



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Kommunikation
Gestion des fréquences

Problématique CEM entre Services radio et téléseaux dans la bande des 800MHz

Pascal Krähenbühl / OFCOM

Morges, le 2 novembre 2011, **swissT.meeting**



Augmentation rapide de la demande de spectre radioélectrique au niveau mondial

Le développement sans précédent dans le domaine des services radio a entraîné une augmentation rapide de la demande mondiale de spectre radioélectrique. **Le spectre radio est une ressource naturelle limitée** et c'est pourquoi son utilisation doit être harmonisée entre les différents pays et régions du monde.

Le secteur radio de l'Union Internationale des Télécommunication (UIT-R), qui est un organisme des Nations Unies, organise tous les 3-4 ans une conférence mondiale des radiocommunications (CMR)

Lors de ces conférences, **la distribution des fréquences** radio est effectuée sur une **base globale concertée**, et sur une segmentation selon les applications radio, ainsi que sur une **allocation du spectre propre aux régions géographiques particulières**.



Règlement Radio

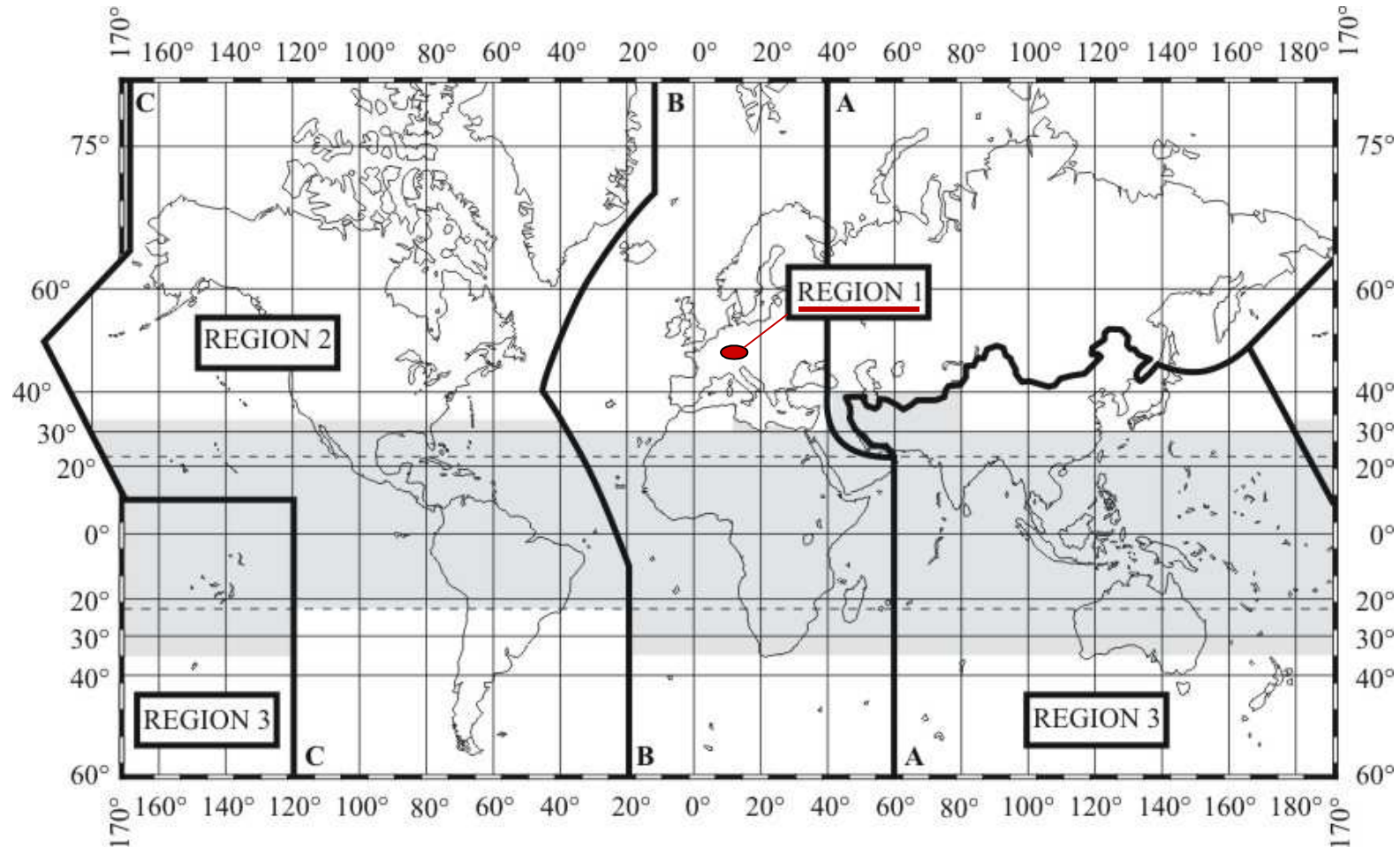
Le fondement de ces conférences est le "règlement radio", un vaste document, complet et détaillé, développé depuis plus de 100 ans, qui pose les bases de la régulation, des procédures liées aux services spatiaux, et des allocations de fréquences (art.5) pour chacune des régions.

- *Le "règlement radio" possède le statut de traité international => devenu partie intégrante de notre législation nationale*
- *Des adaptations à ce "règlement radio" peuvent être effectuées exclusivement pendant les conférences mondiale des radiocommunication (CMR) périodiques.*
- *Aux CMR sont actualisées les décisions sur l'allocation des fréquences ainsi que les conditions d'utilisation du spectre radioélectrique.*
- *D'une part, les perturbations radio entre les nombreux services radio doivent être évitées et d'autre part tous les pays du monde devraient garantir un accès au spectre radioélectrique sur un pied d'égalité.*



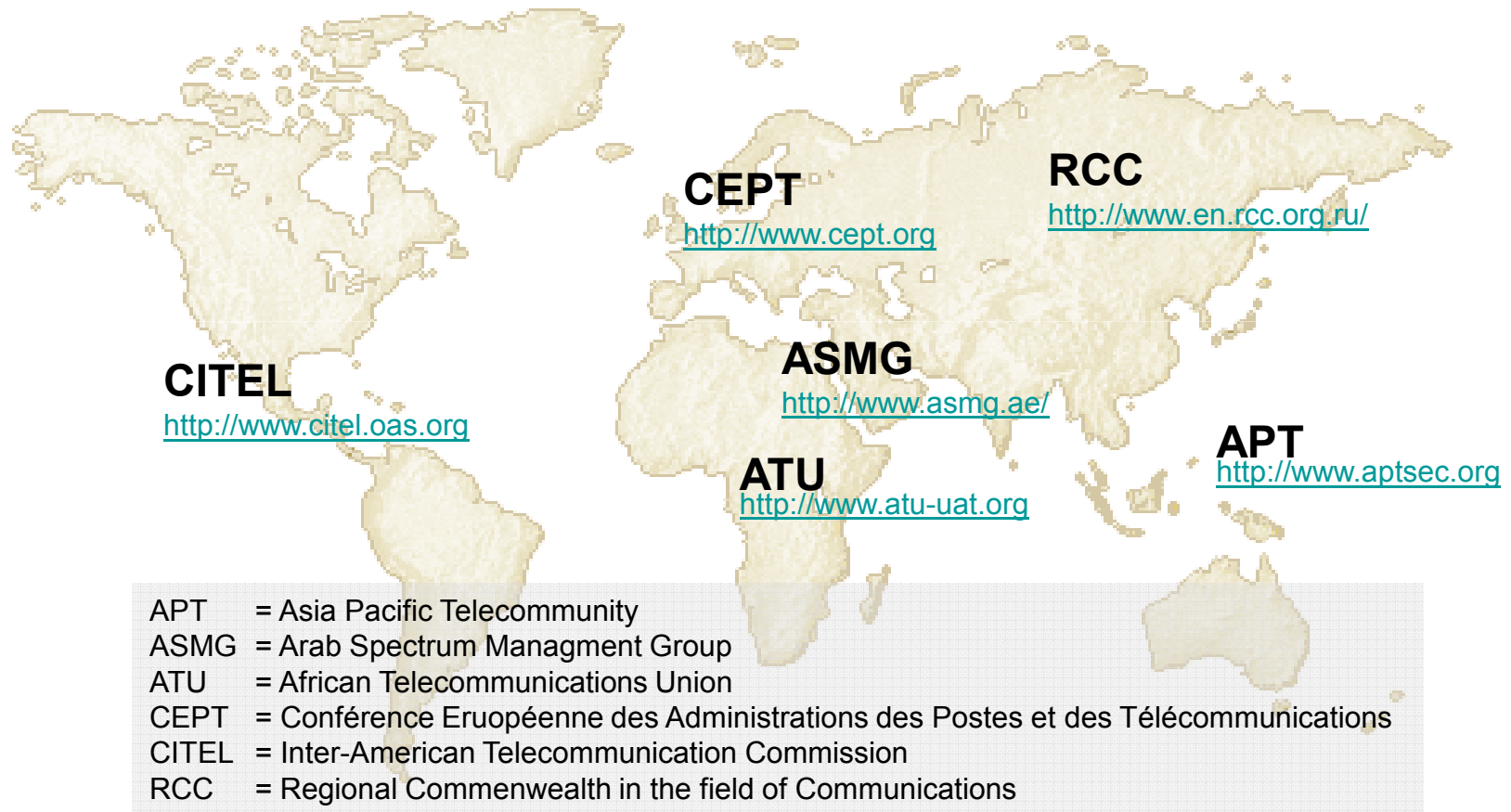


Les trois régions de l'UIT





Les préparatifs des CMR s'effectuent dans 6 organisations régionales





3 à 4 ans de préparation pour une CMR

- **Sur le plan national**
Contributions de l'économie et de la recherche, les Forces Armées et divers groupes d'intérêt. La coordination est effectuée par l'autorité compétente en matière de gestion des fréquences
(En Suisse: OFCOM)
- **Sur le plan régional**
Dans le cadre des 6 grandes organisations régionales CEPT, RCC, ATU, APT, CITELE et l'ASMG, au sein desquels les positions des régions correspondantes seront développées. La Suisse s'engage au sein de la CEPT.
- **Sur le plan mondial**
Dans le cadre de l'UIT-R.



Plans d'allocation des fréquences (3 niveaux)

- **Global**
Règlement radio (Art. 5)
- **Régional (CEPT)**
Tablette européenne d'allocation des fréquences
=> ERC Report 025
<http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ERCREP025.PDF>
- **National (Suisse)**
Plan national d'allocation des fréquences PNAF
<http://www.bakom.admin.ch/themen/frequenzen/00652/00653/index.html?lang=fr>
- **Le but est une adaptation/ harmonisation mondiale des plans d'allocation de fréquences sur les trois niveaux**



Services radio primaires & secondaires

- **Services primaires**

Dans les plans d'allocation des fréquences, ils sont identifiés par des lettres majuscules.

Les services primaires ne doivent pas être perturbés par les services secondaires (exemples: la radiodiffusion terrestre, la téléphonie mobile).

- **Services secondaires**

Peuvent utiliser les ressources en fréquence sans perturber le service primaire et sans prétention à être protégé des services primaires.
(exemple: microphones sans fil)

Exemple: Extrait du PNAF 2011“

Frequency Band	Swiss Allocations			
	National Allocation	Main Use	Civ/Mil	Notes
19.7 - 20.1 GHz	FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) 5.484A 5.516B Mobile-satellite (space-to-Earth) 5.525	FSS primary. MSS (secondary) planned.	MIL	Civil use for FSS. Downlinks (S/E) in the FSS: For corresponding uplink transmitter frequencies see: RIR0806-10, RIR0806-11, RIR0806-17, RIR0806-18



Allocations de fréquences dans la bande des 800 MHz

- La gamme de fréquence 790-862 MHz dans la région 1 de l'UIT est souvent dénommée "bande des 800MHz".
- Au niveau global , **de nombreux pays** ont décidé il y a **plusieurs décennies d'une allocation primaire au Services Mobiles** en sus de la Radiodiffusion (Ex: région 1, note de bas de page 5.316).

460-890 MHz

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
	aeronautical mobile-satellite (Earth-to-space)	5.149 5.305 5.306 5.307
	614-806	610-890
	BROADCASTING	FIXED
5.149 5.291A 5.294 5.296 5.300 5.302 5.304 5.306 5.311 5.312	Fixed	MOBILE 5.317A
	Mobile	BROADCASTING
	5.293 5.309 5.311	
790-862	806-890	
FIXED	FIXED	
BROADCASTING	MOBILE 5.317A	
5.312 5.314 5.315 5.316 5.319 5.321	BROADCASTING	

Extrait: RR 2004; Art. 5

5.316 Additional allocation: in Germany, Saudi Arabia, Bosnia and Herzegovina, Burkina Faso, Cameroon, Côte d'Ivoire, Croatia, Denmark, Egypt, Finland, Greece, Israel, the Libyan Arab Jamahiriya, Jordan, Kenya, The Former Yugoslav Republic of Macedonia, Liechtenstein, Mali, Monaco, Norway, the Netherlands, Portugal, the United Kingdom, the Syrian Arab Republic, Serbia and Montenegro, Sweden and Switzerland, the band 790-830 MHz, and in these same countries and in Spain, France, Gabon and Malta, the band 830-862 MHz, are also allocated to the mobile, except aeronautical mobile, service on a primary basis. However, stations of the mobile service in the countries mentioned in connection with each band referred to in this footnote shall not cause harmful interference to, or claim protection from, stations of services operating in accordance with the Table in countries other than those mentioned in connection with the band. (WRC-03)



Allocations de fréquences dans la bande des 800 MHz

- A l'occasion de la **CMR 2007**, une **allocation globale pour les services mobiles dans la bande des 800MHz** a été effectuée.
- Pour tous les pays de la région 1 qui n'avaient pas encore ordonné une telle allocation, cette disposition entrera en vigueur le 17 juin 2015.
- L'Allemagne, **la Suisse**, le Lichtenstein et d'autres pays européens ont **ordonné une allocation aux Services Mobiles dans la bande des 800MHz depuis 3 ans déjà**.



Ce fait est connu des fabricants d'équipements terminaux depuis longtemps, soit bien avant la CMR 2007!

- La bande des **800 MHz est très prisée, du fait de ses excellentes caractéristiques de propagation**. Il est donc prévisible que **d'autres services radio seront "introduits"** dans cette bande, mais sur une base secondaire. (l'introduction des "White Space Devices (WSD)" est actuellement en discussion)



Introduction de l'IMT* dans la bande des 800MHz

- La commission fédérale de la communication (ComCom) organise au **printemps 2012 une enchère** portant sur **l'ensemble des fréquences allouées à la téléphonie mobile**, incluant la bande des 800MHz.
- Entre avril et juin 2009, l'OFCOM a mené, sous mandat de la ComCom, une **consultation publique**, dont les **résultats** ont été publiés en juillet 2009.
 - ☞ Les **cablo-opérateurs** ont émis la **Crainte** que **l'introduction de Services Mobiles dans la bande de fréquences 790-862MHz pourraient causer des interférences dans les téléreseaux**, ainsi que sur les équipements terminaux raccordés (récepteur DVB-C, téléviseurs, modems, etc...)
- L'OFCOM avait déjà effectué avant la consultation publique, **ses propres mesures et études théoriques** dans le but d'évaluer le potentiel perturbateur entre IMT & téléreseaux.
- Le 9 novembre 2009, la ComCom a mandaté l'OFCOM pour effectuer les **préparatifs en vue d'une mise aux enchères** des fréquences de téléphonie mobile.

* IMT: International Mobile Telecommunications



Valeur limite d'immunité selon les normes européennes dans la bande des 800MHz (1)

Pour téléreseaux et équipements terminaux

- EN 50083-8

"Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs - Partie 8: Compatibilité électromagnétique **des réseaux.**"

⇒ **Valeur limite d'immunité 106 dB μ V/m**
(à l'extérieur des bâtiments).

- EN 50083-2

"Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 2: Compatibilité électromagnétique **des équipements.**"

⇒ **Valeur d'immunité de 106 dB μ V/m dans le canal de réception.**



Valeur limite d'immunité selon les normes européennes dans la bande des 800MHz (2)

Pour les récepteurs de radiodiffusion et appareils associés de l'électronique de divertissement.

- EN 55020

“Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés - Caractéristiques d'immunité - Limites et méthodes de mesure”

- **Avant mai 2011**, cette norme ne spécifiait **aucune valeur limite au-dessus de 150MHz** .
- **La valeur limite d'immunité dans le canal de réception** a été fixée en mai 2011 à **120 dB μ V/m** (correspond à 1V/m).
Seulement pour les récepteurs DVB-C et dans la bande de fréquence 790 – 862 MHz.
- **L'OFCOM penchait pour 3V/m, déjà applicable pour tous les autre** appareils du domaine télécom dans la gamme de fréquence 30MHz à 1GHz.



Valeur d'immunité selon les normes européennes dans la bande des 800MHz (3)

Extrait du paragraphe amendé dans la norme EN 55020

4.7 Immunity requirements for the enclosure port

In Table 15, add the following row just above the row for electrostatic discharge:

Parameter	Test specification	Test set-up	Applicability	Performance criteria
RF e.m. field AM modulated carrier	790-862 MHz: 3 V/m Except the tuned channel $\pm 0,5$ MHz: 1 V/m AM: 1 kHz, 80 % depth	EN 61000-4-3 With measurement conditions of I.5. Digital Cable TV mode only. For this test, I.7.2 does not apply.	Equipment with tuners suitable for reception of Digital Cable TV signals.	A

In Table 15, add the following note before table footnote ^a:

NOTE The RF e.m. field test in the 790-862 MHz band for DVB-C mode also assesses the radiated immunity performance in DVB-T mode, for equipment supporting both modes.
--



Valeur limite d'immunité appliquée lors des investigations de l'OFCOM

Du fait qu'aucune valeur limite d'immunité dans la bande des 800MHz n'existait pour les "Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés" de l'électronique de divertissement .

L'OFCOM a appliqué lors de ses investigations une valeur d'immunité de 106 dB μ V/m.

Cela correspond à une
valeur limite de champ de 0.2 V/m
à l'extérieur de l'équipement testé

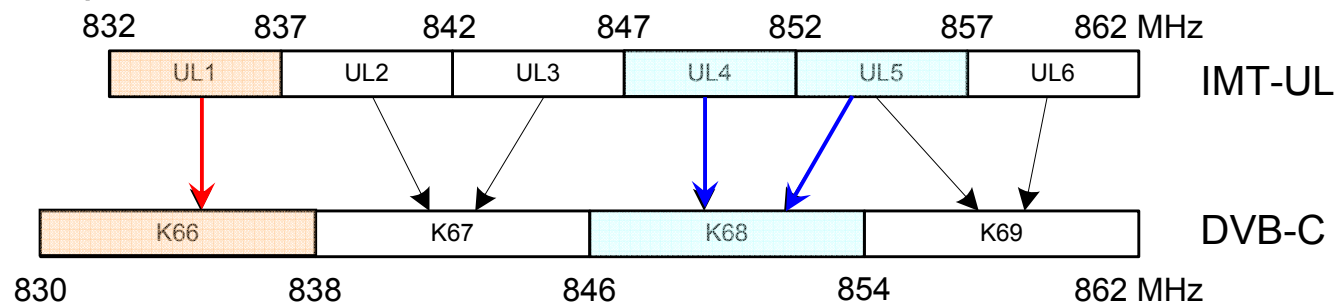


Probabilité d'interférence sur le même canal

(considérations statistiques)

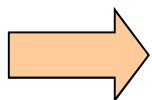
Un **récepteur DVB-C serait perturbé si:**

- Ce récepteur est en exploitation (actif)
- **Et** qu'un téléphone mobile IMT se trouve à proximité (Distance < 5m)
- **Et** que le canal du télé-réseau coïncide avec le canal montant (up-link) du téléphone mobile



K66 serait perturbé par 1 canal IMT

K67, **K68**, et K69 seront perturbés par 2 canaux IMT



La probabilité qu'au minimum 1 téléphone mobile IMT provoque une perturbation sur le même canal dans un récepteur DVB-C est donné par:

$$P_S = P_{K66} \cdot P_{S66} + P_{K67} \cdot P_{S67} + P_{K68} \cdot P_{S68} + P_{K69} \cdot P_{S69} = 1.97 \cdot 10^{-5} \sim \mathbf{0.002\%}$$

$$P_{K66} = P_{K67} = P_{K68} = P_{K69} = \frac{1}{60} \quad p_{S66} = 1 - e^{-r^2 \pi D} = 1 - e^{-0.005^2 \pi \cdot 2.16} \quad p_{S67} = p_{S68} = p_{S69} = 1 - e^{-0.005^2 \pi \cdot 4.32}$$



Puissance apparente rayonnée par la source perturbatrice

Puissance EIRP rayonnée maximale par des téléphones mobiles UMTS et LTE (Uplink) selon les spécifications 3GPP

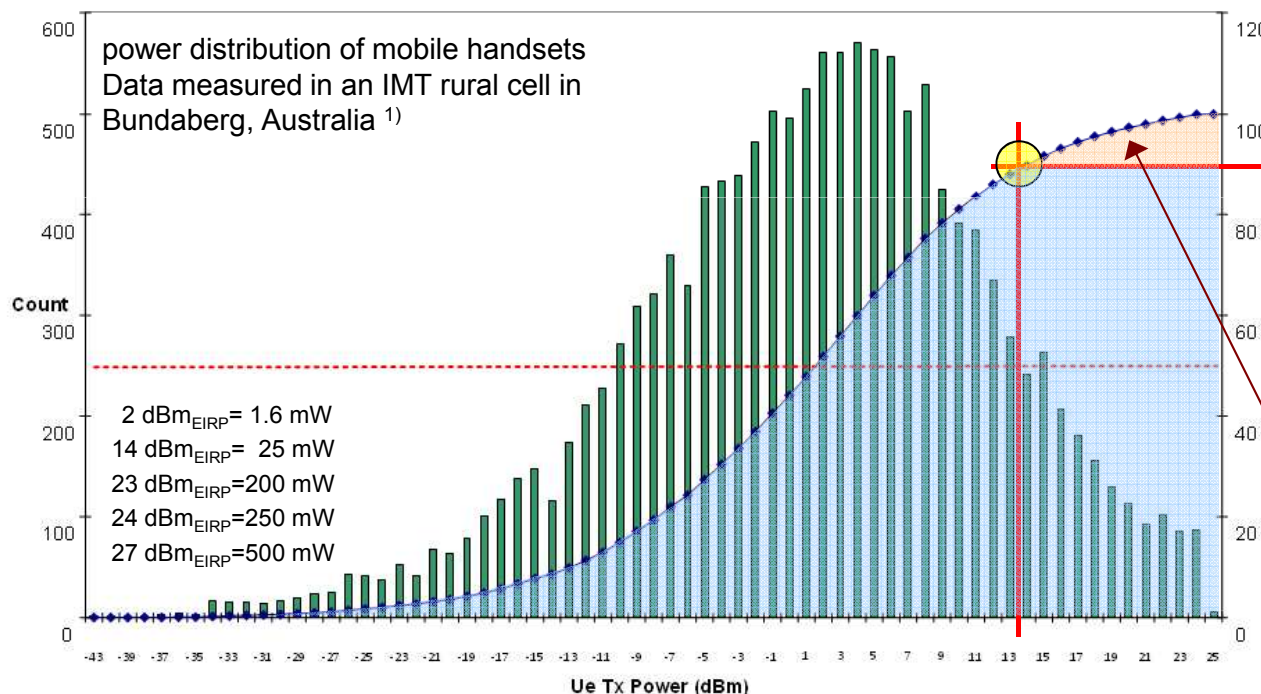
Technology	Minimum UE Tx emission level (dBm)	Maximum UE Tx emission level ^{1,2} (dBm)	Reference
WCDMA/UMTS	-50	+24 (+1/-3)	3GPP TS 25.101
LTE/E-UTRA	-40	+23 (±2)	3GPP TS 36.101



La puissance maximale émise par un téléphone mobile UMTS est de **24 dBm_{EIRP}**

À noter que:

$$EIRP = ERP + 2.15 \text{ dB} \Rightarrow 25 \text{ dBm}_{ERP} \sim 23 \text{ dBm}_{EIRP}$$



Parameter (rural cell scenario)	Value	Units
Mean UE Tx emission level	+2	dBm
Standard deviation	6	dBm
90 th percentile	+14	dBm
Subscriber device max emission*	+24	dBm

* NOTE – UE Tx emission level tolerance: +1/-3 dB.

Percentile

Dans cet exemple typique, il est montré que 90% des téléphones mobiles émettent une puissance inférieure à 14 dBm_{EIRP}.

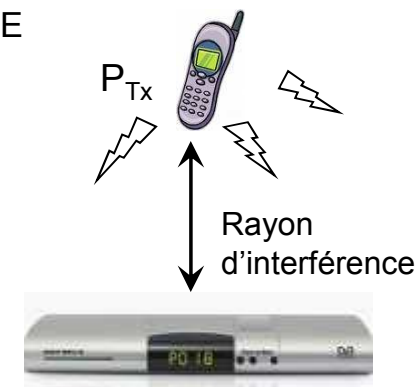
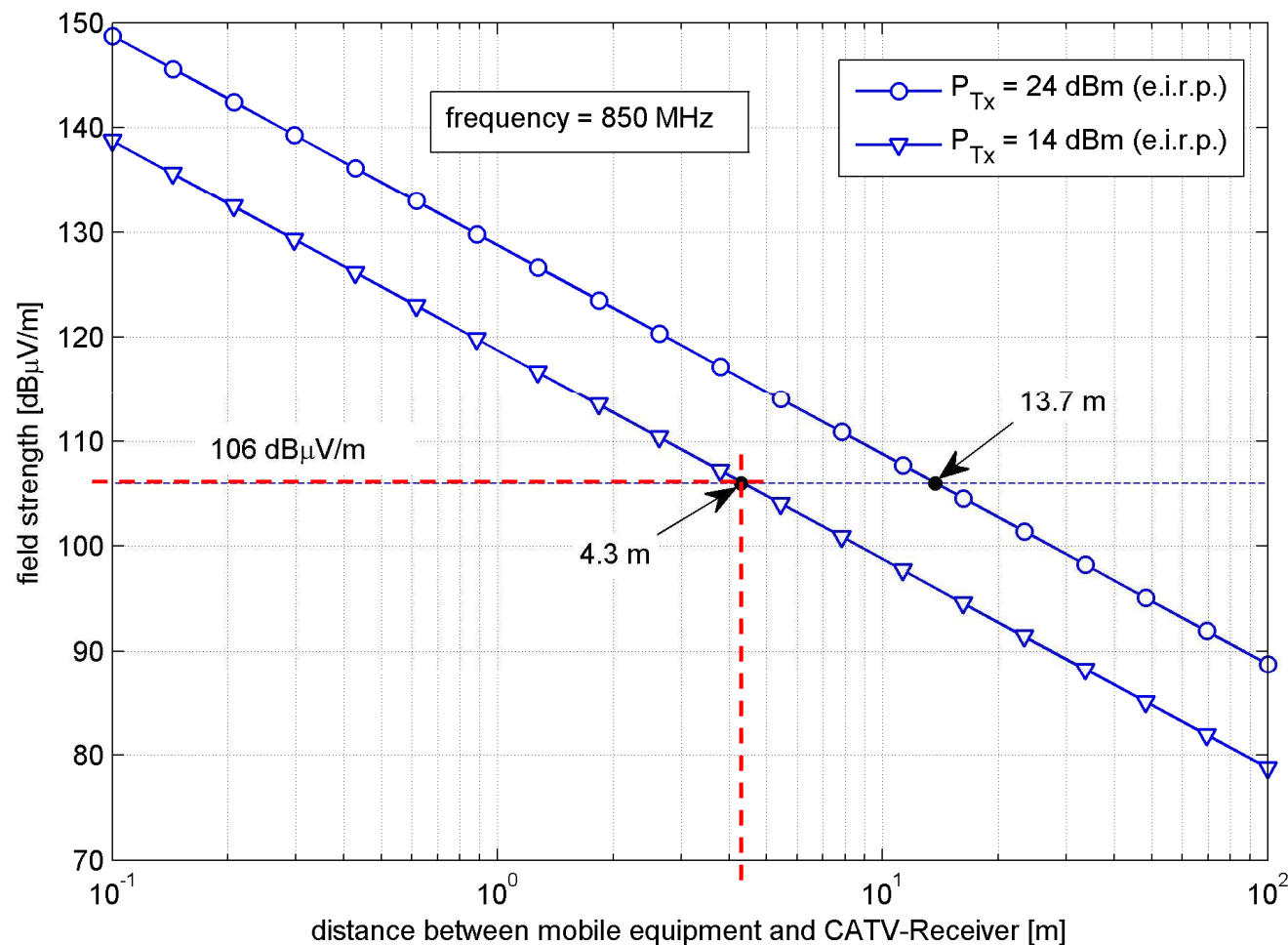
Par conséquent seul 10% des téléphones mobiles émettent une puissance > 14 dBm_{EIRP}.

¹⁾ ITU-R JTG 5-6 Doc. 5-6/88-E (Annex 14), published 3rd June 2009



Rayon d'interférence

Champ électromagnétique en fonction de la distance entre un téléphone mobile LTE (source de perturbation) et un récepteur DVB-C pour une puissance d'émission donnée P_{Tx}



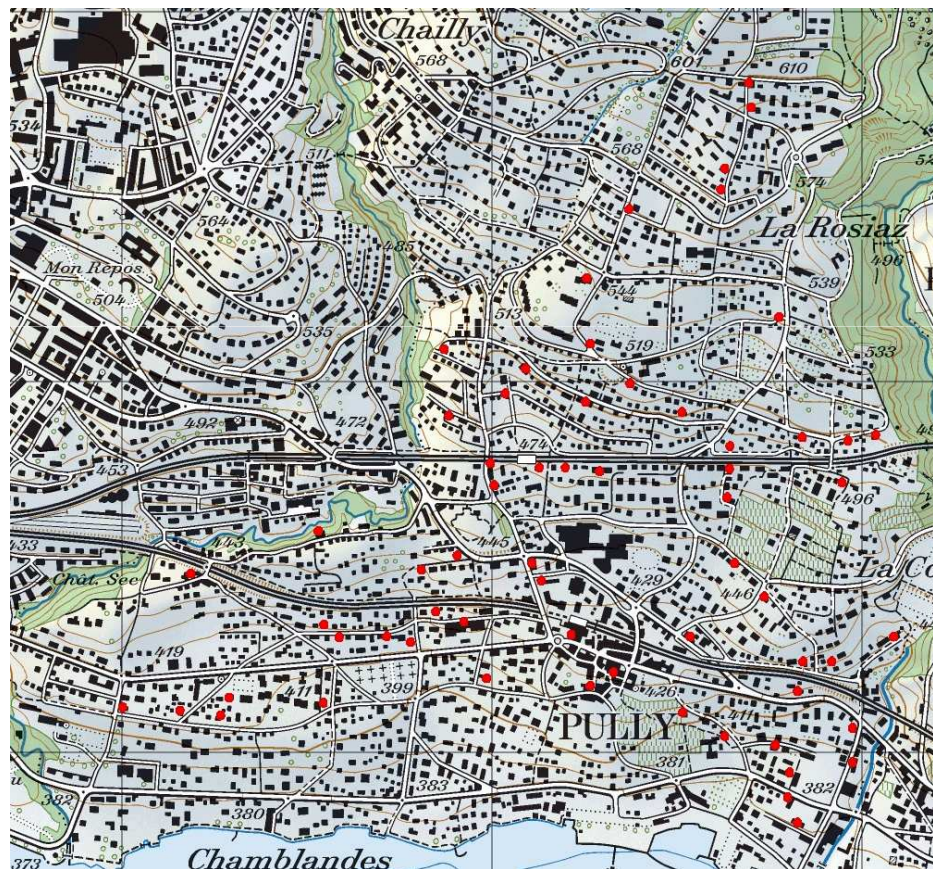
Pour autant qu'un équipement terminal respecte une valeur d'immunité de **106 dB μ V/m**, le rayon d'interférence pour 90% des téléphones actifs serait inférieur à 4.3 mètres.

Si l'immunité d'un équipement terminal était supérieur à 106 dB μ V/m, alors le rayon d'interférence se réduirait alors d'autant



Expériences de l'OFCOM sur le terrain

Les téléreseaux suisses présentent des fuites en de nombreux endroits. Cela a pour conséquence d'une part que le service radio concessionné sera perturbé par le téléreseau et que réciproquement les signaux du service radio pénètrent les téléreseau à ces mêmes endroits.



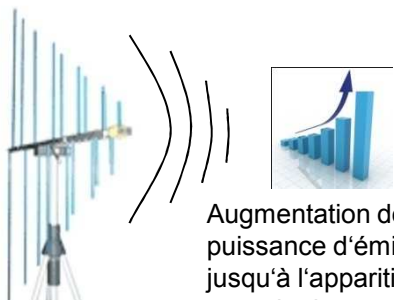
Exemple:
Commune de „Pully“
Points rouges = points de fuite
du téléreseau



Configuration de mesure

Récepteur TV analogique ou
avec récepteur DVB-C intégré

Télespectateur

Source
d'interférenceAugmentation de la
puissance d'émission P_{Tx}
jusqu'à l'apparition de
perturbation sur l'imageSignal UMTS avec une largeur
de bande de 3.84 MHz
(Accent mis sur la liaison
montante 832-862 MHz)Réseau de
distribution

Câble coaxial

RF_{in}

TV



A

Câble coaxial

DVB-C STB

RF_{in}SCART ou
HDMI

TV

Télespectateur



B

Câble coaxial

DVB-C STB

RF_{in}RF_{out}

Câble coaxial

RF_{in}

Télespectateur



C

Modem

PC

ETHERNET

Câble coaxial



D

Les mesures ont été exécutées à deux endroits:

- Dans une station de tête de téléseu
- dans un ménage privé

Aussi bien une configuration de réception analogique que numérique ont été examinées. La distance entre le terminal et la source de perturbation se montait à 1.6 m, afin de permettre la comparaison avec d'autres étude .



Résultats des mesures

			Bildstörungen wahrnehmbar ab			
Messort	getestet	Setup	Empfangsart	P _{Tx} EIRP / Distanz 1.6m	Feldstärke am CATV-Empfänger	Reserve zu 106dBµV/m
Station de tête télé-réseau Très bon appareil →	TV1	A	analog	16 dBm	119 dBµV/m	13 dB
	STB1 mit TV1	B	digital	15 dBm	118 dBµV/m	12 dB
	STB2 mit TV1	B	digital	31 dBm	134 dBµV/m	28 dB
	STB2 mit TV1	C	analog	7 dBm	110 dBµV/m	4 dB
Ménage privé Très mauvais appareil →	TV2	B	analog	13 dBm	116 dBµV/m	10 dB
	STB3 mit TV2	C	analog	8 dBm	111 dBµV/m	5 dB
	TV3	A	digital	17 dBm	120 dBµV/m	14 dB
	STB3 mit TV3	B	digital	20 dBm	123 dBµV/m	17 dB
	STB3 mit TV3	C	analog	18 dBm	121 dBµV/m	15 dB
	Kabel-Modem	D	digital	-2 dBm	101 dBµV/m	-5 dB

Qualité de blindage du câble coaxial > 60dB
Longueur totale du câble: 3m

Interpretation:

Plus de 90% des téléphone mobiles actifs
présente un rayon d'interférence <1.6m

- **Configuration A & B:**

L'immunité aux perturbations dans les configurations examinées se situe **≥10 dB au-dessus de la valeur limite** de 106 dBµV/m.

- **Configuration C:**

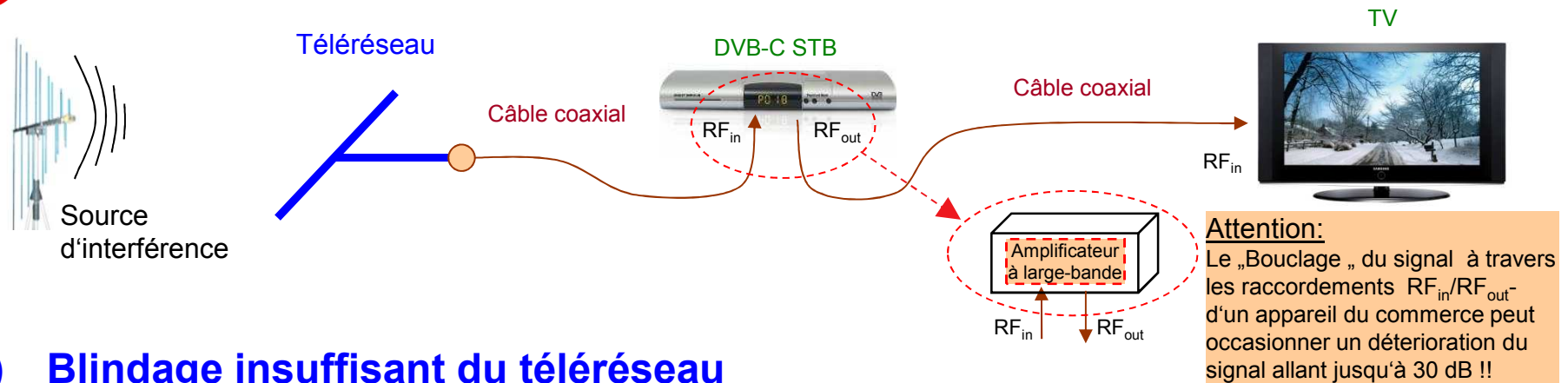
Deux des configurations examinées montraient une **assez mauvaise immunité aux perturbations dès que le signal se bouclait au travers des raccordements RF_{in}/ RF_{out}- du récepteur DVB-C** (l'amplificateur à large bande du récepteur amplifie le signal brouilleur).

- **Configuration D:**

Le modem examiné montrait **une immunité inacceptable** (Boîtier plastique sans blindage).



Cas d'interférence



a) Blindage insuffisant du télé réseau

☞ Cet aspect n'est pas critique, pour autant que le télé réseau soit implémenté de manière professionnelle.

b) Blindage insuffisant du câble de liaison entre la prise du télé réseau et l'équipement terminal.

☞ Les mesures de l'OFCOM ont montré que la qualité de blindage des câbles coaxiaux peut varier de 30 à 105dB !

=> **L'utilisation de câbles de liaison bien blindés est extrêmement important.**

c) Immunité insuffisante des équipements terminaux

☞ Le **"bouclage"** du signal au travers de l'amplificateur large bande intégré d'un équipement terminal **est à éviter**, afin d'empêcher que le signal brouilleur capté ne soit diffusé dans le canal HF en direction des autres équipements en cascade jusqu'au TV.



Résultat des investigations

- **Des perturbations n'apparaissent que si la source de perturbation se trouve à proximité du récepteur DVB-C (quelques mètres).**
=> des cas de perturbation sont en règle générale provoqués "à domicile" par le propriétaire du téléphone mobile sur sa propre installation de raccordement au teleréseau.
- **Des perturbations ne peuvent se produire que dans une constellation de réception sur le même canal (co-canal).**
- **La probabilité qu'un téléphone mobile émette une puissance >14 dBm est relativement faible.**
De ce fait, le risque d'interférence se réduit également.
- **La probabilité qu'un téléphone mobile émette à grande puissance et que simultanément une constellation co-canal se présente est extrêmement faible**
(L'OFCOM a mené deux [études théoriques](#) à cet égard)



Recommandations

- **Le niveau de signal utile dans un télé-réseau devrait être suffisamment élevé** (par ex: $>55 \text{ dB}\mu\text{V}$ pour un signal modulé OFDM en 256QAM), **pour garantir un rapport S/B raisonnable.**
- La réalisation de mesures de compatibilité devrait **appliquer un niveau réaliste du signal perturbateur.** A titre d'exemple **14dBm pour les signaux LTE** (correspond à 90% des téléphones mobiles actifs).
- Le „bouclage “ des signaux au travers des raccordements $\text{RF}_{\text{in}}/\text{RF}_{\text{out}}$ des appareils terminaux est à **éviter.**
- **Les câbles de liaison** devraient posséder une **bonne qualité de blindage.**
- **Les fabricants d'équipements terminaux** devraient être encouragés à poursuivre **l'amélioration de l'immunité de leur appareils.** La valeur limite d'immunité de 3V/m, qui est valable de manière générale dans l'industrie électronique devrait également être appliquée aux équipements terminaux et d'électronique de loisirs.



Merci pour votre attention



Questions?