

# Représentativité du DAS constructeur dans l'exposition moyenne des utilisateurs de téléphones mobiles GSM/DCS

Luce Fouquet (1), Stéphane Galdeano (1), Marie-Laure Gibergues (1), Dominique Picard (2), Sébastien Chauvin (1), Jean-Philippe Desreumaux (1),

(1) Bouygues Telecom, Direction fréquences et protection, 20 Quai du Point du jour, 92640 Boulogne-Billancourt

(2) Supélec, Département Electromagnétisme, 3 rue Joliot Curie, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex



## Contexte 1/3

- Dispositif réglementaire et normatif fixe à 2W/kg au plus le DASmax 10g des téléphones portables mis sur le marché EU
- Directive R&TTE, Recommandation européenne 1999/519/CE
- Code des Postes et Communications Electroniques
  - Décret du 8 octobre 2003
  - Arrêtés du 8 octobre 2003 (DAS dans les notices)
- Norme harmonisée: NF-EN 62209-1

## Contexte 2/3

- Le DASmax sur 10g est une valeur de conformité et maximalisante,
- L'exposition en situation réelle dépend:
  - De la personne (tête, main, ...) } DASmax 10g (laboratoire)
  - Du téléphone (forme, puissance max, ...) }
  - Du bilan de liaison téléphone - station de base
    - Réseau et matériel } Contrôle de puissance (in situ)
    - Mobilité (Handover, ...)
    - Appel (densité d'impulsions, ...)

*Indicateur [Exposition réelle] = DASmax10g x F(contrôle de puissance)*

## Contexte 3/3

- Questions des utilisateurs:

- *Quelle est mon exposition moyenne ?*

- *Y a t-il des téléphones « plus efficaces » que d'autres ?*

- 16 janvier 2001<sup>(1)</sup>, repris par AFSSE en 2003<sup>(2)</sup>

*« Lors des conversations téléphoniques, l'utilisateur devrait pouvoir prendre connaissance par l'écran de son appareil, de la puissance émise, exprimée de manière simple (par exemple en % de la puissance maximale de l'appareil, et moyennée sur la durée de la dernière communication téléphonique). Cette faculté aurait un effet pédagogique, en montrant à l'utilisateur que l'usage du téléphone dans des conditions de médiocre réception accroît sensiblement le rayonnement reçu. »*

(1) LES TELEPHONES MOBILES, LEURS STATIONS DE BASE ET LA SANTE, Etat des connaissances et recommandations, rapport au Directeur Général de la Santé  
16 janvier 2001

(2) Avis de l'AFSSE sur la téléphonie mobile Saisine n° 1/2002 16 avril 2003

# Objectifs 1/1

- Quelle est l'exposition de l'utilisateur « moyen » sur un réseau de téléphonie mobile ?
- Quelle est la représentativité du DASmax10g sur l'exposition moyenne des utilisateurs ?
- 2G, appel voix.



# Matériels et méthodes 1/3

- Etudes déjà réalisées:

- Exponent <sup>(1)</sup> - Motorola <sup>(2)</sup> - Téléphones modifiés (SMP)
- Orange Lab <sup>(3)</sup> - mobiles à trace (2G)
- Karolinska Institut <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup> - Telia- Système de supervision réseau
- Orange Lab (3G)- ITIS - système embarqué

(1) L.S.Erdreich et al. *Radiat.Research.* 168, 253-261 (2007)

(2) J. J. Morrissey et al. 10.1093/rpd/ncl547 (2007)

(3) J. Wiart et al. *IEEE Trans. Electromag. Compatibility* 42, 376-385 (2000)

(4) S. Lönn et al. *Occup. Environ. Med.* 61, 769-772 (2004)

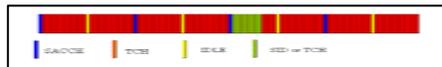
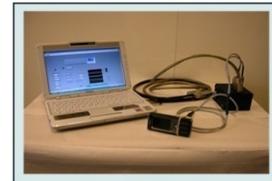
(5) L. Hillert et al. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 16, 507-514 (2006)



Source: Orange Lab

# Matériels et méthodes 2/3

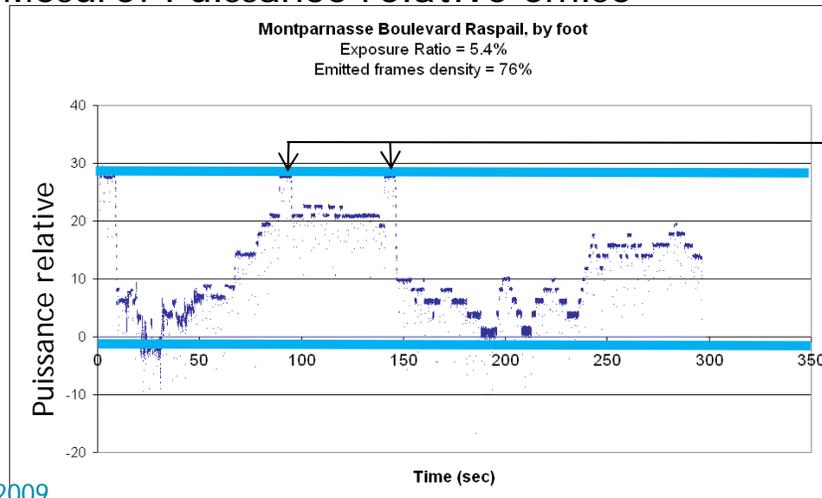
- Equipement de mesures « temps réel »
  - « Indépendant » des fabricants de téléphones
  - Adaptable à n'importe quel téléphone
  - Evolutif (2G, 3G, WiFi 2,5GHz, WiFi 5GHz)
  - Auto-calibration (changement de fréquences, ...)
  - Dynamique 70dB
  - Sonde non perturbatrice
  - 217 mesures / sec



| Time (sec) | Relative Power | Presence of a pulse |
|------------|----------------|---------------------|
| 21,4682    | 0,04930174     | 1                   |
| 21,472815  | 0,048061721    | 1                   |
| 21,47743   | 0,046857372    | 1                   |
| 21,482045  | 0              | 0                   |
| 21,48666   | 0              | 0                   |
| 21,491275  | 0              | 0                   |

# Matériels et méthodes 3/3

- Validation: Emulateur de station de base, comparaison avec mobile à traces
- Concrètement
  - Appels vers serveur vocal
  - Haut-parleur: Conversation enregistrée -(répétabilité)
  - Mesure: Puissance relative émise



handover

Dynamique:  
30dB



# Résultats 1/5

## PREMIERE PHASE

Quelle est la puissance moyenne du téléphone de « l'utilisateur moyen » sur un réseau de téléphonie mobile 2G voix ?

- Un des téléphones les plus répandus en France (2000 - 2003)
- 116 mesures de 6 minutes, représentant l'usage typique (étude d'usage)

| catégorie                           | usage (%) | nombre de mesures | puissance moyenne (%) | Écart type (%) |
|-------------------------------------|-----------|-------------------|-----------------------|----------------|
| Au travail                          | 21        | 11                | 32,7                  | 19,00          |
| Au restaurant                       | 4         | 8                 | 27,95                 | 19,00          |
| A domicile                          | 51        | 11                | 44,85                 | 18,56          |
| places publiques                    | 2         | 10                | 27,23                 | 16,73          |
| Dans des magasins                   | 2         | 4                 | 44,73                 | 13,29          |
| Dans la rue                         | 9         | 32                | 23,76                 | 16,18          |
| En transport                        | 2         | 23                | 46,46                 | 12,84          |
| En voiture                          | 9         | 17                | 29,01                 | 13,40          |
| <b>puissance moyenne pondérée :</b> |           |                   | <b>37,71 %</b>        |                |

# Résultats 2/5

## PREMIERE PHASE

### Comparaisons

|        | Puissance moyenne (%) | Différence |             | Puissance moyenne (%) | Différence (%)   |
|--------|-----------------------|------------|-------------|-----------------------|--|
| Rural  | 34,20                 | 41,50%     | Outdoor     | 22,4                  | $\Delta(\text{outdoor} - \text{indoor}) = 38,9\%$      |
| Urbain | 20,00                 |            | Indoor      | 36,6                  | $\Delta(\text{outdoor} - \text{deep indoor}) = 26,8\%$ |
|        |                       |            | Deep indoor | 50                    | $\Delta(\text{deep indoor} - \text{outdoor}) = 55,3\%$ |

|                           | Puissance moyenne à pieds (%) | Puissance moyenne en voiture (%) | Différence (%) |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Paris - Champs Elysées    | 13,5                          | 23,4                             | 42,4           |
| Paris - St Michel         | 33,3                          | 47,8                             | 30,3           |
| Paris - Denfert Rochereau | 17,2                          | 37,9                             | 54,5           |
| Paris - Montparnasse      | 8,3                           | 15,4                             | 46,2           |

# Résultats 3/5

## SECONDE PHASE

- Quelle est la représentativité du DASmax10g sur l'exposition moyenne des utilisateurs (2G, voix) ?

Ou encore...

- La puissance moyenne relative dépend-elle du téléphone portable ?

→ 150 mesures de 6 minutes dans des lieux différents en Ile de France et principalement à Paris

- Domicile, transport en commun, voiture, TGV, lieux publics ( Tour Eiffel, café, rue), bureaux, souterrain
- En juin et juillet 2008
- Même protocole (personne, jour, déplacements...)
- 7 téléphones portables 2G (5 constructeurs).

# Résultats 4/5

- DAS et des niveaux de sensibilité très divers

| Téléphones |       | DCS 1800MHz |        |                  |        |               |        |         | GSM 900MHz  |        |                  |        |               |        |         | Note finale /10 |     |               |                  |
|------------|-------|-------------|--------|------------------|--------|---------------|--------|---------|-------------|--------|------------------|--------|---------------|--------|---------|-----------------|-----|---------------|------------------|
| Mobile     | DAS   | Sensibilité | Note/5 | TRP (ref 30 dBm) | Note/5 | Rxlevel Error | Note/5 | Note/10 | Sensibilité | Note/5 | TRP (ref 33 dBm) | Note/5 | Rxlevel Error | Note/5 | Note/10 | Sensibilité     | TRP | Rxlevel Error | Note globale /10 |
| 1          | 0,466 | -99,75      | 2      | 26,03            | 2      | -5,865        | 2      | 4       | -99,81      | 2      | 27,33            | 1      | -3,73         | 3      | 3,6     | 4               | 3   | 5             | 3                |
| 2          | 0,64  | -102,1      | 4      | 29,97            | 5      | -3,925        | 3      | 8,4     | -102,77     | 4      | 28,65            | 2      | -3,275        | 3      | 6       | 8               | 7   | 6             | 7                |
| 3          | 0,72  | -104,3      | 5      | 27,52            | 3      | -3,065        | 3      | 7,6     | -100,46     | 3      | 26,01            | 1      | -5,8          | 2      | 4       | 8               | 4   | 5             | 6                |
| 4          | 0,97  | -105,58     | 5      | 28,42            | 4      | -1,09         | 4      | 8,8     | -103,58     | 5      | 31,6             | 3      | -4,23         | 3      | 7,6     | 10              | 7   | 7             | 8                |
| 5          | 0,97  | -103,29     | 5      | 24,67            | 1      | -8            | 1      | 5,2     | -102,97     | 4      | 27,11            | 1      | -3,885        | 3      | 5,2     | 9               | 2   | 4             | 5                |
| 6          | 1,29  | -102,91     | 4      | 28,42            | 4      | -3,34         | 3      | 7,6     | -104,6      | 5      | 29,67            | 2      | -0,685        | 5      | 7,6     | 9               | 6   | 8             | 7,5              |
| 7          | 1,36  | -105,73     | 5      | 26,54            | 2      | -3,14         | 3      | 6,8     | -107,34     | 5      | 30,25            | 2      | -1,475        | 4      | 7,2     | 10              | 4   | 7             | 7                |

|           |
|-----------|
| meilleur  |
| moins bon |

- Résultat : Les puissances moyennes relatives sont très semblables

| téléphone           | puissance moyenne relative (%) | Indicateur d'exposition                       |
|---------------------|--------------------------------|---|
|                     |                                | DASmax10g (W/Kg)*puissance moyenne (%) (W/Kg) |
| 1                   | 45                             | 0,21  |
| 2                   | 36                             | 0,23  |
| 3                   | 36                             | 0,26  |
| 4                   | 33                             | 0,32  |
| 5                   | 46                             | 0,45  |
| 6                   | 35                             | 0,45  |
| 7                   | 44                             | 0,60  |
| <b>moyenne: 39%</b> |                                |   |

# Résultats 5/5

- Le téléphone ayant la meilleure sensibilité (dBm) a-t-il le plus faible indice d'exposition ? Non
- Le téléphone ayant la plus forte TRP (dBm) a-t-il le plus faible indice d'exposition ? Non
- Le téléphone ayant le meilleur RX Level error a-t-il le plus faible indice d'exposition ? Non
- Le téléphone ayant la meilleure note globale a-t-il le plus faible indice d'exposition ? Non

| téléphone | puissance moyenne relative (%) | DASmax10g (W/Kg)*puissance moyenne relative (%) (W/Kg) |
|-----------|--------------------------------|--|
| 1         | 45                             | 0,21   |
| 2         | 36                             | 0,23   |
| 3         | 36                             | 0,26   |
| 4         | 33                             | 0,32   |
| 5         | 46                             | 0,45   |
| 6         | 35                             | 0,45   |
| 7         | 44                             | 0,60   |



L'indice d'exposition le plus faible est obtenu par le téléphone au DASmax10g le plus faible  
 L'indice d'exposition le plus élevé est obtenu par le téléphone au DASmax10g le plus élevé

## Conclusions 1/1

- Dans le cadre de notre étude sur 7 téléphones, en appels voix 2G, sur un réseau mobile:
  - Les puissances moyennes relatives sont très semblables entre les téléphones,
  - Vis à vis de la réduction de l'exposition:
    - les critères classiques de sensibilité et de contrôle de puissance ne semblent pas être de bons indicateurs,
    - le DASmax10g (normatif) semble être pertinent,
  - Les téléphones à « DAS faible » induisent un indice d'exposition  $\text{DASmax10g} \times \text{Puissance Moyenne Relative}$  *faible*,
  - Du fait du faible nombre de téléphones, la généralisation est délicate
  - Résultats en phase avec les autres résultats portants sur les mobiles 2G