

AUDITION PAR LA COMMISSION ENVIRONNEMENT DU PARLEMENT WALLON

12/01/2012

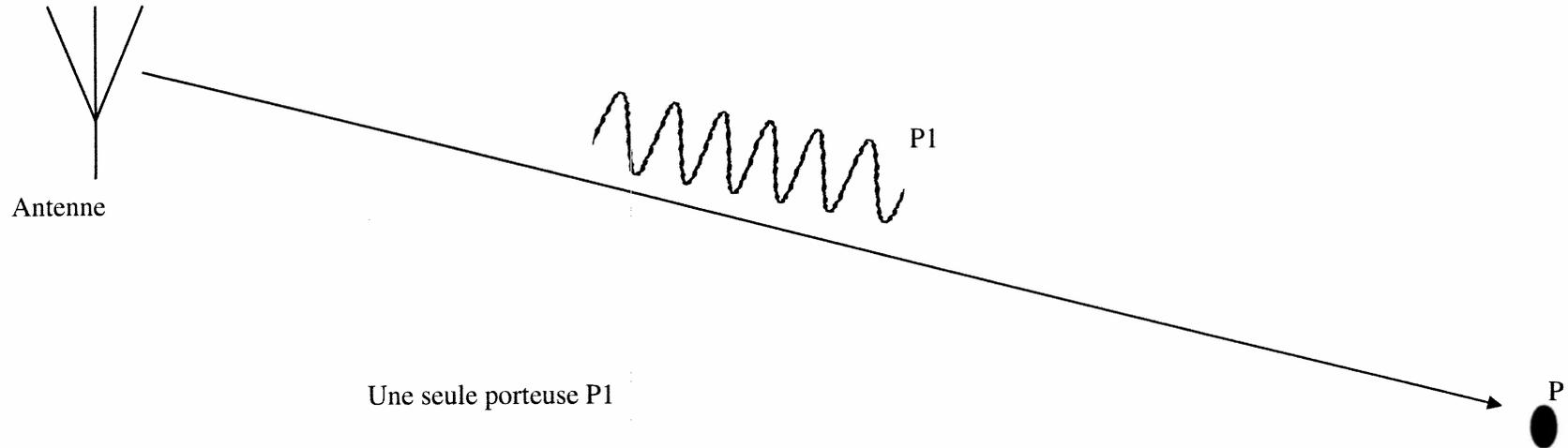
**W. Pirard, ir
Institut Scientifique de Service Public (ISSeP)**

SOMMAIRE

- Exécution du décret du 3 avril 2009
- Comparaison avec ordonnance Région Bruxelles-Capitale



Champ E.M. produit par une antenne en un point (immision)



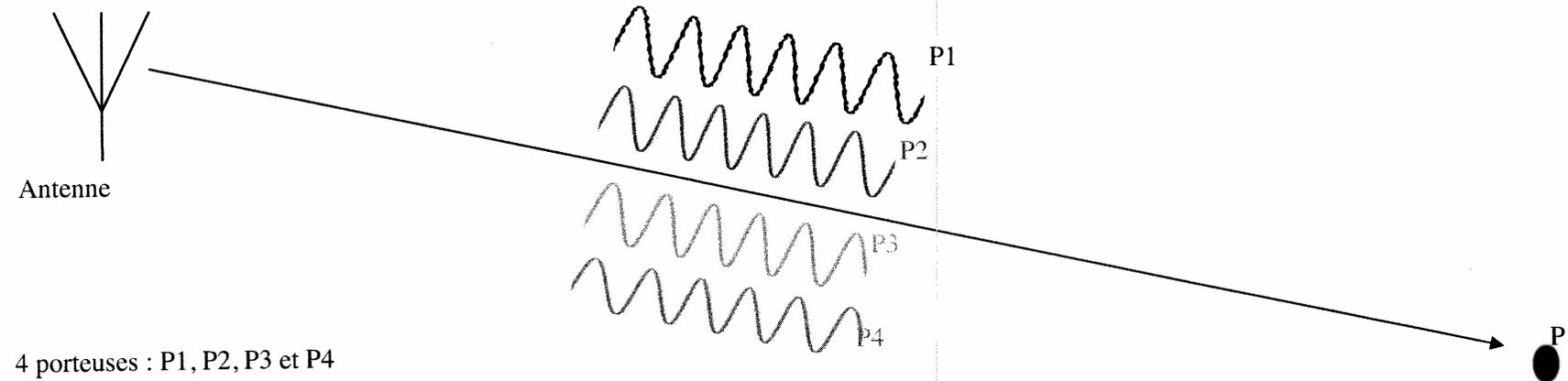
- s'exprime en volt/mètre
- peut être déterminé par une mesure en ce point (pas au niveau de l'antenne)
- peut être estimé par calculs, c'ad au moyen de modèles mathématiques sur base:
 - des caractéristiques techniques de l'antenne (son orientation, la puissance rayonnée, son diagramme de rayonnement, ...)
 - de la distance et des angles
 - de l'influence des obstacles éventuels

Le champ varie en fonction du trafic (1)

Du fait que la puissance rayonnée en dépend (trafic faible la nuit, plus important en journée).

Il dépend aussi des conditions de propagation.

Exemple: Antenne GSM pouvant émettre 4 fréquences (porteuses P1, P2, P3 et P4). Elle permet 31 communications simultanées (7 + 8 + 8 + 8).



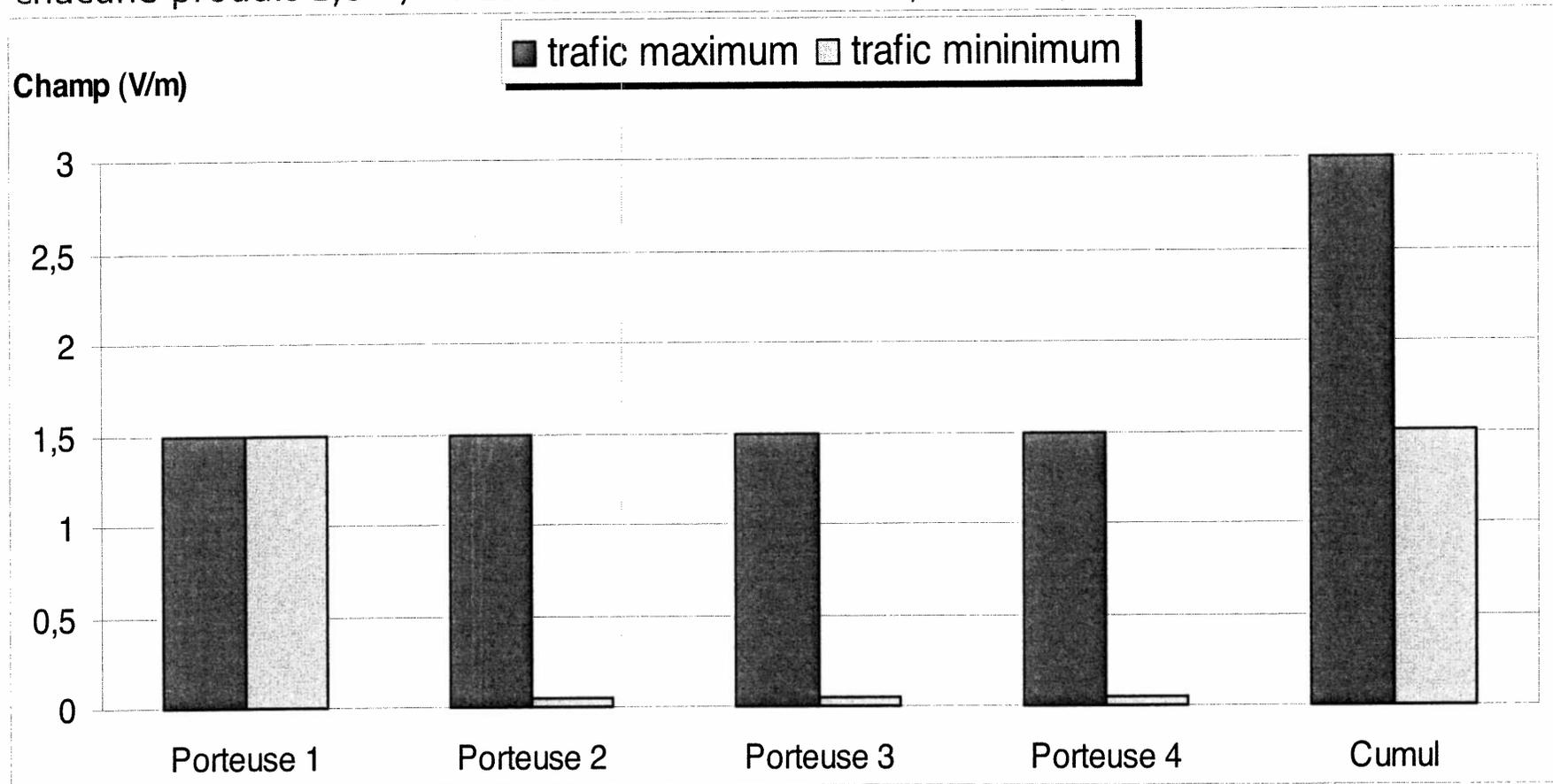
La nuit, peu de trafic \Rightarrow seule P1 est rayonnée, toujours à puissance maximale. Elle est appelée « balise » et peut transmettre 7 communications.

Lorsque le trafic augmente, les autres porteuses apparaissent. Leur puissance dépend du nombre de communications en cours (de 0 à 8 par porteuse) et des conditions de propagation.



Le champ varie en fonction du trafic (2)

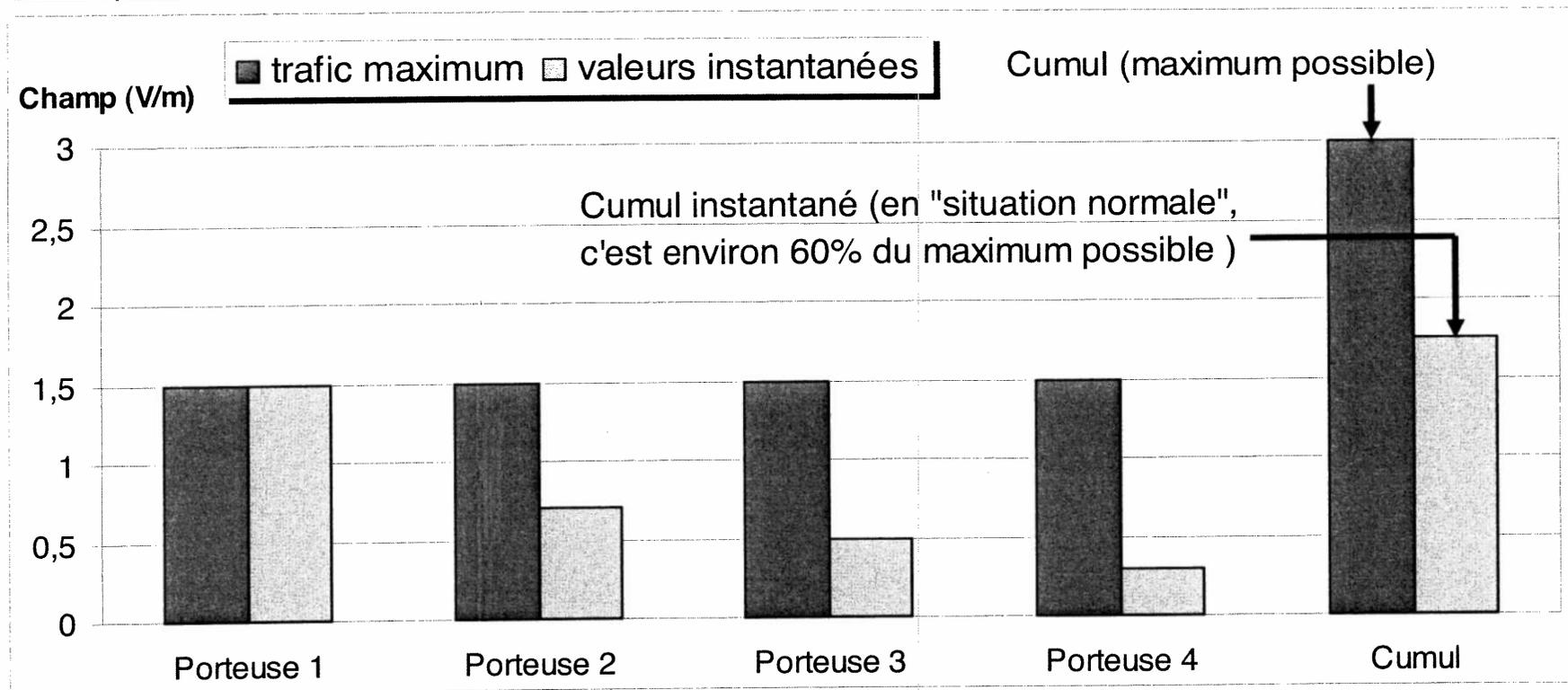
Exemple: antenne GSM pouvant émettre 4 porteuses. Considérons un point où chacune produit 1,5 V/m. Le cumul variera entre 1,5 et 3 V/m en fonction du trafic.



Le cumul est donné par $E_{\text{total}} = \sqrt{E_{P1}^2 + E_{P2}^2 + E_{P3}^2 + E_{P4}^2}$

Le champ varie en fonction du trafic (3)

Exemple: antenne GSM pouvant émettre 4 fréquences $\Rightarrow E_{\text{total}}$ entre 1,5 et 3 V/m



Plusieurs résultats possibles. Lequel est pertinent ?

- champ au moment de la mesure («valeur instantanée») ou moyenne sur qqes min.
- champ lorsque puissance émise est maximale. Est déterminé par extrapolation à partir de la mesure du champ produit par la porteuse P1 (norme EN 50492)



Champ E.M. en un point : Quelle valeur est pertinente ? (2)

- **Champ au moment de la mesure (« valeur instantanée »)**

Avantage: représentatif de la situation réelle à condition de ne pas mesurer à un « mauvais moment »

Inconvénient: résultat varie dans le temps => un dépassement constaté à un moment donné n'apparaîtra peut-être plus lors des contrôles ultérieurs
=> problèmes en cas de contestation

- **Champ lorsque puissance émise est maximale**

Méthode décrite par une norme (EN 50492)

La plus fréquemment utilisée, notamment en France, Suisse, G.D. Lux., Wallonie, ...

Avantages: - meilleure reproductibilité des résultats

Inconvénients: - donne une image surestimée de l'exposition

- « pénalise » les surcapacités peu utilisées (toutes les porteuses sont comptabilisées, même si elles ne sont que rarement activées), surcapacités qui peuvent être utiles en situation d'urgence
- éventuel problème juridique. On ne sanctionne pas un dépassement constaté, mais seulement « une possibilité de dépassement »



Comparaison décret wallon / ordonnance Bruxelles-Capitale (1)

- Décret wallon: limite de 3 V/m par antenne émettrice. Ne peut être dépassée à aucun moment (« *période quelconque de 6 minutes* ») dans les lieux de séjour
- Ordonnance bruxelloise: limite de 3 V/m (à la fréquence de 900 MHz). Ne peut être dépassée à aucun moment dans la zone accessible au public. Cette limite porte sur le cumul des immissions de toutes les sources càd notamment téléphonie mobile, police, pompiers, ambulances, Armée, transports en commun (chemin de fer, métro, bus, ...), taxis, flottes de véhicules (Touring Secours), radars, ...

Sont exclus: Radiodiffusion, TV, équipements des particuliers (GSM, DECT, ...)

- 1^{ère} difficulté: lorsque plusieurs sources présentes sur sites proches, les immissions doivent être cumulées et les 3 V/m doivent être « partagés ». Ces cas sont majoritaires. Si dépassement de la limite, impossible de sanctionner puisque les responsabilités ne pourront être établies

La RBC a résolu ce problème en attribuant un quota de 25% de la norme (càd 1,5 V/m) à chaque opérateur (cf arrêté d'application « classement »).



Comparaison décret wallon / ordonnance Bruxelles-Capitale (2) Les différences dans la mise en œuvre

Dans les 2 cas, la limite ne peut être dépassée à aucun moment.

- **Wallonie:** simulations et mesures sont « extrapolées » à la P. max.), ce qui garantit cette exigence.

- **RBC:**

- Mesures: valeur instantanée (mais moyennée sur 6 min. - cf arrêté d'application).
Le résultat variera selon le moment de la prise de mesure.
- Simulations: prennent en compte une puissance réduite.

⇒ **Limite pourrait être dépassée à certains moments (si trafic important)**

Les unités de mesure

- **Wallonie:** « vrai V/m »

- **RBC:** La limite est de 3 V/m à la fréquence de référence de 900 MHz, ce qui a conduit à des « **V/m équivalents 900 MHz** » où intervient une pondération en fonction de f.

Ex.: 1 V/m produit par une antenne 3G (UMTS) = 0,7 V/m « équivalent 900 MHz »

Les appareils ne sont pas « gradués » dans cette unité ⇒ une conversion est nécessaire

⇒ controverse lorsqu'on compare avec les résultats obtenus par un indépendant

⇒ « sentiment d'opacité ».



Wallonie /RBC - Comparaison des contrôles

Déf.: installation = ensemble des antennes d'un même opérateur situées à une même adresse (= site). Une installation comprend généralement 3 antennes pour le réseau GSM (une par secteur d'environ 120°) et éventuellement 3 pour le réseau 3 G. Il peut y avoir plusieurs installations (càd plusieurs opérateurs sur un même site).

- **RBC:** 1700 installations opérationnelles => au minimum 5100 secteurs (3 x 1700)
 - les contrôles: simulations réalisées par les opérateurs et vérifiées par IBGE
 - 88 permis délivrés et 384 en cours de traitement au 1/12/2011
 - mesures in situ: 129 plaintes traitées au 1/12/2011 (en 2,5 ans)
- **Wallonie:** +/- 4500 installations (BASE, MOBISTAR et PROXIMUS)
 - toutes ont fait l'objet d'un avis (simulations) dans le cadre de la régularisation
 - contrôles in situ à la demande des communes.
Il s'agit de **contrôles exhaustifs**: minimum 10 points de mesure par installation
681 installations contrôlées au 31/12/2011, càd 15% en 2 ans
=> **+/- 10.000 points dans les lieux les plus exposés** (voir ex. sur dia suiv.)
 - arrêté de subv. du GW permet aux riverains de faire réaliser gratuitement des mesures dans leur logement. +/- 160 plaintes entre nov. 2010 et déc. 2011
 - Cadastre des antennes opérationnel depuis avril 2011 (<http://www.sites.ibpt.be/>).
Contient tous les avis a priori et les rapport de contrôles.



Contrôles in situ demandés par les communes (en +/- 2 ans)

	Nb installations contrôlées	Installations avec au moins un dépassement		Nb installations contrôlées	Installations avec au moins un dépassement
Liège	195	19	Montigny-le-Tilleul	7	0
Namur	77	0	Marche-en-Famenne	17	0
Seraing	39	1	Flémalle	28	0
Verviers	4	0	Fleurus	12	0
Chaufontaine	6	0	Spa	8	0
Hamois	8	0	Raeren	6	0
Saint-Ghislain	24	0	Pecq	6	0
Soignies	6	0	La Calamine	4	0
Hannut	21	0	Theux	6	0
Chapelle-lez-Herlaimont	12	0	Dour	8	0
Antoing	12	0	Houyet	7	0
Vielsalm	6	0	Diverses communes	150	0
Enghien	12	0	Total	681	20



Dépassements constatés lors des contrôles in situ

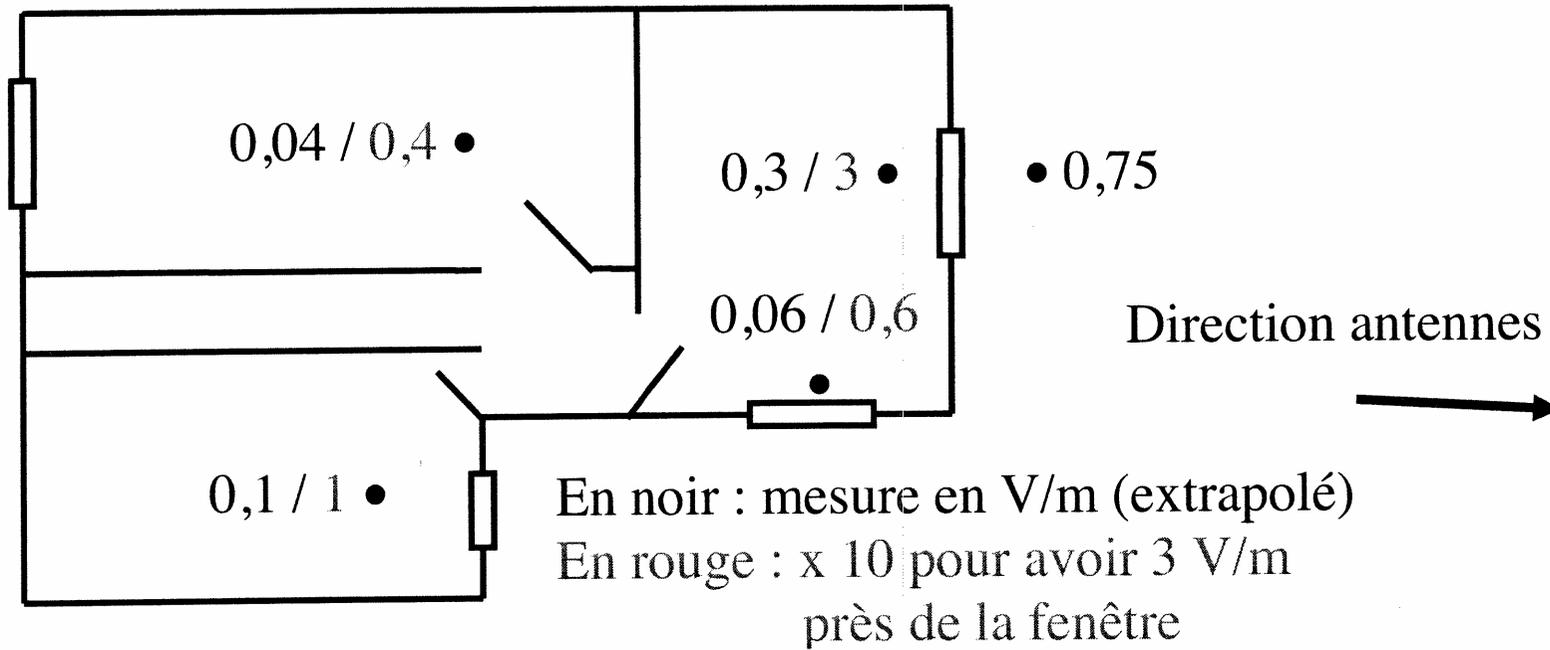
- 19 installations à Liège et 1 à Seraing : TOTAL : 20
- Immission (extrapolée) généralement entre 3 et 4 V/m (2 cas \approx 5 V/m) par antenne
- Les dépassements se produisent:
 - pour 14 installations, dans 1 local
 - pour 4 installations, dans 2 locaux
 - pour 1 installation, dans 3 locaux
 - pour 1 installation, dans 6 locaux

⇒ **20 installations non conformes / 681 contrôlées \approx 3%**

- À signaler 13 installations pour lesquelles on ne peut exclure un dépassement en un lieu où nous n'avons pu accéder, malgré un courrier de l'ISSeP et de la Ville de Liège
- Dépassement est généralement localisé à courte distance des fenêtres (1 ou 2 m).
- Dans la plupart des cas, dépassements résolus en réduisant la puissance. Action sur tilts et azimuth dans quelques cas. Changement du type d'antenne pour certaines microcells. Quelques cas toujours en cours.



Exemple de la variabilité du champ dans l'espace



Que représente une exposition à 1 V/m ? (Ordres de grandeur !!!)

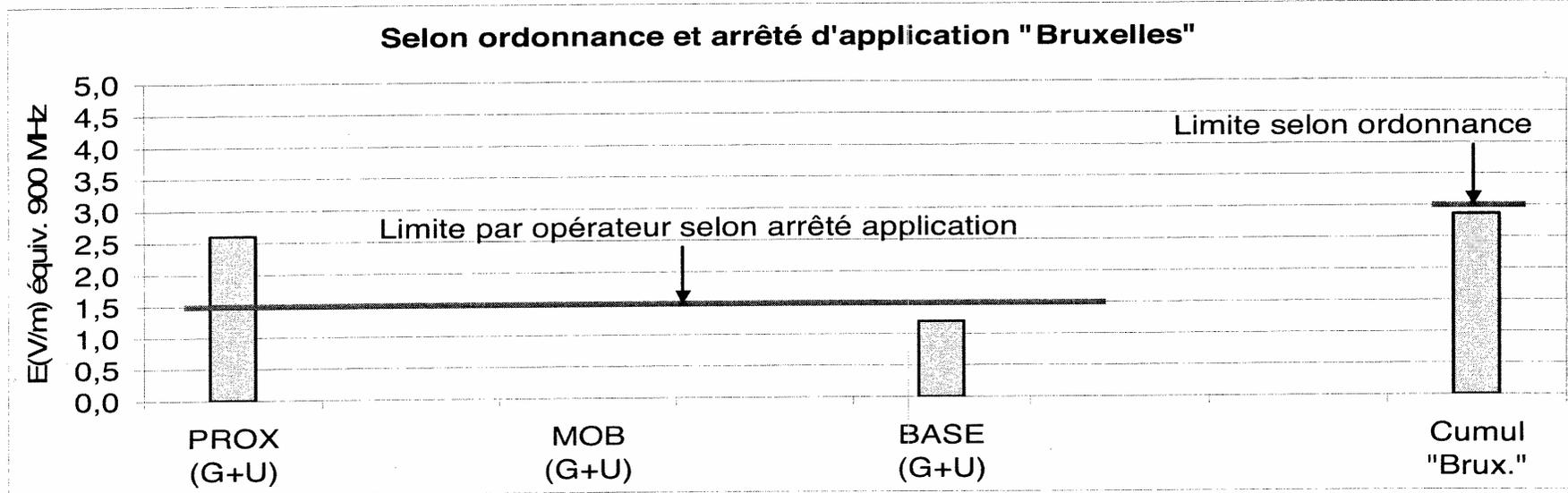
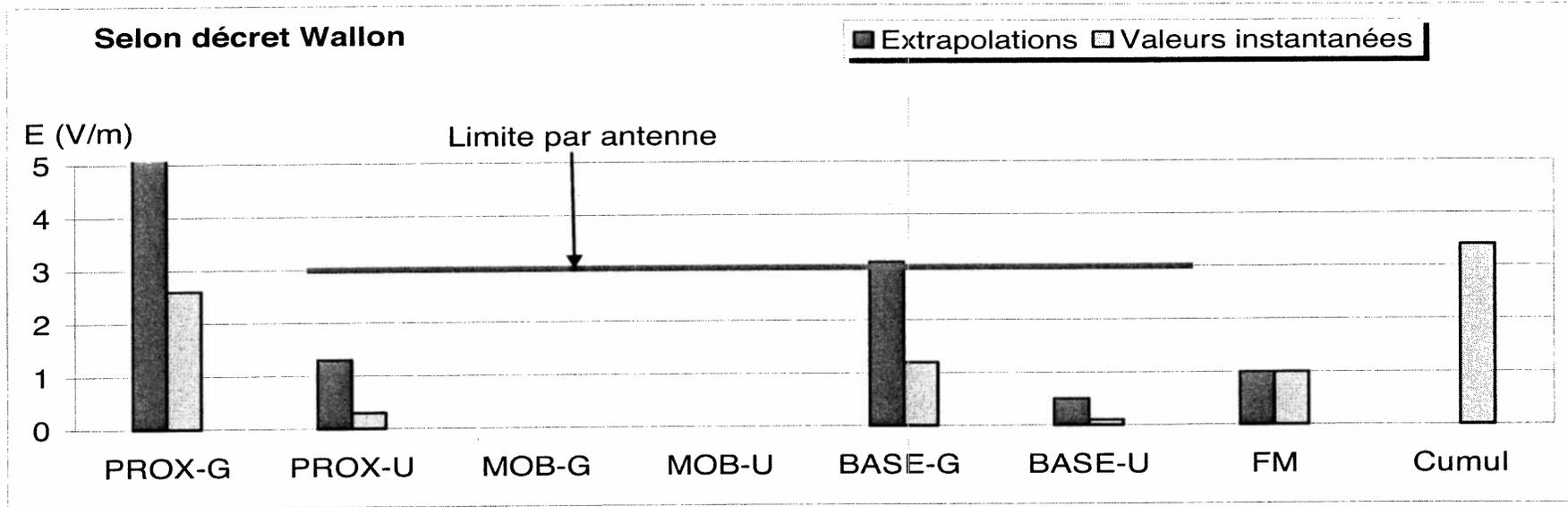
	A 2 m d'une borne Wi-Fi	«réf.» 1 V/m	GSM (oreille et tempe) - <u>en émission</u> - <u>mauv. couverture</u>	Rec. OMS, F, D, NL, Pays scand., ... Exp. continue sur entièreté du corps
Champ (en V/m)	0,05 à 0,2 selon trafic « repère » : 0,1	1	100	41
Energie absorbée en 1 sec. Unités arbitraires (W, W/cm ² , W/kg)	1/100	1	10.000	1700
Sur la durée ?	100 jours	24 h	10 secondes	1 minute

Wi-Fi: débit théorique 54 Mbits/s, càd +/- 7 Mbytes/s càd environ 100 pages en pdf en une seconde transmission (durée connexion + longue selon disponibilité serveur)



1^{er} exemple de dépassement en Wallonie (1)

Site comprenant Proximus GSM + UMTS et BASE GSM + UMTS + radio FM.



1^{er} exemple de dépassement en Wallonie (2)

	PROXIMUS	BASE
Extrapolation	GSM : 5,2 V/m	GSM : 3,1 V/m
« instantané »	2,6 V/m	1,2 V/m
Total selon RBC	2,9 V/m	
Décret wallon (3 V/m par ant.) :	Dépassé	Dépassé
Ord. RBC (Total ≤3 V/m équiv. 900 MHz):	<u>Respectée</u>	
Arr. app. (1,5 V/m équiv. 900 MHz par op.)	Dépassé	Respecté

Bilan des « non conformités »: 2 selon décret W, 0 selon ord. RBC, 1 selon arrêté RBC

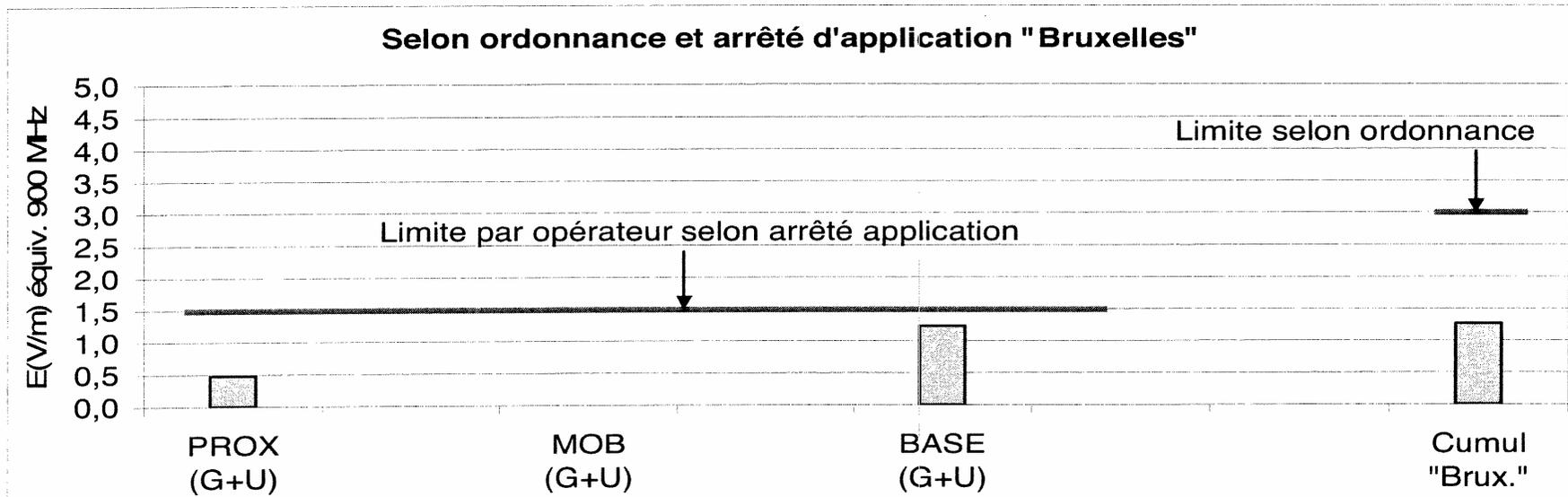
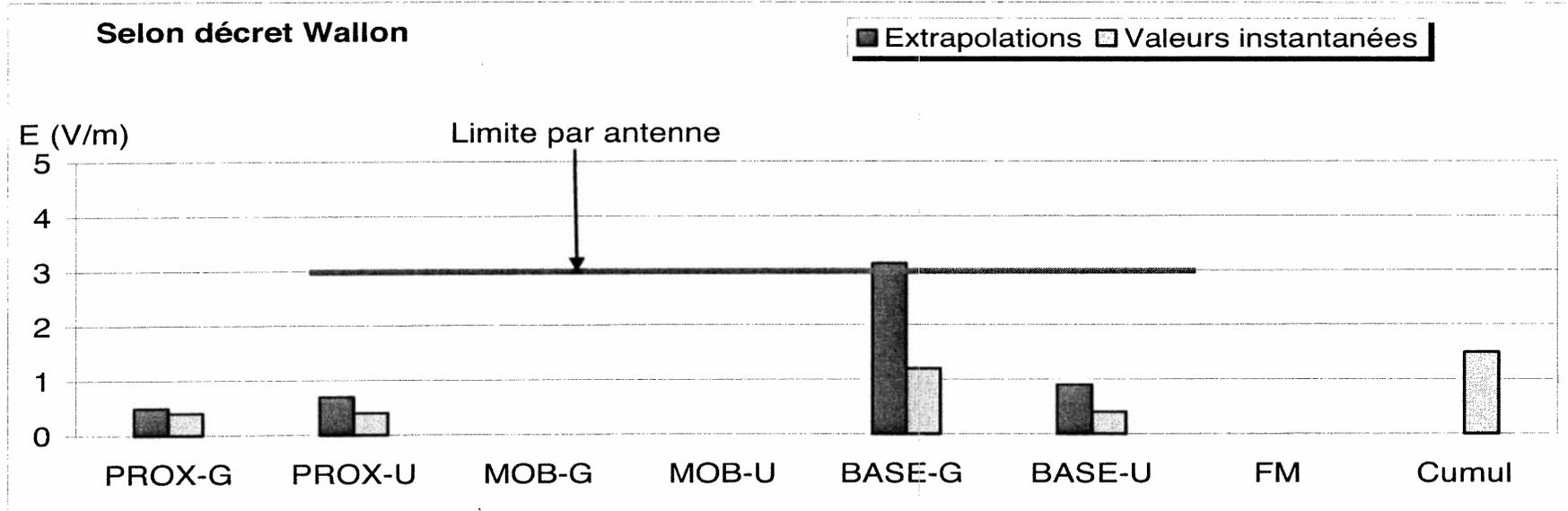
Remarques :

- l'installation BASE respecte l'arrêté d'application de la RBC du fait que le champ était faible au moment de la mesure. Rien ne permet d'affirmer que c'est toujours le cas;
- Le cumul respecte de justesse l'ordonnance de la RBC. Il est probable qu'elle soit dépassée par moment.



2^e exemple de dépassement en Wallonie (1)

site comprenant Proximus GSM + UMTS et BASE GSM + UMTS



2^e exemple de dépassement en Wallonie (2)

	PROXIMUS	BASE
Extrapolation « instantané »	UMTS : 0,7 V/m 0,4 V/m	GSM : 3,1 V/m 1,2 V/m
Total selon RBC	1,3 V/m	
Décret wallon (3 V/m par ant.) :	Respecté	Dépassé
Ord. RBC (Total ≤3 V/m équiv. 900 MHz):	<u>Respectée</u>	
Arr. app. (1,5 V/m équiv. 900 MHz par op.)	Respecté	Respecté

Bilan des « non conformités »: 1 selon décret W, 0 selon ord. RBC, 0 selon arrêté RBC

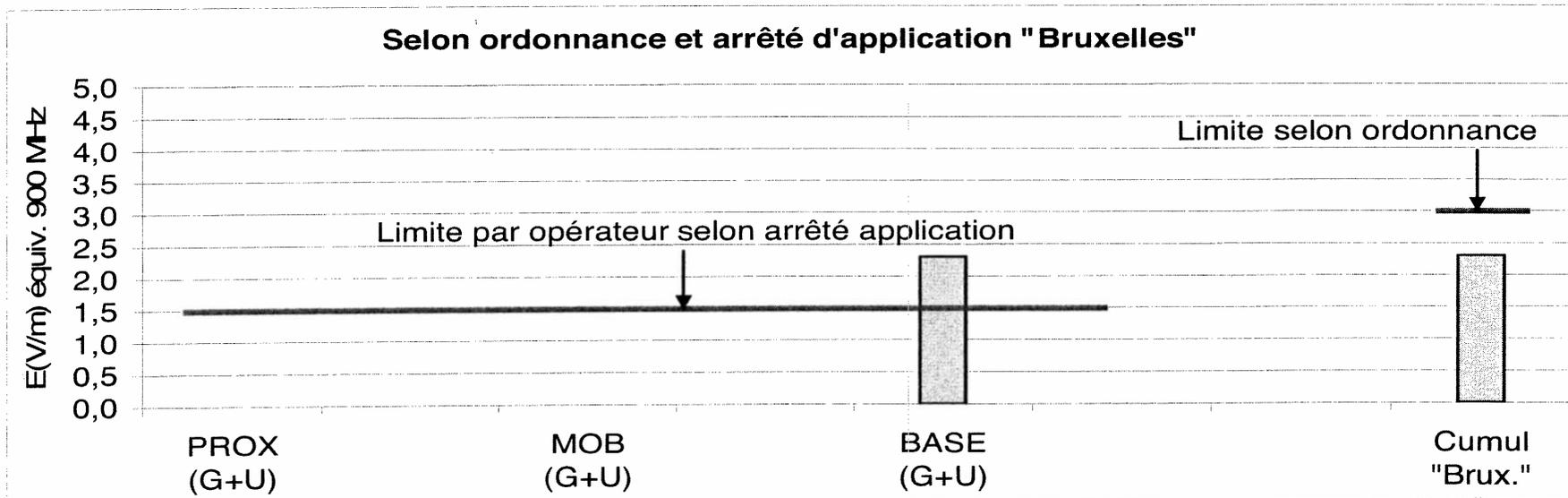
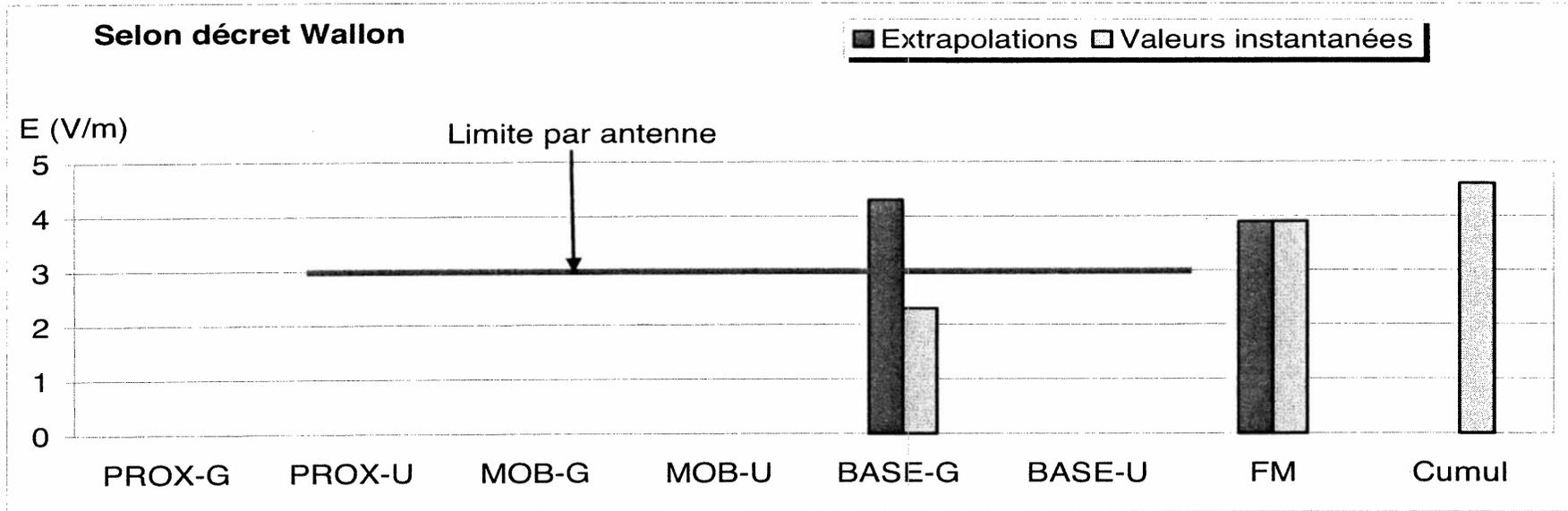
Remarques :

- l'installation BASE respecte l'arrêté d'application de la RBC du fait que le champ était faible au moment de la mesure. Rien ne permet d'affirmer que c'est toujours le cas;



3^e exemple de dépassement en Wallonie

site comprenant BASE GSM + UMTS et FM



Examen des 20 installations en dépassement ./ . législation RBC

Dépassements selon décret wallon (3 V/m par antenne)	Ordonnance RBC (cumul ≤ 3 V/m équiv. 900 MHz)	Arrêté d'application RBC (opérateur $\leq 1,5$ V/m équiv. 900 MHz)
1 installation	respectée	respecté car faible lors de la mesure
2 installations	cumul > limite à cause d'une autre installation *	respecté car faible lors de la mesure
14 installations	respectée	dépassé
1 installation	dépassée	dépassé
2 installations *	cumul > limite	dépassé

Conclusions: 4 ou 5 lieux de séjour où cumul > 3 V/m « équiv. 900 MHz » déterminés selon ord. RBC (effet des unités). Trois installations sont concernées.

Nuance: Nettement plus si trottoirs étaient pris en compte en raison des microcells.

Parmi les 20 installations à modifier au regard du décret RW, 17 seraient à modifier selon l'arrêté application de la RBC.



Examen des 20 installations en dépassement ./ . législation RBC

L'ordonnance de la RBC est moins sévère que le décret wallon en raison des différences de méthode de mesure.

Le champ moyen étant égal +/- 60% du champ maximum (entre 40 et 80%),

3 V/m « extrapolés RW » ne donnent à Bruxelles que :

➤ **1,8 V/m à 900 MHz** (60% de 3 V/m)

➤ **1,25 V/m « équivalent 900 MHz » au-dessus de 2 GHz** pour le 3G (1,8 x 0,7)

Ne pas conclure que l'arrêté d'application est moins sévère que le décret wallon.

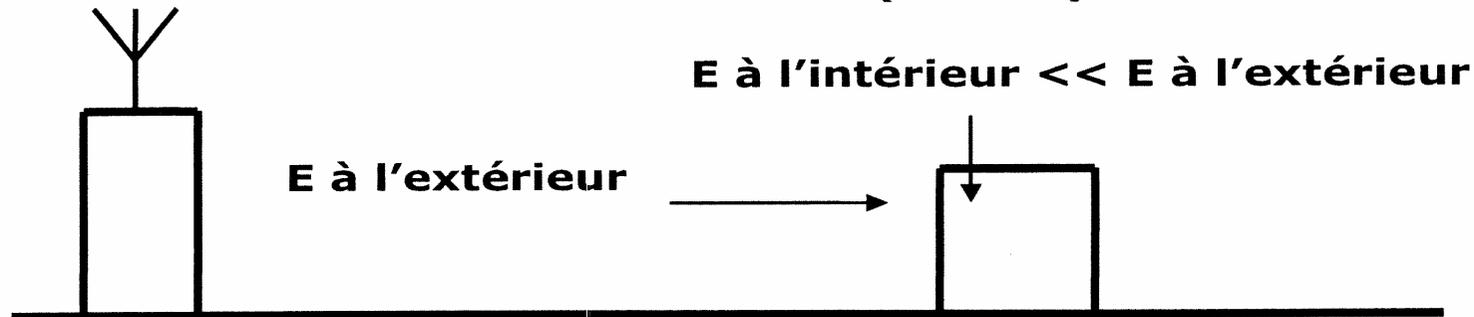
Ex.: 2.8 V/m « extrapolés RW » respectent le décret wallon. Ils correspondent, en valeur moyenne, à environ 1,7 V/m, càd > 1,5 V/m ⇒ arrêté d'application non respecté. La conclusion quant au respect dépend du trafic lors de la prise de mesure.

De nombreuses installations produisent > 1,5 V/m en au moins un point de la zone accessible au public ⇒ **L'impact de l'arrêté d'application est bien plus important que celui de l'ordonnance.**

Une difficulté supplémentaire résulte de l'incertitude liée aux résultats des simulations.



Les simulations (calculs)



- Champ à l'intérieur << l'extérieur grâce à l'enveloppe du bâtiment. Réduction difficile à évaluer et dépend de nombreux paramètres (taille et orientation des fenêtres, présence doubles vitrages, épaisseur des murs si pas de fenêtre).
 - la chute est au minimum de quelques dizaines de %;
 - souvent réduction par un facteur 2, 3, 4, ... si l'antenne n'est pas en vue directe des éléments rayonnants.
- Par prudence, les simulations sont effectuées sur base d'une atténuation d'enveloppe faible, ce qui conduit généralement à une surestimation (champ calculé > champ réel) et par conséquent à de « **faux dépassements** ». Si l'on prend en compte une atténuation plus élevée, on s'expose à de « mauvaises surprises »
- En RW: on considère qu'une fenêtre (même ouverte) réduit le champ de +/- 30% (c'est souvent plus, rarement moins)
- En RBC: Voir dia relatives aux simulations

Les simulations (extrait d'un exposé du CSTB)



Tableau récapitulatif pour la zone 1

	Zone 1 (lobe principal)
Données d'entrée	PIRE et gain de l'antenne Diagramme d'antenne et tilt
Données géométrie	Position
	Simplification de la géométrie (données disponibles + 2,5D)
Méthode	Prise en compte des matériaux
	Façades
	Zone "trajet direct" - visibilité
	Zone "trajets réfléchis" - visibilité ou non
	Zone "trajets diffractés" (H et V) - non visibilité
	Incertitude standard combinée
	Incertitude étendue 95%

Incertitude standard relative	
ui %	ui dB
3,8%	0,3
10,0%	0,8
5,0%	0,4
10,0%	0,8
5,0%	0,4
5,0%	0,4
5,0%	0,4
	0,0
	0,0
17,7%	1,4
34,8%	2,6

Incertitude Zone 1 : 35%, 2.6 dB

La zone 1 sera la zone dimensionnant l'exposition



Les simulations (extrait d'un exposé du CSTB)



Tableau récapitulatif pour la zone 2

Zone 2 (réflexions prépondérantes)

Données d'entrée

PIRE ert gain de l'antenne
Diagramme d'antenne et tilt électrique
Position et tilt mécanique

Données géométrie

Simplification de la géométrie (données disponibles + 2,5D)
Prise en compte des matériaux
Façades

Méthode

Zone "trajet direct" - visibilité
Zone "trajets réfléchis" - visibilité ou non
Zone "trajets diffractés" (H et V) - non visibilité

Incertitude standard combinée

Incertitude étendue 95%

Incertitude standard relative	
ul %	ul dB
3,8%	0,3
10,0%	0,8
5,0%	0,4
27,0%	2,1
12,0%	1,0
50,0%	3,5
	0,0
40,0%	2,9
	0,0
71,5%	4,7
140,1%	7,6

Incertitude Zone 2 : 140%, 7.6 dB

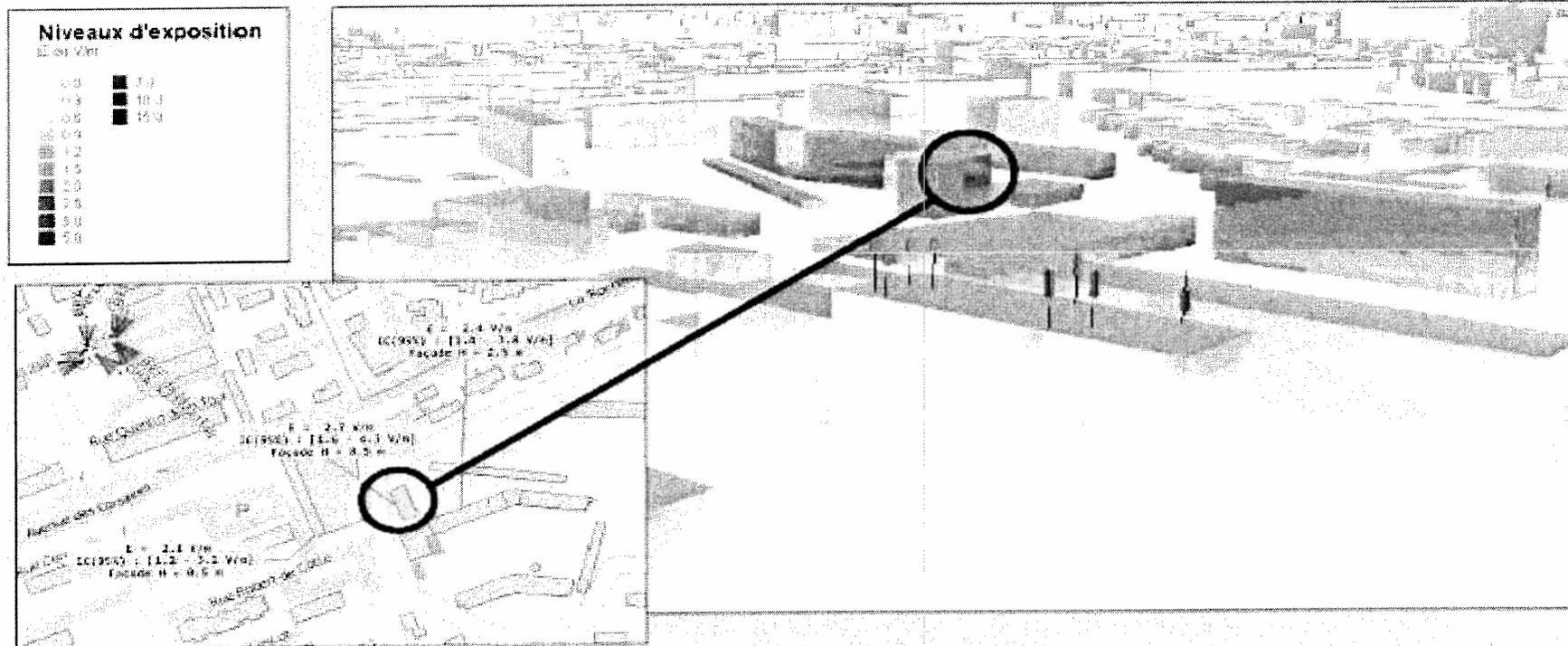
L'incertitude est plus forte mais les niveaux sont au moins plus de 10 dB inférieurs à la zone 1



Simulations du CSTB (extrait d'un exposé COMOP) (1)

La Rochelle - Exposition extérieure en façades - PPE

PPE - Points à l'extérieur en façades, de niveaux d'exposition maximum



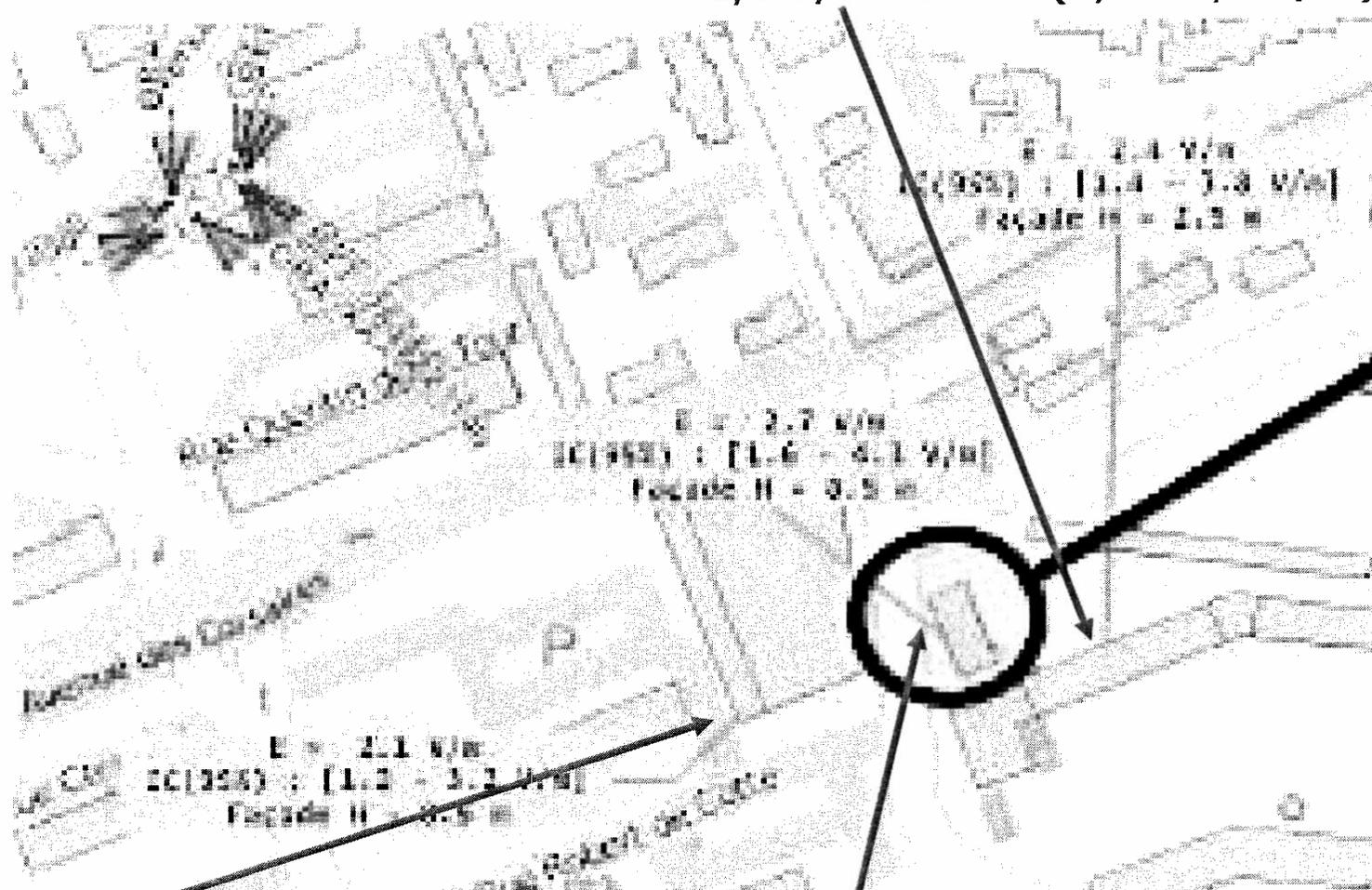
Valeurs limites d'exposition
 GSM 900 41 V/m
 GSM 1800 58 V/m
 UMTS 62 V/m

Calcul à puissance maximale théorique
 Niveaux cumulés : GSM 900, 800 et UMTS

IC(95%) : incertitudes données avec un intervalle de confiance à 95%

Simulations du CSTB (extrait d'un exposé COMOP) (2)

$E = 2,4 \text{ V/m IC95\% (1,4 - 3,8 V/m)}$



$E = 2,1 \text{ V/m IC95\% (1,2 - 3,2 V/m)}$

$E = 2,7 \text{ V/m IC95\% (1,6 - 4,3 V/m)}$

IC95% : intervalle de confiance à 95% (càd que la valeur réelle a 95% de chance d'être effectivement dans cet intervalle)



Conclusions (1)

Si l'on exclut les μ cells, le décret wallon garantit une exposition plus faible que l'ordon. RBC, mais plus simple à appliquer et avec moins d'antennes.

<u>Explications:</u>	<u>Wallonie</u>	<u>RBC</u>	<u>« Avantage »</u>
Valeur du champ	extrapolation au trafic maximum	au moment de la mesure	↓ 40%
Les V/m	indépendants de la fréquence	V/m équiv. 900 MHz	↓ 30% pour le 3G 3 V/m «wallons» =1.25 V/m «RBC»
Cumul 2G + 3G	3 V/m pour chacun	3G faible actuellement. Son augment sera largement compensée par baisse du 2 G	
Cumul des différents opérateurs	impact faible car les maxima se produisent très rarement au même endroit du fait que les antennes sont très directives		
Zones concernées	lieux de séjour	zones accessibles au public <u>Sans conséquence car on n'atteint jamais 3 V/m au sol sauf :</u> - pour les μ cell: très peu subsisteront en RBC - pour les balcons: exclus en Wallonie, mais la RBC leur applique une atténuation « d'obstacle » - les antennes FM (mais la RBC les a exclues).	



Conclusions (2)

Ordonnance RBC : les solutions insatisfaisantes et les questions non résolues

La difficulté n'est pas de respecter la limite de 3 V/m « équivalent 900 MHz » (en valeur instantanée), mais bien de le démontrer.

Les simulations surestiment si l'on est trop prudent ou fournissent des résultats non fiables si l'on applique des atténuations d'enveloppe plus élevées. En outre, elles reposent sur des données invérifiables (puissance, tilts, gain, diagrammes de rayonnement, atténuation enveloppe ...).

Le logiciel de simulation imposé par la RBC (via un arrêté) est inadéquat pour calculer des intensités de 3 V/m (ordonnance) et 1,5 V/m (arrêté d'application).

La Wallonie ne dispose pas d'une base de données 3D équivalente à URBIS.

Les mesures in situ sont beaucoup plus fiables (pour autant qu'elles soient réalisées par des personnes formées disposant des appareillages adéquats), mais coûteuses et ne sont possibles que si les antennes sont en service.



Conclusions (3)

Ordonnance RBC : les solutions insatisfaisantes et les questions non résolues

Le 2nd problème est **le partage** des 3 V/m. L'arrêté d'exécution de la RBC attribue 1,5 V/m à chaque opérateur. Beaucoup d'antennes dépassent cette limite en au moins 1 point, a fortiori lorsqu'on se base sur des simulations.

Exemple: cumul des champs de 2 installations (opérateurs différents) en 2 points

	Opérateur 1	Opérateur 2	Cumul
Point A	2,5 V/m	0,5 V/m	2,55 V/m
Point B	1 V/m	2,7 V/m	2,9 V/m
Réduction puissance (si pas d'autre possibilité)	↓ 64%	↓ 72%	$\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

Cet arrêté conduira à une augmentation du nombre d'antennes même lorsque le cumul est < 3 V/m. **Il n'y a malheureusement aucune solution satisfaisante.**

La RBC n'a pas encore abordé les autres sources de rayonnements visées par l'ordonnance. Le quota de 1,5 V/m (voire même 3 V/m) dans la zone accessible au public sera très probablement insuffisant pour certaines applications.

Rappel: Ordonnance de la RBC votée en mars 2007.