quelques jours, l'ANFR reçoit trois demandes d'instruction de brouillage concernant une même zone, par deux opérateurs mobiles différents. Coïncidence plutôt rare, ces signalements présentent la même date de début des interférences et les mêmes zones perturbées : Clermont-Ferrand et plusieurs communes voisines.

LES PREMIÈRES ANALYSES MENÉES par l'ANFR permettent d'identifier plus de vingt-quatre sites mobiles perturbés et ce, dans plusieurs bandes de fréquences et pour plusieurs technologies, parmi lesquelles l'UMTS 900 (3G) et le LTE 800 (4G) se trouvent particulièrement impactés.

Pour mener cette enquête, particulièrement sensible au vu de l'ampleur du brouillage, deux agents de l'ANFR du service régional de Lyon décident de faire équipe.

Le 21 juillet, après avoir préalablement informé le procureur de la République de Clermont-Ferrand, ils se rendent dans la commune limitrophe d'Orcines pour réaliser des mesures au pied d'une des antennes-relais concernées. Des signaux brouillent effectivement plusieurs bandes affectées aux réseaux mobiles. Un brouilleur est bien à l'œuvre dans les parages !

Jeu de piste

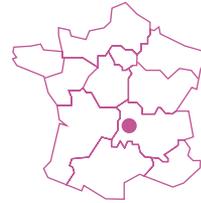
Le temps de brancher une antenne directive sur leur analyseur, et le jeu de piste est lancé : la perturbation provient sans équivoque de Clermont-Ferrand... Il reste donc à localiser précisément la source du brouillage – ce qui s'apparente, dans cette ville de plus de 140 000 habitants, à chercher une aiguille dans une botte de foin !

C'est sans compter le radiogoniomètre fixé sur le toit de leur véhicule laboratoire dernière génération. Sur la route de Clermont, nos deux enquêteurs suivent ses indications. Quelques dizaines de minutes plus tard, les voilà garés. Mais le quartier ciblé les remplit de perplexité : composé de nombreux immeubles d'habitation, il comporte plusieurs dizaines de logements...

Ils décident donc, avant toute chose, de profiter de la proximité du brouilleur pour procéder à plusieurs relevés spectraux afin d'en identifier la nature. Sa signature ne laisse aucun doute quant au fauteur de trouble : il s'agit d'un brouilleur de téléphonie mobile !

Besoin de renfort

Plusieurs passages dans le quartier avec le véhicule de mesure sont alors nécessaires pour identifier l'immeuble qui héberge le brouilleur. Maintenant, il faut appeler du



Clermont-Ferrand
(Puy-de-Dôme)
147 865 habitants
42,67 km²

21 juillet 2021
Date de l'intervention

Brouilleur multibande

Un brouilleur est multibande s'il dispose de plusieurs antennes selon les fréquences qu'il peut brouiller. En fonction de ses antennes, il peut brouiller des services tels que la téléphonie mobile, le wifi ou le GPS.

QUE DIT LA LOI ?

Elle interdit purement et simplement les brouilleurs radioélectriques : importation, publicité, cession à titre gratuit ou onéreux, mise en circulation, installation, détention et utilisation sont des délits sauf pour les besoins de l'ordre public, de la défense et de la sécurité nationale, ou du service public de la justice dans un cadre strictement défini (article L.33-1 du code des postes et des communications électroniques). Une sanction pénale allant jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende est prévue pour chacun de ces délits (article L. 39-1 du code des postes et des communications électroniques). Utiliser un brouilleur, c'est également être responsable d'un brouillage d'une fréquence régulièrement autorisée, ce qui constitue également un délit soumis au même niveau de sanction pénale.

Les agents de l'ANFR, habilités et assermentés, peuvent rechercher et constater ces infractions et dresser procès-verbal (article L. 40 du CPCE). Ils peuvent aussi appliquer une taxe forfaitaire de 450 € pour frais d'intervention pour un cas de brouillage.

renfort pour aller plus loin, le quartier étant réputé sensible... En outre, l'usage d'un brouilleur peut être le signe d'une activité criminelle que l'on cherche à cacher. Nos agents se rendent à l'hôtel de police de Clermont-Ferrand pour solliciter l'assistance d'un officier de police judiciaire (OPJ). La police, après contact avec le procureur, décide de monter sur-le-champ une opération avec des effectifs permettant une intervention sécurisée.

Opération commando

En début d'après-midi, les agents de l'ANFR se rendent dans l'immeuble identifié, accompagnés des policiers. L'un des agents de l'ANFR témoigne : « *Nous nous garons assez loin et terminons à pied. Le bâtiment est une barre d'immeuble de neuf étages avec deux cages d'escaliers. Nous arpentons avec des policiers les étages et identifions l'appartement, antenne directive à la main, bien qu'il reste toujours une part d'incertitude. Avant de frapper à la porte, les policiers appellent la brigade de recherche et d'intervention (BRI). Six policiers de la BRI, cagoulés, casqués et armés de fusils d'assaut nous rejoignent. Ils ont également le nécessaire pour faire sauter la porte (un vérin ainsi qu'une bonbonne d'air comprimé). En complément, trois policiers en tenue sont en bas de l'immeuble pour sécuriser les véhicules et éloigner les badauds. Un policier frappe à la porte, une dame ouvre... La BRI investit l'appartement, tout va très vite. Après un contrôle des occupants, nous pénétrons les lieux et cherchons le brouilleur. Il s'agit d'un brouilleur multibande, installé dans un tiroir de meuble TV. Nous le débranchons immédiatement et un OPJ le met sous scellés. Un policier de la brigade des stupés est appelé et contrôle les lieux à l'aide de son chien* ». La recherche de stupéfiants, que la police a menée à cette occasion car la possession d'un brouilleur pouvait être le signe d'une activité illicite, ne fut pas concluante.

Excès de puissance

Le propriétaire du brouilleur étant absent au moment de l'intervention, l'OPJ transmet à l'un des membres présents de la famille, une convocation pour qu'il soit entendu. En effet, la possession et l'utilisation d'un brouilleur d'ondes

constituent des infractions pénales. La justification finalement donnée par le propriétaire de ce puissant brouilleur laissa nos enquêteurs pensifs : il assura qu'il ne l'avait mis en œuvre que pour empêcher les voisins de se connecter en wifi sur la box de son appartement ! Avait-il pensé à utiliser un mot de passe ou à connecter ses propres appareils par câble ? Car il avait potentiellement transformé tout son quartier en zone blanche, qu'il s'agisse de wifi, de GPS ou de mobile...

« Le propriétaire du brouilleur assura qu'il ne l'avait mis en œuvre que pour *empêcher les voisins* de se connecter en wifi sur la box de son appartement ! »

Quels liens entre les brouilleurs et les activités criminelles ?

L'utilisation de brouilleurs d'ondes (téléphonie mobile, wifi, GPS...) peut aussi faire partie de la panoplie des hors-la-loi pour commettre leurs méfaits : neutralisation du système de remontée d'alarme par transmission sans fil dans le cadre de cambriolages, brouillage des ondes envoyées par les clés électroniques pour déverrouiller les portières et s'emparer d'une voiture, mise hors-service de la localisation du véhicule pour commettre des vols de voitures de luxe ou de camions transportant des marchandises de valeur. En plus d'être utilisés dans le cadre d'activités criminelles, les brouilleurs peuvent, par effet collatéral, mettre en danger des vies humaines en empêchant notamment, selon les fréquences affectées et sur une zone plus ou moins importante, des appels d'urgence ou l'alarme du personnel des services d'urgence comme les pompiers, les policiers ou les médecins.

Qu'est-ce qu'un brouilleur radioélectrique ?

Un brouilleur est un équipement conçu pour brouiller, perturber ou bloquer des signaux ou services de radiocommunication. En général, il agit en émettant sur la bande de fréquence visée du bruit pour « écraser » les signaux utiles qui ne sont alors plus reçus par leurs utilisateurs légitimes. Il a le plus souvent la forme d'un boîtier électronique muni d'une ou de plusieurs petites antennes, selon le nombre de bandes de fréquences qu'il peut perturber. Dans ce dernier cas, il est qualifié de multibande. La zone de brouillage n'est jamais confinée à un petit espace, comme une pièce ou un véhicule. Elle est souvent plus large qu'on le pense ou que ne le laisse supposer le vendeur. Elle dépend notamment de la puissance et de la sensibilité des récepteurs de signaux utiles, certains récepteurs comme les récepteurs GNSS étant

particulièrement sensibles lorsqu'ils dépendent de la réception de signaux provenant de satellites situés à plusieurs dizaines de milliers de kilomètres de la Terre. Le lieu d'installation peut aussi influencer sur le rayon d'action de la perturbation. L'utilisateur se trouve souvent dépassé par la portée de l'équipement et les effets collatéraux induits qui peuvent avoir des conséquences dramatiques. Par exemple, un brouilleur utilisé dans une salle de classe pour empêcher les élèves d'utiliser leurs portables peut perturber la téléphonie mobile d'un quartier entier ! De même, un brouilleur de GPS utilisé par un employé qui veut cesser d'être géolocalisé par son employeur peut perturber des avions volant à 2 000 m d'altitude ou parkés à 500 m. L'utilisation d'un brouilleur constitue une perturbation délibérée et offensive du spectre radioélectrique.

Enquête n°23

À la rescousse des scientifiques du Marion Dufresne



Ou comment trop de proximité peut gêner la communication

Mi-octobre 2021, quelque part au large des Terres australes et antarctiques françaises. Kerguelen, Tromelin, Terre Adélie... Des lieux synonymes de solitude et d'absence totale d'ondes – à part bien sûr celles des flots, battus par les vents. Le dernier lieu où l'on pourrait imaginer un brouillage sollicitant une enquête de l'ANFR? C'est pourtant ce qui arrive à l'équipe scientifique embarquée sur le « Marion Dufresne », grand navire ravitailleur, utilisé pour des rotations logistiques, touristiques et scientifiques avec les Terres australes et antarctiques françaises (TAAF).

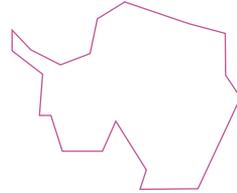
CE SONT DIRECTEMENT LES SCIENTIFIQUES, pour lesquels la récolte de données et leur transmission sont fondamentales, qui alertent l'ANFR pour un cas de brouillage pour le moins insolite : un récepteur GNSS (GPS, Galileo) sur le Marion Dufresne, est perturbé. Ce problème empêche le bon fonctionnement d'un système embarqué dans le cadre du programme scientifique MAP-IO de mesures physiques de la distribution des aérosols (*Marion Dufresne Atmospheric Program Indian Ocean*), dont l'objectif est d'étudier la composition et le comportement de l'atmosphère, ainsi que les processus océan-atmosphère ayant un impact sur le climat régional et la prévision numérique du temps. Les données acquises par l'antenne GNSS en question sont analysées finement. Les retards de propagation des signaux GNSS dus à la traversée de l'atmosphère sont en effet en partie liés à son contenu en vapeur d'eau. Le GNSS intervient ici non pas comme un outil de positionnement, mais d'observation de l'atmosphère !

Péril en la demeure

Ce brouillage s'avère particulièrement critique, jusqu'à mettre en péril ce programme scientifique ambitieux. Une affaire passionnante à régler pour nos agents mais... située à plusieurs milliers de kilomètres de la métropole : le Marion Dufresne a en effet son port d'attache à La Réunion et fait constamment des rotations vers les TAAF ! Heureusement pour la mission scientifique, l'ANFR est présente sur l'ensemble du territoire métropolitain et ultra-marin : ses agents de contrôle et ses équipements de mesure peuvent se projeter partout où bat le pavillon français. Pour notre affaire, c'est plus particulièrement l'antenne ANFR de La Réunion qui va agir...

Auto-brouillage à bord

Tandis que nos agents commencent, non sans perplexité, à se documenter sur les précautions à prendre pour ne pas déranger les manchots, une nouvelle rassurante leur parvient : des éléments complémentaires fournis par le Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones (LACY) de l'université de La Réunion ont permis d'identifier que le



Le Marion Dufresne
120,50 m de long
650 m² de laboratoires
114 passagers

27 octobre 2021
Date de l'intervention

MAP-IO

L'objectif de MAP-IO (*Marion Dufresne atmospheric program indian ocean*) est d'avancer sur la compréhension des échanges océan-atmosphère, de surveiller les changements atmosphériques globaux et d'améliorer les modèles de prévision numérique du climat. Ce programme permet d'obtenir, sur l'ensemble du domaine sud-ouest de l'océan indien et des mers australes correspondantes, des observations uniques. Certaines sont relatives à l'atmosphère et d'autres concernent l'état biologique de la surface océanique.

Le capteur dont il est question dans l'enquête recueille des données relatives à la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère.

Iridium

Iridium est un système de téléphonie par satellite reposant sur une constellation de satellites circulant sur une orbite terrestre basse : à quelque 780 kilomètres de la Terre. Il assure une couverture terrestre globale, comprenant même les pôles. Quelle que soit la position de l'utilisateur sur Terre, en mer ou dans les airs, Iridium offre une couverture réseau lui permettant de communiquer. Il est utilisé avec des terminaux mobiles, terrestres ou maritimes pour la téléphonie et des transmissions de données.

Les principaux utilisateurs sont les professionnels des secteurs maritime, pétrolier, du transport aérien, les employés des agences gouvernementales, les chercheurs et les grands voyageurs.

brouillage vient du navire lui-même, car il perdure, que le bateau soit au large ou à quai. Peut-être suffit-il de monter à bord avec des équipements de mesure pour identifier plus précisément la source du signal perturbateur ? L'expédition de quarante jours aux confins du globe se transforme *ipso facto* en mission minutée : il faut viser un retour à quai du Marion Dufresne entre deux rotations vers les terres australes. L'intervention est planifiée en urgence le 27 octobre 2021, le navire étant à quai pour trois jours à La Réunion.

Intervention en pleine crise sanitaire

En raison de la crise de la Covid-19, cette intervention sur le navire nécessite des mesures et des contrôles sanitaires très stricts pour éviter toute contamination potentielle de l'équipage maintenu en quarantaine. Cette attention est essentielle pour protéger les Terres australes vers lesquelles le navire doit repartir. Notre agent, responsable de l'antenne de l'ANFR à La Réunion-Mayotte, ainsi qu'un ingénieur du programme de recherche MAP-IO, doivent présenter toutes les garanties et revêtir combinaison blanche, masque, charlotte et sur-chaussures pour monter à bord.

Pas besoin de chercher bien loin

À l'aide d'un récepteur portable et d'une antenne directive, l'agent se rend sur le navire et réalise plusieurs mesures spectrales à proximité de l'antenne GNSS affectée, située tout en haut de la mâture. L'attention de notre enquêteur est vite attirée par une antenne Iridium installée il y a peu, toute proche de l'antenne GNSS. Cette antenne participe à la surveillance de l'activité sismo-volcanique en fond de mer. Or, son installation sur le navire correspond avec le début de la mauvaise qualité de la réception GNSS. Pour vérifier son hypothèse, l'agent demande de solliciter le système Iridium en émission, par des transmissions de données. En pointant l'antenne directive du récepteur de mesure spectrale dans sa direction, l'expert peut alors constater des remontées de bruits aléatoires sur le signal L1 du système GPS. Plus aucun doute ! L'antenne Iridium est bien à l'origine de toutes ces perturbations.

Loin des yeux, loin des ondes

Cependant, pas question de couper le système Iridium, il sert notamment de secours de sécurité quand la V-SAT du navire rencontre un problème technique ! Il est essentiel sur le Marion Dufresne pour communiquer car c'est le seul réseau satellitaire qui couvre chaque point du globe, y compris les pôles. Pour parer à l'urgence, le navire devant reprendre sa route sans délai, notre agent préconise déjà de mieux découpler les deux antennes sur le navire : concrètement, cela revient à déplacer l'antenne GNSS pour l'éloigner de l'antenne Iridium.

Les prochaines escales entre deux rotations du navire permettront la bonne réalisation des travaux pour que l'antenne GNSS puisse continuer d'accomplir correctement sa mission : recueillir des données relatives à la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère afin de contribuer à une meilleure connaissance du climat.

QUE DIT LA LOI ?

Le brouillage d'une fréquence régulièrement autorisée par l'utilisation dans des conditions non conformes d'un équipement radioélectrique est une infraction au titre du L. 39-1 du CPCE. L'ANFR peut le cas échéant notifier au responsable du brouillage une taxe forfaitaire de 450 € pour frais d'intervention, et lorsqu'elle souhaite que l'affaire soit poursuivie en justice, rédiger un procès-verbal d'infraction (PVI) transmis au procureur de la République.

« Des éléments fournis par le Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones (LACY) de l'université de La Réunion ont permis d'identifier que le brouillage vient du navire lui-même. »

Quels sont les différents types de brouillages GNSS ?

Les affectataires des fréquences GNSS en France sont la DGAC, le CNES (Centre national d'études spatiales) et le ministre des Armées. Ils peuvent solliciter l'ANFR par une demande d'information brouillage (DIB) affectant des bandes de fréquences qui leur appartiennent.

Un brouillage des fréquences dédiées au GNSS empêche la bonne réception des signaux GNSS véhiculés à partir des satellites, et peut affecter la performance ou la disponibilité de services qui ont besoin de ces données. La cause d'un brouillage du GNSS peut être intentionnelle, comme l'utilisation d'un brouilleur GNSS, ou non intentionnelle, telle que des parasites électromagnétiques résultant d'un dys-fonctionnement de systèmes radioélectriques ou électriques. Les signaux du GNSS qui sont reçus de satellites présentent des

niveaux très faibles, ce qui les rend vulnérables aux brouillages. L'ANFR, dans le cadre de sa mission de Police du spectre, a pris la mesure de l'enjeu majeur de la protection du GNSS et contribue de manière préventive et réactive à la lutte contre les brouillages GNSS. Le traitement d'un tel brouillage est une véritable investigation technique menée sur le terrain par des agents assermentés et habilités, équipés de matériels sophistiqués afin de rechercher, identifier et localiser la cause du brouillage. Une fois l'équipement et le responsable du brouillage identifiés, l'ANFR formule des préconisations pour faire cesser le brouillage.

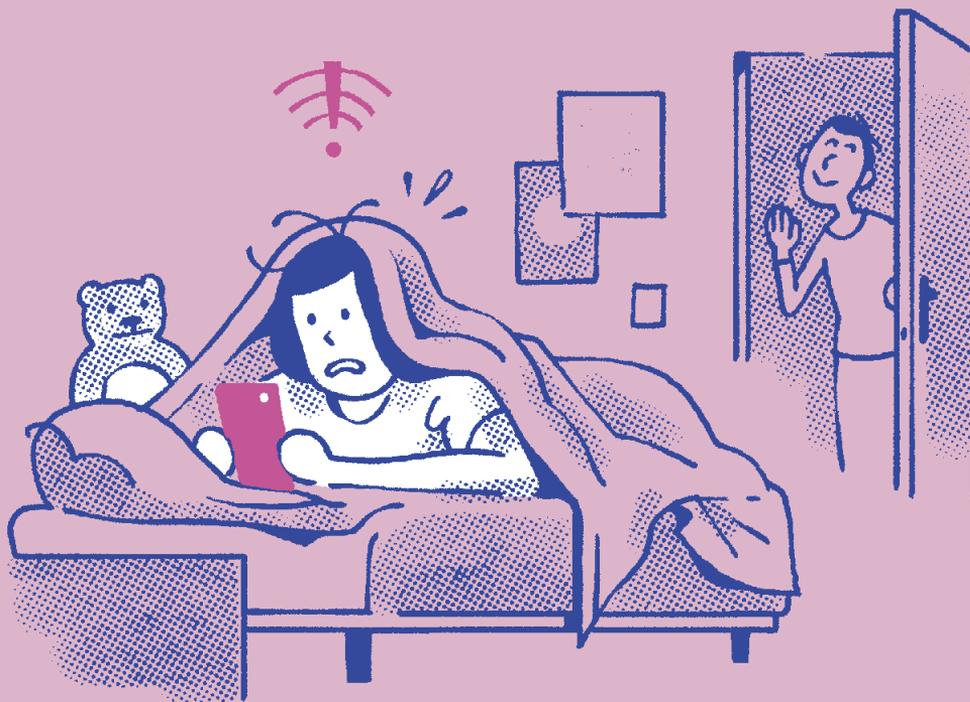
Pédagogie et prévention

Mais la sécurisation des fréquences GNSS ne concerne pas les seuls experts des radiofréquences. L'importance des enjeux

sécuritaires et économiques que font peser les brouillages du GNSS de manière indifférenciée sur des structures publiques et privées de toutes tailles et de tous secteurs requiert l'implication du plus grand nombre. Afin de mobiliser tous les acteurs concernés, plusieurs actions pédagogiques sont menées par l'ANFR, notamment pour lutter contre la prolifération de brouilleurs illicites du GNSS et encourager les utilisateurs critiques du GNSS, comme dans le cas présent, à détecter les brouillages qui les affectent et à les signaler *via* le formulaire *ad hoc*. L'ANFR bénéficie de l'expertise et de la forte présence territoriale de sa Direction de contrôle du spectre en France métropolitaine et dans les Dom, ainsi que de deux antennes en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française.

Enquête n°24

Les dents, le brouilleur et au lit!



Ou comment punir ses enfants et tout son quartier

Août 2020, Messanges, dans les Landes.

Une plainte insolite, émise par un opérateur de téléphonie mobile, parvient aux oreilles de l'ANFR. Un brouillage affecte les services de téléphonie et d'internet dans toutes les bandes de fréquences mobiles sur la commune.

Jusque-là, hélas rien que de très classique. Mais un détail intrigue nos enquêteurs : la perturbation ne se produit jamais avant minuit et cesse le plus souvent vers 3 h du matin, tous les jours de la semaine, sans exception !

C'EST AU CŒUR DE LA NUIT du 26 au 27 août que le service régional de Toulouse de l'ANFR commence son enquête... Qu'est-ce qui peut bien générer une telle perturbation à des heures où toute la ville dort ? Alors que minuit vient de s'afficher sur sa montre, notre agent, au pied du site radio de l'opérateur mobile plaignant, scrute l'écran de l'analyseur de spectre de son véhicule laboratoire. Soudain, le graphique prend une forme caractéristique. L'interprétation des résultats de mesure ne laisse presque aucun doute. C'est la signature d'un brouilleur d'ondes, matériel dont la détention, comme l'utilisation sont prohibées en France !

Au cœur de la nuit

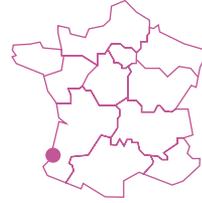
Sans plus attendre, notre justicier se lance à la recherche du signal brouilleur. Même en plein cœur de la nuit, les ondes invisibles restent bien visibles sur son matériel de pointe : avec son radiogoniomètre sur le toit du véhicule et son récepteur portable pour la recherche à pied, aucun signal ne peut lui résister !

Ses recherches le mènent devant une maison, dans une commune voisine proche du littoral. À 1 h 30 du matin, la source du signal est identifiée, et incontestable... Mais l'heure inhabituelle et l'absence d'officier de police judiciaire impose de suspendre l'enquête : impossible de faire connaissance avec les habitants de la demeure avant le lendemain matin.

Demain est un autre jour

Après une petite nuit de sommeil, notre agent reprend son enquête. L'occupant des lieux reconnaît sans complexe qu'il utilise effectivement un brouilleur acheté sur internet... L'appareil en cause s'avère même être un brouilleur multi-bande, capable de neutraliser tant la téléphonie mobile que le wifi.

Reste un mystère à élucider : pourquoi cet appareil ne fonctionne-t-il que la nuit, entre minuit et 3 h du matin ? L'explication s'avère d'une simplicité déconcertante : le brouilleur a été installé par le père de famille pour interdire à ses ados d'accéder à internet avec leur smartphone au



Messanges (Landes)
960 habitants
34 km²

27 août 2020
Date de l'intervention

Statistiques

Les 13-19 ans possèdent en moyenne trois écrans personnels.

31 % des 11-18 ans se réveillent ou restent éveillés la nuit pour être sur leur écran.

Les 3-17 ans passent en moyenne 3 heures par jour devant les écrans, et plus de 7 heures pour 23 % des 15-17 ans.

Sources : Ipsos, Génération numérique, ministère de la Culture, Francetvinfo.

QUE DIT LA LOI ?

Elle interdit purement et simplement les brouilleurs radioélectriques : importation, publicité, cession à titre gratuit ou onéreux, mise en circulation, installation, détention et utilisation (article L.33-3-1 du code des Postes et des communications électroniques). Une sanction pénale allant jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende est prévue (article L. 39-1 du code des postes et communications électroniques). Le fait de perturber une fréquence régulièrement attribuée est également une infraction soumise au même niveau de sanction pénale.

Les agents de l'ANFR, habilités et assermentés, peuvent rechercher et constater ces infractions et dresser procès-verbal. Ils peuvent aussi appliquer une taxe forfaitaire de 450 € en cas de brouillage pour frais d'intervention.

lieu de dormir ! Ses enfants étaient en effet devenus accros aux réseaux sociaux et autres applications, en particulier depuis le confinement imposé en raison de l'épidémie de Covid-19. Après avoir consulté des forums sur internet, le père avait jugé qu'un brouilleur était la meilleure solution pour mettre fin à ces excès !

Efficacité intra et extra-muros

Solution radicale, mais surtout illégale et... disproportionnée. Car l'équipement ne brouillait pas uniquement l'intérieur du logement. Il perturbait fortement toute la téléphonie et l'internet mobile de la zone autour de son habitation, privant non seulement ses enfants mais aussi ses voisins, les habitants de sa commune et de la commune voisine d'une bonne connexion mobile ! En voulant bannir l'internet chez lui, il appliquait la même sentence à tout son voisinage. Le surlendemain, l'opérateur mobile confirme avec soulagement qu'une première nuit s'était enfin déroulée sans perturbation de son réseau.

Saisie de brigade

Aujourd'hui, ce père de famille risque des poursuites judiciaires, la possession et l'utilisation illicites d'un brouilleur étant l'une et l'autre soumises à une sanction pénale allant jusqu'à six mois d'emprisonnement et 30 000 € d'amende. L'agent de l'ANFR, en plus d'exiger qu'il éteigne le brouilleur et ne l'utilise plus, a rappelé ce cadre réglementaire au propriétaire de l'équipement. Celui-ci a également dû s'acquitter d'une taxe d'intervention de 450 €.

Verdict et convocation

L'ANFR a dressé un PV d'infraction qu'elle a transmis au procureur de la République de Dax, demandant à cette occasion la remise de l'équipement aux forces de l'ordre ou sa saisie.

Par la suite, le procureur a indiqué à l'Agence avoir saisi la brigade de gendarmerie d'une enquête et demandé que le mis en cause soit convoqué et remette son brouilleur. Confisqué !

Qu'est-ce qu'un brouilleur d'ondes ?

Un brouilleur est un équipement spécifiquement conçu pour brouiller, perturber ou bloquer les signaux ou services de radiocommunication.

En général, il agit en émettant plus fort que les signaux utiles, sur la bande de fréquences visée.

Les signaux utiles ne sont alors plus détectés par les récepteurs.

L'utilisation d'un brouilleur, en dehors des usages prévus pour des entités étatiques dans un cadre strict,

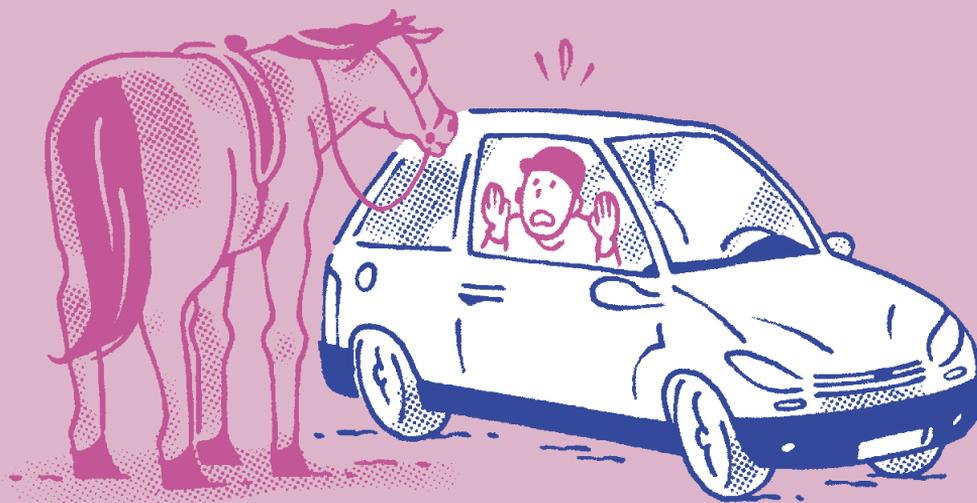
constitue une perturbation délibérée et offensive du spectre radioélectrique.

Un brouilleur radioélectrique a le plus souvent la forme d'un boîtier électronique muni d'une ou de plusieurs petites antennes, selon les services qu'il peut perturber : la téléphonie et l'internet mobiles : 2G, 3G, 4G, 5G ; des transmissions sans fil pour la connectivité internet, des communications professionnelles ou privées : réseaux locaux sans fil RLAN ou wifi, WiMax, réseaux

mobiles professionnels (PMR) ; des services satellitaires tels que la réception des signaux GNSS (GPS, Galileo...) Les effets collatéraux d'une utilisation illicite de brouilleurs peuvent être dramatiques, d'autant plus que son utilisateur ne se rend pas compte de la portée de cet équipement qui n'est jamais circonscrite à un petit espace, comme une pièce ou un véhicule !

Enquête n°25

5, 4, 3, 2, 1, libérez les turfistes!



Ou comment un compte à rebours se prend à changer de rôle

Premier week-end d'octobre 2021, hippodrome de ParisLongchamp, 100^e édition du « Qatar Prix de l'Arc de Triomphe ». C'est le rendez-vous incontournable des férus de course hippique, la plus célèbre au monde, la grand-messe du pari hippique ! Lors de tels grands événements médiatiques, l'ANFR peut être amenée, à la demande de l'organisateur, à intervenir pour superviser les fréquences indispensables à leur bon déroulement et traiter les potentiels brouillages. Et, parfois, il faut agir vite...

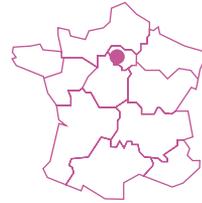
AFIN D'ASSURER LE BON DÉROULEMENT des épreuves, les agents de l'ANFR sont arrivés la veille dans l'enceinte de l'hippodrome, pour vérifier la bonne attribution des fréquences aux nombreux utilisateurs, qu'ils soient organisateurs, participants ou médias. En plus du coordonnateur « Grands événements » de l'ANFR, deux agents de contrôle du spectre du service régional de Villejuif sont sur les lieux, à bord de leur véhicule laboratoire stationné dans un endroit stratégique avec des équipements de mesure du spectre et de localisation.

À cheval sur les règles

Plusieurs courses hippiques se déroulent au cours de la journée du 2 octobre 2021. Pas le droit à l'erreur pour nos agents, qui surveillent attentivement les différentes bandes de fréquences actives sur le site. Et, de fait, tout se déroule sans heurt. Mais, tandis que les épreuves s'achèvent, un contrôle de routine met en évidence une étrange émission qui s'est installée de manière permanente sur la fréquence 433,8 MHz. Bien que cette fréquence fasse partie de la bande 433,05 - 434,79 MHz dite « libre », c'est-à-dire non soumise à autorisation individuelle, des règles précises doivent tout de même être suivies afin de permettre un partage harmonieux entre utilisateurs de cette bande. Parmi ces règles, une utilisation ne devant pas excéder 10 % du temps, ce qui n'est manifestement pas respecté... Il est donc important de trouver la source de cette perturbation.

Déverrouillage impossible

Important, et même urgent, car de premiers effets inattendus commencent à se manifester : quelques spectateurs venus en voiture, garés sur le parking central de l'hippodrome, appuient, incrédules, sur leur télécommande pour déverrouiller les portières – et rien ne se produit ! L'occupation permanente de la fréquence 433,8 MHz brouille en effet les commandes d'ouverture à distance des voitures, réglées sur la même fréquence... Voitures verrouillées, les turfistes se trouvent par conséquent bloqués sur le parking de l'hippodrome, pour un temps indéterminé ! Précisons que les utilisations notables de la bande de



Hippodrome de Longchamp
(Paris)

30 journées de course
en 2022
Superficie : 57 Ha

2 octobre 2021
Date de l'intervention

Grands événements

L'ANFR est parfois appelée à intervenir lors de « Grands événements », pour lesquels elle gère la planification et le contrôle du spectre radioélectrique.

L'Agence s'assure du bon déroulement des manifestations pour ce qui concerne l'utilisation de l'ensemble des fréquences mises en œuvre et intervient en cas de brouillage. Ces interventions peuvent résulter de la requête de ministères, de préfetures, mais également de la demande de sociétés privées dans un cadre conventionnel : sommet G8, cérémonie du 14 juillet, le Tour de France, 24 Heures du Mans, Roland Garros...

QUE DIT LA LOI ?

L'utilisation de fréquences sans autorisation ou en dehors des conditions réglementaires est une infraction au code des postes et des communications électroniques (CPCE), de même que le brouillage qu'elle cause à un service hertzien autorisé. Ce sont des délits soumis à sanction pénale allant jusqu'à six mois de prison et 30 000 € d'amende (article L. 39-1 du CPCE). La découverte de ces infractions par les agents de l'ANFR peut également conduire à une taxe d'intervention de 450 € (loi de finances).

fréquences 433,05 à 434,79 MHz sont les télécommandes (dont de voitures, de portes de garage, de portails, etc.) et le LoRa (protocole réseau sans fil bas débit dédié aux objets connectés).

Au trot !

Il faut donc trouver sans tarder la source du brouillage avant que certains ne soient tentés d'emprunter un cheval de course pour rentrer chez eux... Heureusement pour nos enquêteurs, leur véhicule laboratoire, lui, n'est pas fermé ! À l'aide du radiogoniomètre installé sur le toit, ils déterminent la zone d'où provient le signal brouilleur. La recherche continue au petit trot, à l'aide d'un récepteur portable et d'une antenne directive. Elle mène nos agents face à un émetteur placé en hauteur, sur les abords de l'hippodrome, de l'autre côté de la piste. Cet émetteur trop loquace, activé pour le compte à rebours du départ de la course, était resté en marche !

L'ANFR fait stopper cette émission et s'assure que le problème de non-conformité va être définitivement résolu pour éviter à l'avenir toute nouvelle assignation des turfistes à l'hippodrome.

**« Voitures verrouillées,
les turfistes se trouvent
par conséquent *bloqués*
sur le parking de
l'hippodrome, pour un
temps indéterminé ! »**

Qu'est-ce qu'une bande de fréquences « libre » ?

Ce n'est pas parce qu'une bande de fréquences est dite « libre » qu'il n'y a pas de règles à respecter ! Certes, ce type de bande peut être utilisée sans avoir à payer de redevance (gratuité d'utilisation) et sans avoir à demander une autorisation individuelle auprès de l'Arcep.

Cependant, il existe bien un régime d'autorisation pour ces fréquences – une autorisation générale d'utilisation – et des règles à respecter, car leur utilisation est un droit collectif qui doit permettre d'optimiser l'occupation spectrale.

Les différentes bandes de fréquences dites « libres » sont dédiées à des usages définis et soumises à des conditions techniques restrictives d'utilisation, comme par exemple des limitations en matière de puissance d'émission

(donc de portée) et en matière de « temps de cycle » (c'est-à-dire de taux d'utilisation). Ces conditions techniques visent à permettre une meilleure cohabitation entre les différents utilisateurs de la bande, parfois nombreux, et à limiter les risques de saturation et de brouillage mutuel.

Des dispositifs autorisés

Le TNRBF (tableau national de répartition des bandes de fréquences) décrit, pour chaque bande « libre », les catégories de dispositifs autorisés. Ceux-ci doivent respecter des limites de puissance et de taux d'utilisation ainsi que d'éventuelles autres restrictions. Parmi les catégories de dispositifs à courte portée qui peuvent utiliser les bandes libres, on peut citer les suivantes : wifi, *bluetooth*, RFID,

systèmes d'alarmes, microphones, systèmes audio, systèmes de transport intelligent, radars pour automobiles, communication entre véhicules, télémesure, systèmes de recharge sans fil, applications de radiopérage, applications inductives, implants médicaux actifs, autres dispositifs à courte portée non spécifiques, etc.

Le détenteur d'un matériel qui utilise des fréquences, que celles-ci soient sous régime d'autorisation générale ou individuelle, est garant de l'utilisation conforme des fréquences. Il est responsable de la bonne utilisation de fréquences et du respect de la réglementation en vigueur en matière d'utilisation de fréquences et de conformité de son équipement radio qui doit disposer d'un marquage CE.

L'ANFR sur tous les fronts !

L'Agence nationale des fréquences est un établissement public rattaché au ministère de l'Économie et des Finances, qui gère l'ensemble des fréquences radio en France. Celles-ci sont utilisées pour toutes les communications sans fil, des secteurs entiers de l'économie en dépendent : communications mobiles, transports, internet des objets, télévision, défense nationale, industrie... L'ANFR intervient également pour assurer la coexistence entre tous les usages de fréquences, pour tous les utilisateurs. Les services et équipements utilisant des liaisons sans fil sont de plus en plus nombreux et en perpétuelle évolution : depuis vingt-cinq ans, l'ANFR anticipe ces évolutions pour garantir à tous l'accès au spectre.

Au niveau international, l'Agence assure un rôle de coopération et de négociation des positions françaises. Véritables « diplomates du spectre », les agents de l'ANFR préparent et défendent les orientations françaises dans les diverses enceintes où s'élaborent les cadres européens et internationaux. L'Agence est également le point d'entrée des opérateurs satellitaires pour l'enregistrement de leurs fréquences auprès de l'Union internationale des télécommunications (UIT).

Au plan national, l'ANFR est l'interlocutrice des grands utilisateurs du spectre des fréquences. Elle autorise les implantations de sites d'émission et veille à leur compatibilité électromagnétique. Depuis 2020, elle suit le déploiement de la 5G sur le territoire français. L'ANFR contrôle aussi l'utilisation des fréquences grâce au travail quotidien de ses agents sur le terrain. En tant que gardienne du spectre, elle exerce une action préventive au travers d'opérations de contrôles et de sensibilisation, et curative avec la résolution des brouillages. Par ailleurs, l'ANFR planifie et contrôle les fréquences délivrées pour les grands événements.

L'action de l'ANFR auprès du grand public est primordiale. Elle surveille l'exposition du public aux ondes et veille au respect des valeurs limites qui garantissent l'absence d'effets sur la santé. Elle s'assure également de la conformité des équipements radio et procède à des mesures de débit d'absorption spécifique (DAS) des téléphones portables et objets connectés. Enfin, elle veille à la protection de la réception de la TNT et traite les réclamations des téléspectateurs.

**Direction
éditoriale,
rédaction
ANFR**

**Création graphique,
réécriture et secrétariat
de rédaction
Marge Design**

**Illustrations
Quentin Vijoux**

Achevé d'imprimer
Ouvrage composé en *Mercury*
et en *Sansation* – Média Graphic
Dépôt légal Juin 2022



Plus de réseau ? De la friture dans la radio ? Un GPS déboussolé ? Un radar météo détraqué ?

L'ANFR accourt, enquête et piste
la source de brouillage pour remonter
jusqu'à l'équipement coupable,
émetteur des ondes parasites.

Cet ouvrage relate vingt-cinq missions
parmi les milliers menées chaque
année par les agents de l'ANFR,
sur terre, dans les airs et sur les mers.



L'Agence nationale
des fréquences est un
établissement public rattaché
au ministère de l'Économie
et des Finances, qui gère
l'ensemble des fréquences
radio en France.