

## ELEKTRISCHE EN MAGNETISCHE VELDEN VAN PLC DIE DOOR SMARTMETERS WORDEN GEGENEREERD

Willy PIRARD  
[w.pirard@issep.be](mailto:w.pirard@issep.be)

Benjamin VATOVEZ  
[b.vatovez@issep.be](mailto:b.vatovez@issep.be)

Paul BERNARD  
[p.bernard@issep.be](mailto:p.bernard@issep.be)

Amélie JACQUES  
[a.jacques@issep.be](mailto:a.jacques@issep.be)

Institut scientifique de Service publique (ISSeP)



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

1

## inhoud

- Principe van gegevensoverdracht via "draagstromen".
- Resultaten van metingen van het elektrisch veld (E) en het magnetisch veld (H) als gevolg van de draagstromen
  - Deze resultaten hebben betrekking op die elementen van het netwerk met de hoogste draagstromen en die het dichtst bij de mens staan → deze die waarschijnlijk de hoogste blootstelling kunnen produceren
- Vergelijking met de referentieniveaus van de aanbeveling 1999/519/EG
- Vergelijking met niveaus die worden geproduceerd door andere bronnen die op dezelfde of vergelijkbare frequenties werken



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

2

## Context van de studie

De resultaten die hier worden gepresenteerd, werden verkregen in het kader van een studie die door het bedrijf ORES werd besteld in antwoord op een vereiste van het CWAPE om metingen van de elektrische en magnetische velden die door smartmeters worden gegenereerd door een door het Waalse gewest goedgekeurd organisme te laten uitvoeren.

*CWAPE (Waalse Commissie voor Energie) is de officiële regulator van de Waalse markten voor elektriciteit en gas.*



## Inleiding

Communicerende meters (of « slimme meters » of « smart meters ») geven verbruiksgegevens door aan de beheerder van het elektriciteitsdistributiesysteem

### 2 types transmissie:

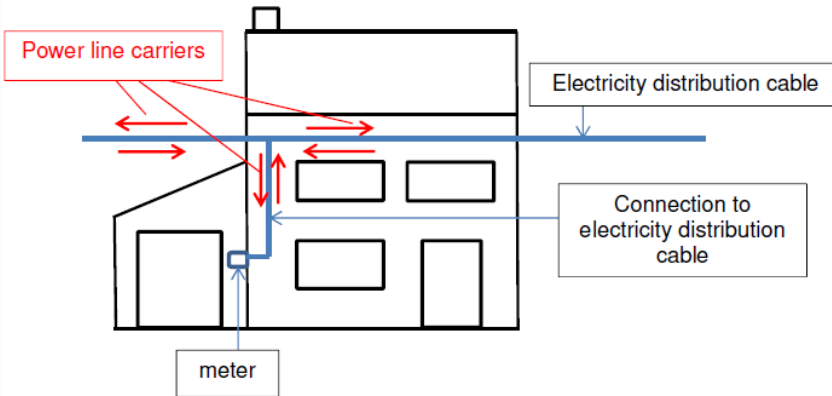
- Via radiogolven (mobiel telefoonnetwerk, Wi-Fi, VHF-verbinding,...) – komt in deze presentatie niet aan bod
- via het elektriciteitsnet met behulp van de "Power Line Carrier" techniek (kortweg CPL of PLC).

De in de presentatie besproken transmissie werkt volgens de G3-PLC norm.



## Principe van de transmissie via draagstromen

Bestaat uit het zenden via het 50 Hz elektriciteitsdistributienetwerk van signalen bij andere frequenties



Dit principe wordt al heel lang gebruikt om meters van "dagtarief" naar "nachttarief" om te schakelen, en omgekeerd.



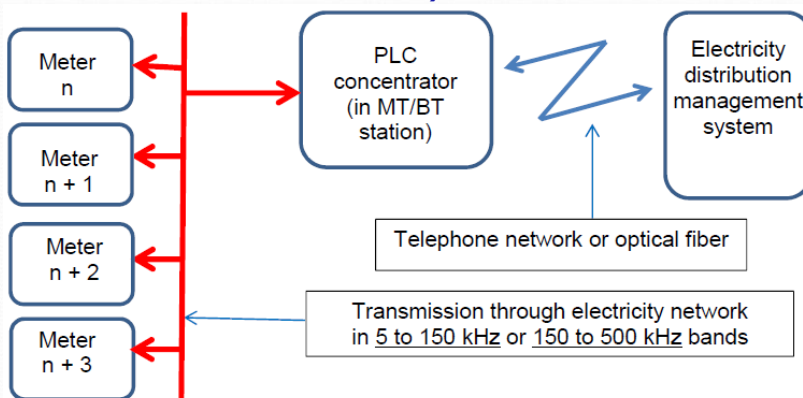
Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

5

## Lezen van de tellers door draagstromen

De gegevens van de meters worden gelezen door een concentrator die zich in principe in de MT / BT cabine bevindt die dit deel van het netwerk voedt.

Transmissie tussen meters en concentratoren volgens de G3-PLC norm tussen 5 en 150 kHz (CENELEC-band) of tussen 150 en 500 kHz (FCC-band).



6

## Frequentiebanden gebruikt voor de overdracht via draagstromen tussen meters en concentrator

De band tussen 5 et 150 kHz wordt de « CENELEC band » genoemd  
De band tussen 150 et 500 kHz wordt de « FCC » band genoemd

De G3-PLC norm laat het gebruik toe van een deel van deze banden die als volgt worden gedefinieerd:

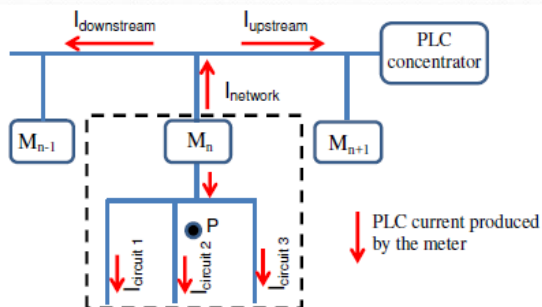
- **CENELEC-A**                    **tussen 35,9375 kHz en 90,625 kHz**
- **FCC-2**                            **tussen 150 kHz en 478,125 kHz**

De voorgestelde resultaten hebben betrekking op meters die in deze beide bandbreedten functioneren



## Problemanalyse(1)

Het zijn de geleiders die door de draagstromen worden getransformeerd die een H veld (en eventueel E veld) produceren. De meter produceert bijna niets. De draagstromen die door de meter worden geproduceerd (en de concentrator) worden (stroomopwaarts en stroomafwaarts) verdeeld in het distributienetwerk, evenals in de verschillende circuits van de elektrische installatie van het gebouw.

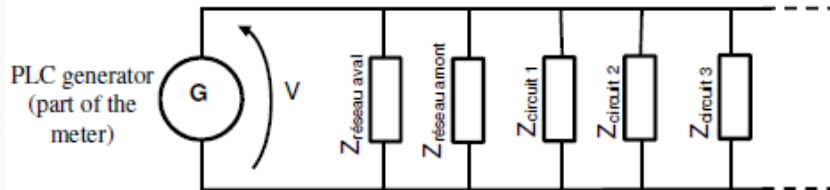


Veld H (of E) op een punt P = vector som van de velden H (of E) die door de verschillende takken worden geproduceerd.



## Problemanalyse (2)

Gelijkwaardig diagram van de op de klemmen van de generator aangesloten belastingen



De intensiteit van de draagstromen in de verschillende takken (stroomopwaarts en stroomafwaarts, de verschillende circuits van de installatie) zijn omgekeerd evenredig met de overeenkomstige impedanties.

De impedanties van het distributienetwerk (stroomopwaarts en stroomafwaarts) zijn  $\ll$  dan deze van de verschillende circuits van het gebouw  $\Rightarrow$  Het is in de kabels, tussen meter en netwerk dat de draagstromen het hoogst zijn.



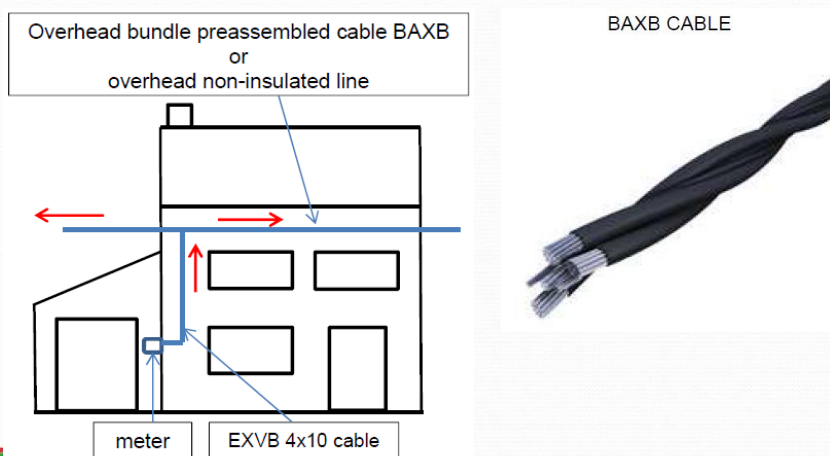
Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

9

## Problemanalyse (3)

Het magnetische veld is het hoogst rondom de kabels:

- distributienetwerk
- tussen netspanning en meter (geïsoleerde kabel)



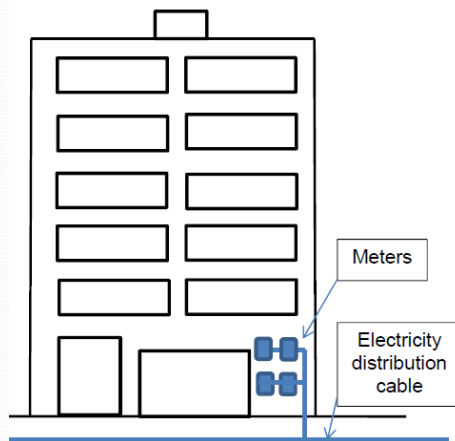
Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

10



## Problemanalyse (4)

Het magnetisch veld is het hoogst rond de distributienetwerkkabel en deze die hem aan de meter verbindt.



## Referentieniveaus van de aanbeveling 1999/519/CE tussen 5 et 500 kHz

### Bewezen effecten tussen 5 en 500 kHz:

- E- en H-velden (tussen 1 Hz en 10 MHz) induceren elektrische stromen in levende weefsels die stimulatie van de sensorische organen en stimulatie van zenuwen en spieren kunnen veroorzaken.
- E. M. velden tussen 100 kHz en 300 GHz kunnen een temperatuurstijging in de weefsels veroorzaken.

### Referentieniveaus voor permanente blootstelling van het totale lichaam

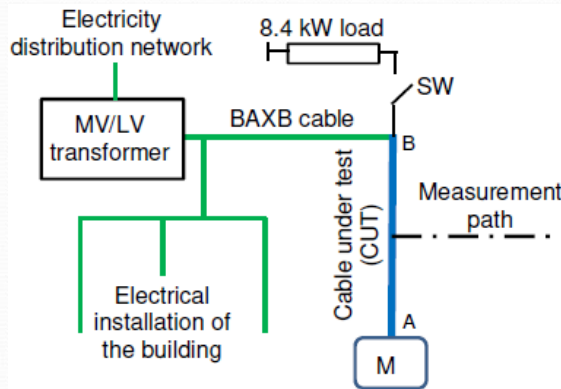
Communication standard (frequencies)	Electric field (V/m)	Magnetic field (A/m)
CENELEC (5 – 150 kHz)	87	5
FCC (150 – 500 kHz)	87	$730/f$ (with $f$ in kHz) Varies between 4,9 A/m at 150 kHz and 1,5 A/m à 500 kHz



## Meetconfiguratie

E et H gemeten langs een traject van  $\approx 10\text{m}$  loodrecht op een lengte van  $\approx 8\text{m}$  :

- van een geïsoleerde gevlochten kabel van het BAXB type
- van een geïsoleerde kabel van type EXVB 4 x 10
- van een luchtlijn bestaande uit naakte draden
- verbonden met de meter en aan de installatie van het gebouw dat door een MV / LV transformator wordt aangedreven



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

13

## Meetconfiguratie (2)

Metingen uitgevoerd tussen nov. 2015 en feb. 2016 in een hall van het opleidingscentrum van ORES te Marche-en-Famenne



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

14

## Tellers gebruikt voor metingen

Volgens de G3-PLC norm

- Band CENELEC-A: teller SAGEMCOM (model CX1000-6)
- Band FCC-2 : geen volledige tellers beschikbaar tijdens de metingen. Tests uitgevoerd op een modem 'FCC van MAXIM INTEGRATED' Ref. G3-PLC MAC/PHY Powerline Transceiver, model MAX2992EVKIT

## Apparatuur voor veldmetingen

Selective Radiation Meter NARDA de type SRM-3006 (fréq.: 9 kHz à 6 GHz)

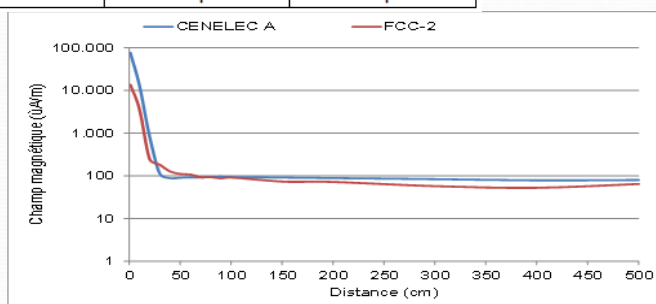
- Voor het magnetische veld :  
triaxiale NARDA type P/N 3581/02 – Fréq. : 9 kHz à 250 MHz
- Voor het elektrische veld:  
uniaxiale NARDA type BN 3531/04 – Fréq. : 9 kHz à 300 MHz



## Resultaten: H veld rondom een BAXB kabel

Distance	CENELEC-A	FCC-2
Ref. Lev. Rec. 1999/519/CE	5 000 000 $\mu\text{A/m}$	1 500 000 $\mu\text{A/m}$
Probe against cable	$\cong 77\ 000\ \mu\text{A/m}$	$\cong 23\ 000\ \mu\text{A/m}$
10 cm	$\cong 22\ 000\ \mu\text{A/m}$	$\cong 3900\ \mu\text{A/m}$
100 cm	$\cong 100\ \mu\text{A/m}$	$\cong 100\ \mu\text{A/m}$

$$\begin{aligned} 1\ \text{A/m} &= 1.25\ \mu\text{T} \\ 1\ \text{mA/m} &= 1.25\ \text{nT} \\ 1\ \mu\text{A/m} &= 1.25\ \text{pT} \end{aligned}$$



- N.B:** - De resultaten zijn gelijkaardig rond een EXVB 4 x 10 kabel  
- Het door een gedraaide kabel geproduceerde E-veld is nagenoeg niet detecteerbaar

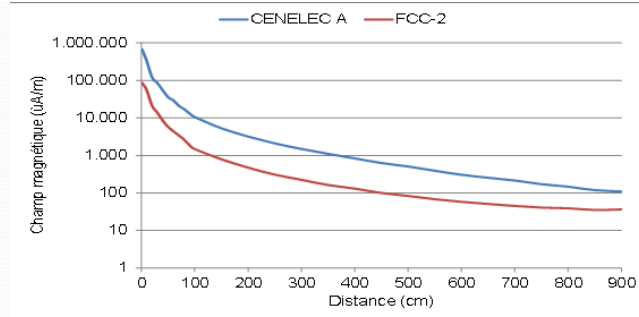




## Resultaten: H veld rond een luchtlijn

Distance	CENELEC-A	FCC-2
Ref. Lev. Rec. 1999/519/CE	5 000 000 $\mu\text{A/m}$	1 500 000 $\mu\text{A/m}$
Against cable	$\cong 680\,000\ \mu\text{A/m}$	$\cong 87\,000\ \mu\text{A/m}$
10 cm	$\cong 330\,000\ \mu\text{A/m}$	$\cong 56\,000\ \mu\text{A/m}$
100 cm	$\cong 10\,500\ \mu\text{A/m}$	$\cong 1,500\ \mu\text{A/m}$
200 cm	$\cong 3200\ \mu\text{A/m}$	$\cong 480\ \mu\text{A/m}$

$1\ \text{A/m} = 1.25\ \mu\text{T}$   
 $1\ \text{mA/m} = 1.25\ \text{nT}$   
 $1\ \mu\text{A/m} = 1.25\ \text{pT}$



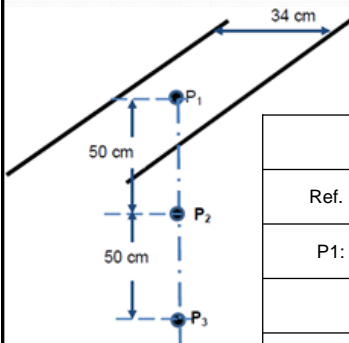
**Opmerking:** Luchtlijnen worden zeldzaam (worden vervangen door gedraaide en geïsoleerde kabels)



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

17

## Resultaten: E veld opgewekt door een luchtlijn



	CENELEC A	FCC-2
Ref. Lev. Rec. 1999/519/CE	87 V/m	87 V/m
P1: between 2 conductors	3,5 V/m	2,5 V/m
P2: 50 cm below	0,4 V/m	0,25 V/m
P3: 1 m below	0,06 V/m	0,09 V/m

**Conclusie:** Te verwaarlozen E-veld, zelfs op zeer korte afstand van de leiders die de bovenleiding vormen.



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

18

## Dagelijkse Transmissie Tijden

Sommige meters werken in de "herhaal" modus, dat wil zeggen dat ze de signalen versterken die te ver van de concentrator zijn.

De dagelijkse transmissietijd is afhankelijk van:

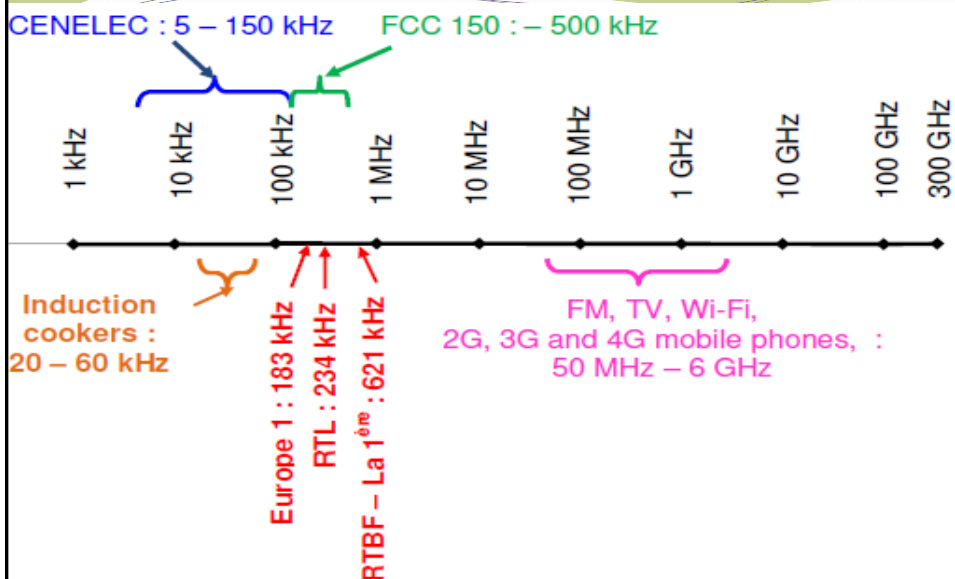
- Het dagelijkse volume van de gegevens;
- Het aantal lezingen van de meter per dag;
- De transmissie snelheid.

werkingsmodus	Transmissietijd*
teller	van $\cong 4$ s à $\cong 4$ minuten per dag
relais	Van $\cong 1$ à $\cong 30$ minuten per dag

\* schattingen die zijn afgeleid van door ORES verstrekte gegevens en als indicatie gelden omdat zij in aanzienlijke mate afhankelijk zijn van door de exploitant vastgestelde parameters.



## Andere blootstellingen aan dezelfde frequenties (1)



## Andere blootstellingen aan dezelfde frequenties (2)

### Radiouitzendingen (middengolven)

Pyloon RTBF in Waver voor uitzendingen La 1<sup>ère</sup> (621 kHz)

Pyloon aan de basis gevoed als Antenne gebruikt

hoogte: 245 m

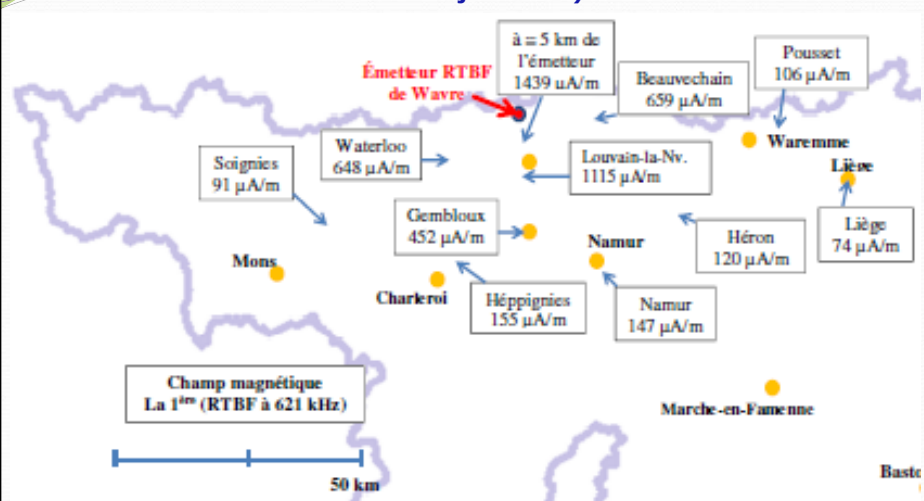
vermogen: verschillende honderden kW

In gebruikname in de jaren 50

Werd ook door de VRT gebruikt (540 kHz) tot een tiental jaren geleden



## Andere blootstellingen aan dezelfde frequenties (3) Magnetisch veld in Wallonië geproduceerd door een pyloon v.d. RTBF (La 1<sup>ère</sup> bij 621 kHz)



**N.B:** Metingen buiten in 2016 uitgevoerd



## Andere blootstellingen aan dezelfde frequenties (4)

### Lange golf radiouitzendingen

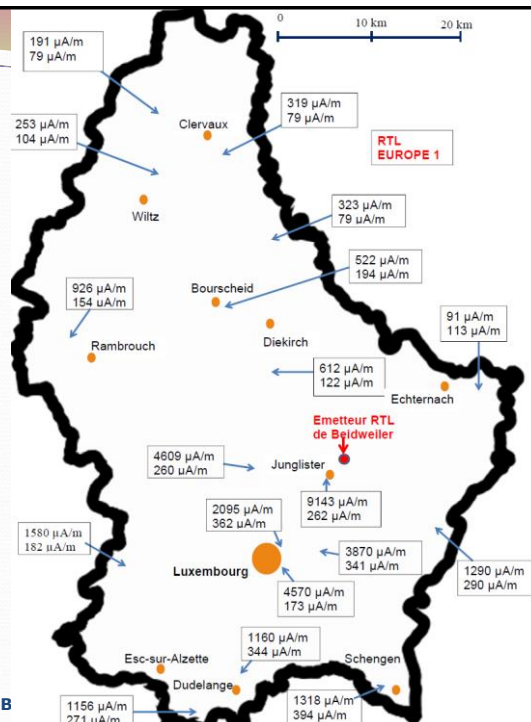
Magnetisch veld in het Groot Hertogdom Luxemburg geproduceerd door:

- RTL (234 kHz) zender te Beidweiler Vermogen 1500 kW
- EUROPE 1 (183 kHz) zender te überhem (D) Vermogen 1500 kW

N.B: Metingen buiten in 2016 uitgevoerd

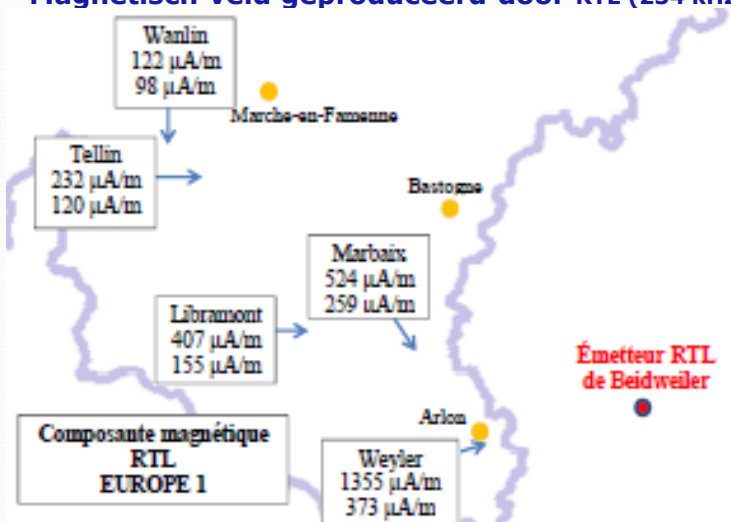


Workshop BBEMG – B



## Andere blootstellingen aan dezelfde frequenties (5)

### Magnetisch veld geproduceerd door RTL (234 kHz)



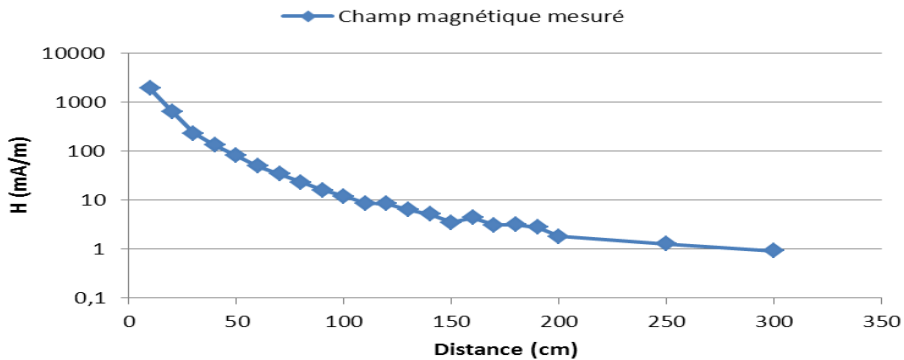
N.B: Metingen buiten in 2016 uitgevoerd



24

## Andere blootstellingen aan dezelfde frequenties (6) Inductieoven

**Magnetisch veld (in mA/m) opgewekt door een inductieoven van BOSCH  
(frequentie : 40 kHz) in functie van de afstand**



**Maximum = 2 A/m op 10 cm te vergelijken met 5 A/m die het referentieniveau is van de aanbeveling 1999/519/CE**



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

25

## Besluiten

### Betreffende gedraaide (en geïsoleerde) kabels:

- E is nagenoeg niet detecteerbaar
- H op 1 m van de kabel van het distributienetwerk of van deze die hem aan de teller verbindt  $\approx 100 \mu\text{A/m}$ , t.t.z. 50.000 keer(CENELEC-A) of 15.000 keer(FCC-2) onder het referentieniveau van de aanbeveling 1999/519/CE.

Dit is van dezelfde grootteorde dan wat op vele tientallen (zelfs > 100) km van lange- of middengolf radiozenders wordt waargenomen en waarvan sommige sinds meer dan 80 jaar 24h/24 uitzenden.

### Betreffende luchtlijnen (vrij zeldzaam geworden):

- $E < 0,1 \text{ V/m}$  op 1 m van de geleiders
- H op 2 m van een geleider van het distributienetwerk is  $\approx 3000 \mu\text{A/m}$  (CENELEC-A) en  $500 \mu\text{A/m}$  (FCC-2), t.t.z. ongeveer 1700 en 3000 keer sous onder het referentieniveau van de aanbeveling 1999/519/CE.

Dit is van dezelfde grootteorde dan wat in een straal van enkele kilometers rond de middengolf zender van Waver of Luxemburg stad wordt waargenomen.

Deze besluiten zijn in overeenstemming met deze die in het Anses (F) rapport van dec. 2016 werden geformuleerd:

« Exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les 'compteurs communicants' »



Workshop BBEMG – Bruxelles, 22 septembre 2017

26