

Étude d'un dosimètre portatif pour les études épidémiologiques

Matthieu LE HENAFF(), Hervé LATTARD(*), Yann TOUTAIN(*),
Christian PERSON(**), Riwal LEFORT(**), Michel RESIBOIS(**)*

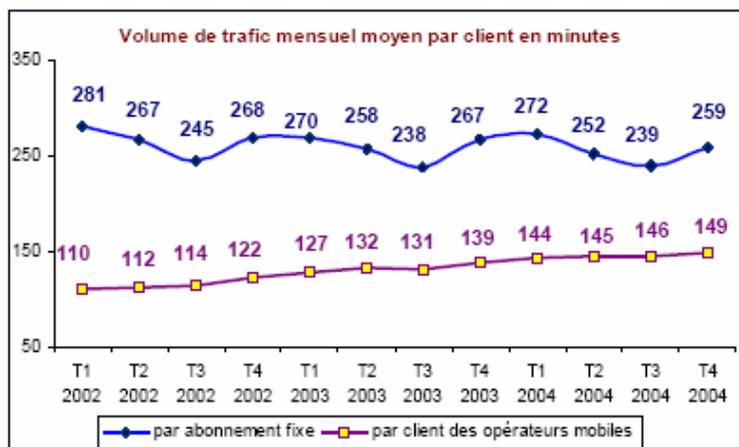
SATIMO(*)
*SATIMO Bretagne
Bât. Le Ponant
29280 Plouzané - FRANCE*

GET/ENST Bretagne()**
*Technopôle Brest Iroise
CS 83818
29323 Brest cedex 03 - FRANCE*

SOMMAIRE

- Contexte
- Projet RADIO
- Études et résultats
- Conclusions
- Perspectives

CONTEXTE



- Télécommunication et Réseaux cellulaires : 1 technologie qui s'est imposée rapidement
 - ✓ + d'1 milliard d'utilisateur dans le monde
 - ✓ 2 français sur trois équipés
 - ✓ 42000 stations de base en France



- Normes européennes fixant les niveaux d'émissions
- Études épidémiologiques nécessitant des moyens d'investigation fiables pour répondre aux préoccupations de la population

CONTEXTE

• Le dosimètre épidémiologique EME Spy 120



Bandes de fréquence	
FM	88 MHz → 108 MHz
TV3	174 MHz → 223 MHz
TETRA	380MHz → 400MHz
TV4&5	470 MHz → 830 MHz
E-GSM Tx	880 MHz → 915 MHz
E-GSM Rx	925 MHz → 960 MHz
DCS Tx	1710 MHz → 1785 MHz
DCS Rx	1805 MHz → 1880 MHz
DECT	1880 MHz → 1900MHz
UMTS Tx	1920 MHz → 1980 MHz
UMTS Rx	2110 MHz → 2170 MHz
WIFI	2400 MHz → 2500 MHz

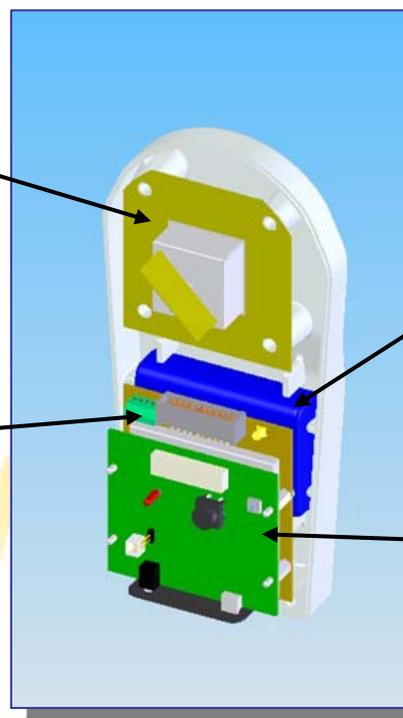
Limite de détection basse	0,05 V/m
Limite de détection haute	5 V/m

Sonde tri-axe
isotrope

Récepteur
hyperfréquence

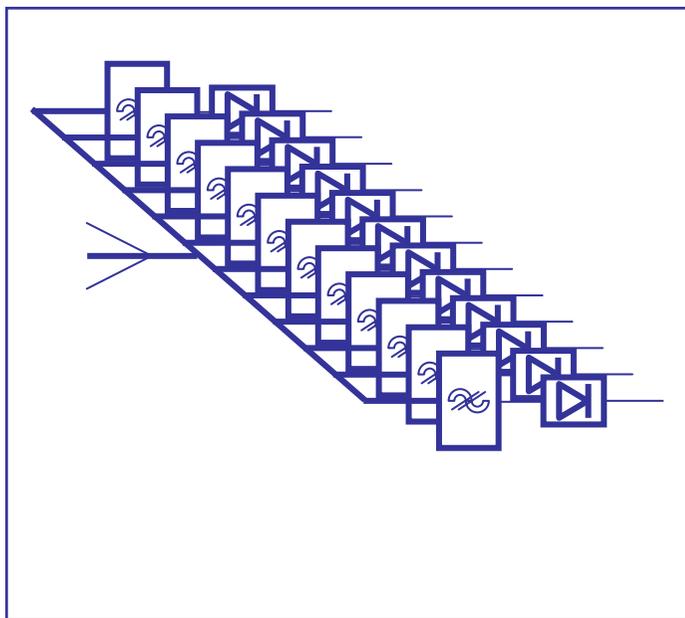
Batteries

Carte de
traitement
numérique

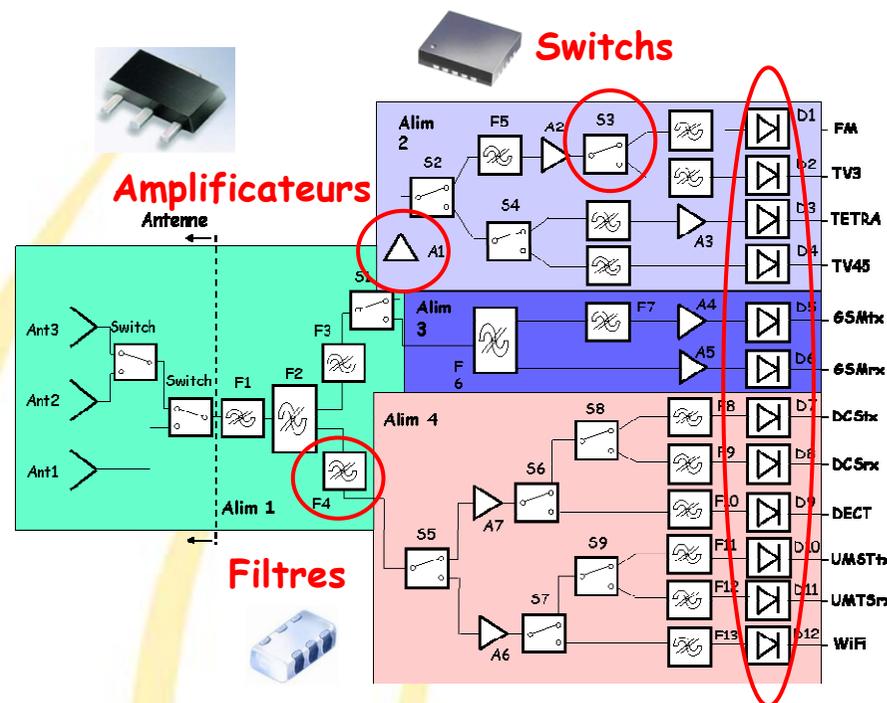


CONTEXTE

- Le dosimètre épidémiologique EME Spy 120



Récepteur hyperfréquence



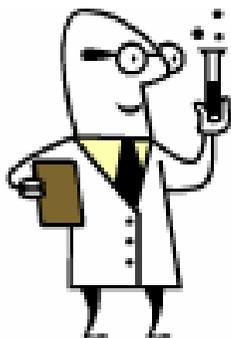
Amplificateurs

Switchs

Filtres

Détecteurs

• Le dosimètre épidémiologique : tests et validation



- *Health Protection Agency report from Mr. Mann, Adison, Blackwell and Khalid (HPA-RPD-008): Personal Dosimetry of RF Radiation-Laboratory and Volunteer Trials of an RF Personal Exposure Meter (oct. 2005)*

http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/hpa_rpd_reports/index.htm

- *Report from Manfred Burger of the University of Vienna, (sept. 2005)*

<http://stud3.tuwien.ac.at/~e0225546/dosimeter.htm>

- *En Angleterre : Analysis of the dosimeter performance in line with an epidemiological study funded by MTHR (2004-2005)*
- *En France : Evaluation of RF general population exposure - a pilot study in France funded by AFSSE (2005-2006)*
- *En Autriche : International co-operation between ARCS (ITM & ITR), France Telecom R&D and the University of Bern*
- *Une journée de Travail a été organisée en Octobre 2005 : Joe Wiart, Simon Mann, Minouk Shoemaker, Patricia Mc Kinney, René de Séze, Elisabeth Cardis, Georg Neubauer, Georgy Thuroczy, Paolo Ravazanni ...*

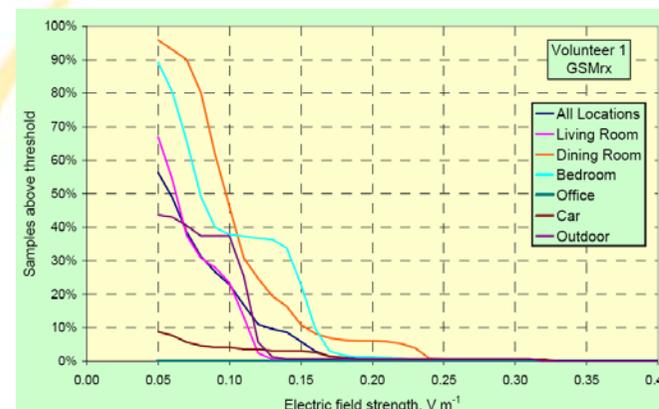
CONTEXTE

- Le dosimètre épidémiologique : améliorations préconisées

- Diminution de la taille



- Augmentation de la dynamique de mesure

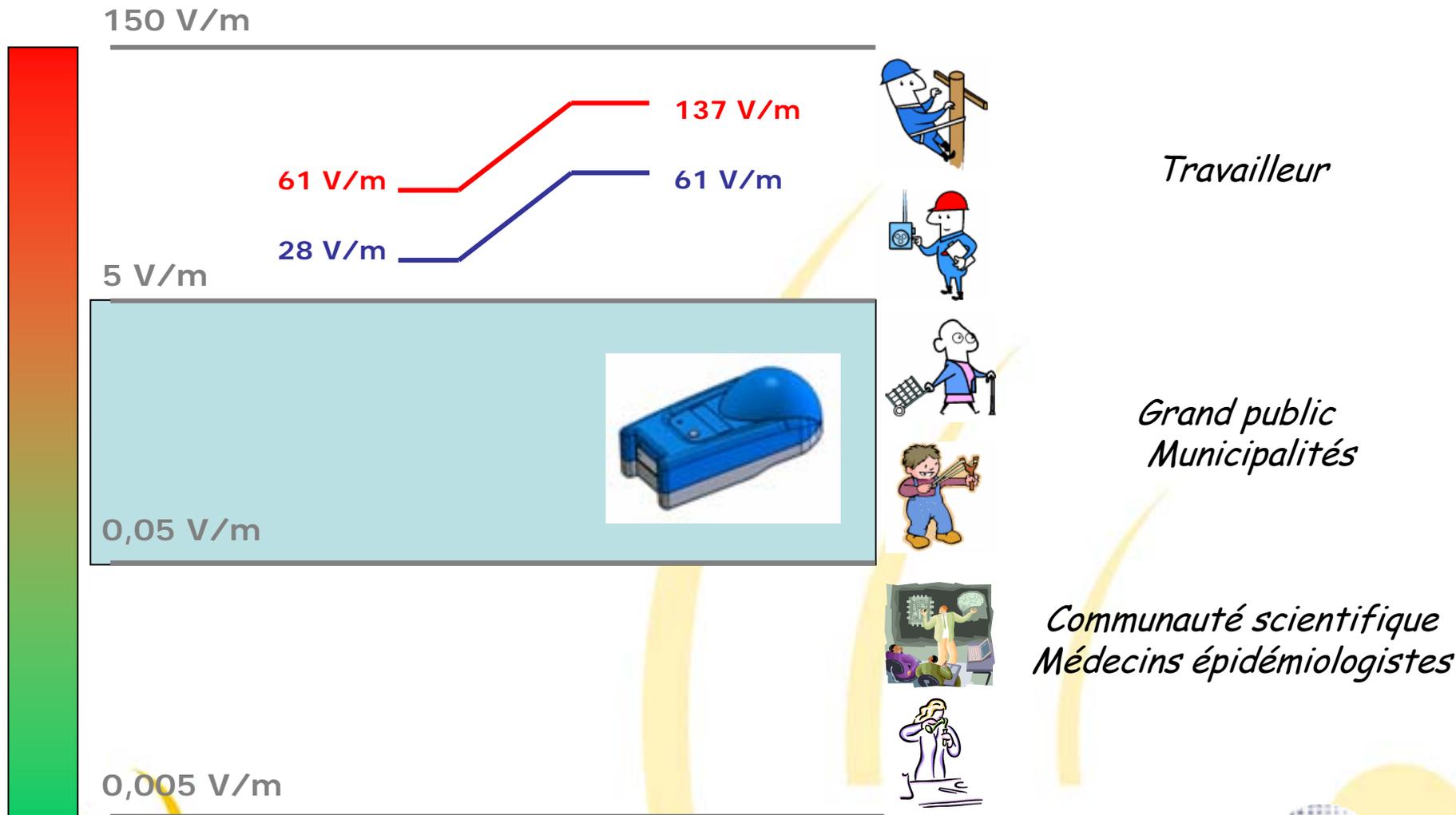


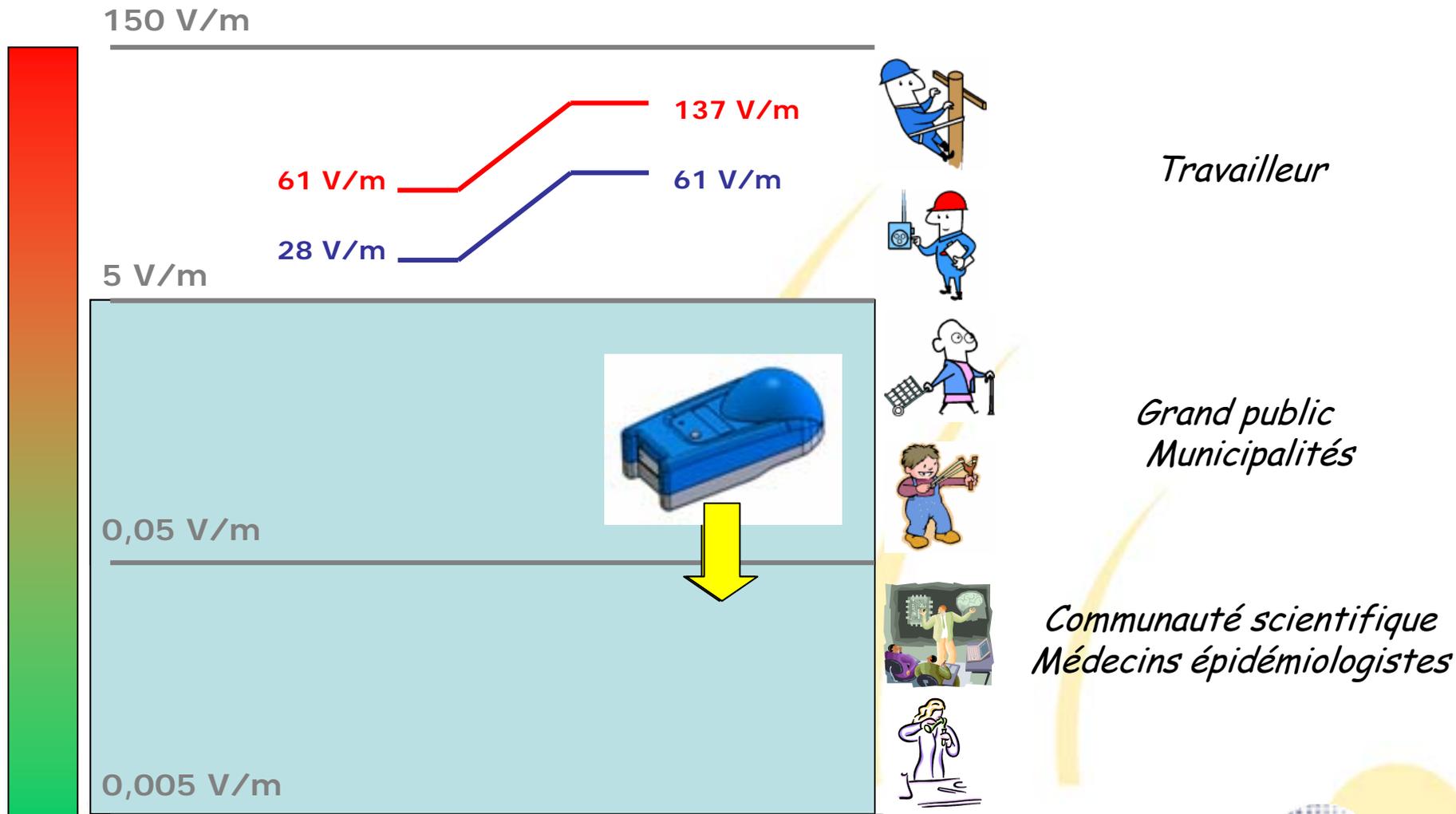
- Meilleure réponse aux signaux multiples & modulés

- Augmentation du nombre de bande de fréquences mesurées : DECT, TETRA, WLAN, **WIMAX HIPERLAN**

PROJET RADIO

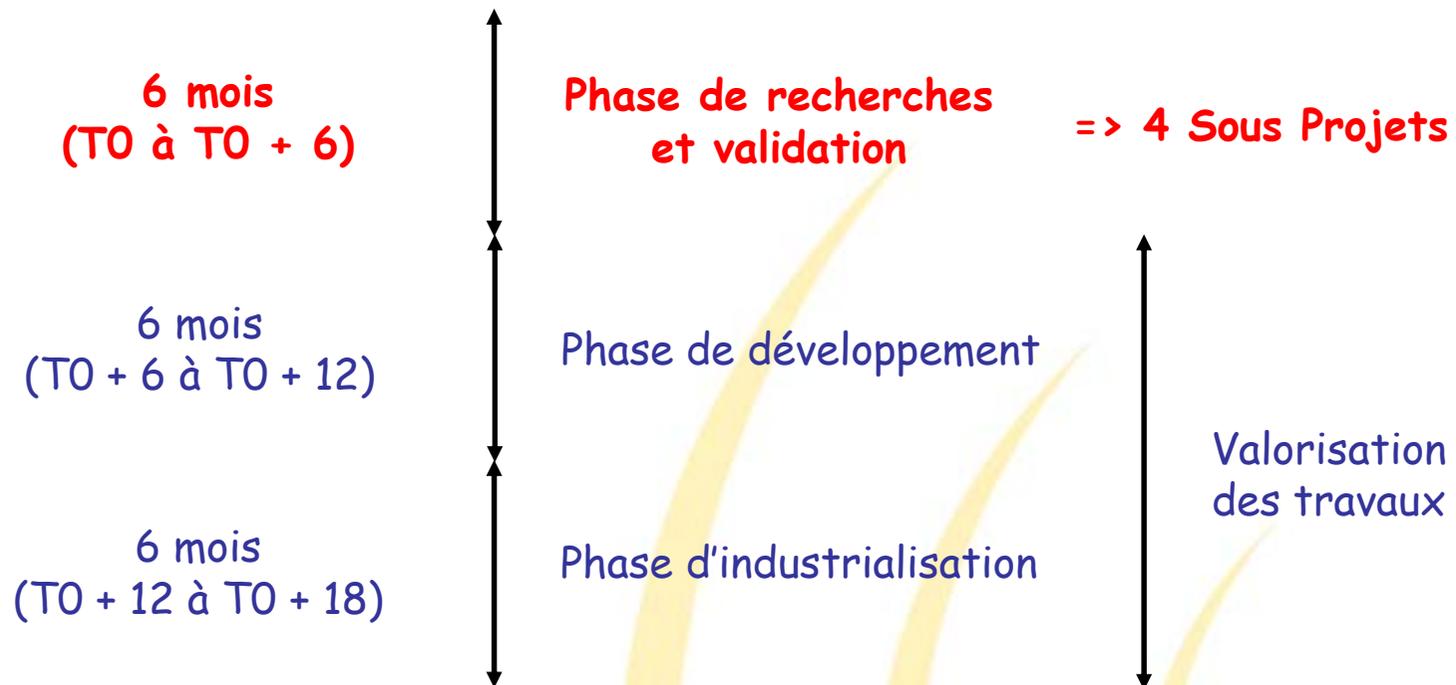
- **RADIO** : Recherche Approfondie sur le développement d'un Dosimètre Individuel Optimisé.
- La finalité du projet est d'obtenir un appareil de mesures permettant de disposer de méthodes d'évaluation des doses de radiofréquences reçues par les sujets les plus fiables possibles.
- L'objectif du projet RADIO est d'apporter les améliorations demandées par la communauté scientifique au dosimètre actuel (EME Spy 120) :
 - ✓ Diminuer la taille du dosimètre
 - ✓ Augmenter la dynamique de mesure
 - ✓ Obtenir une meilleure réponse aux signaux modulés et multiples
 - ✓ Monter en fréquence





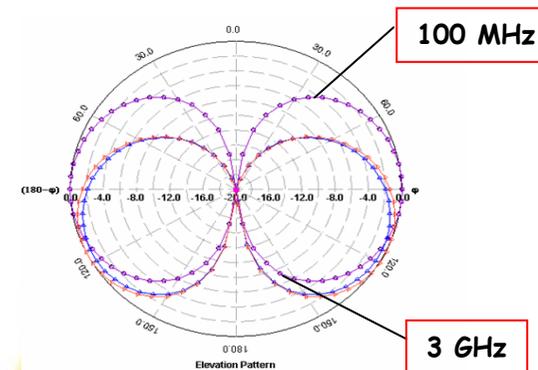
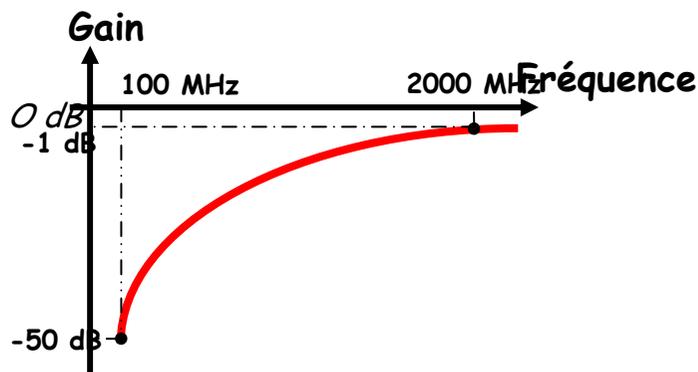
PROJET RADIO

- Durée du projet RADIO : 12 mois de R&D et 6 mois d'industrialisation (T0 = avril 2007).



MONTEE EN FREQUENCE DU CAPTEUR

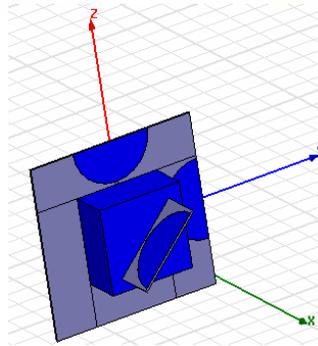
- Objectif : 2,5 GHz \Rightarrow 6 GHz (Wimax, Wifi 802.11,...)
- Problématique : difficulté d'obtention d'une sonde large bande (80 MHz - 6 GHz) isotrope permettant de mesurer les niveaux de champ avec une sensibilité suffisante



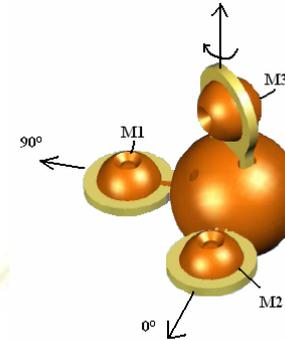
Plage de fonctionnement limitée en Haute Fréquence par l'isotropie de la sonde et en Basse Fréquence par son gain.

MONTEE EN FREQUENCE DU CAPTEUR

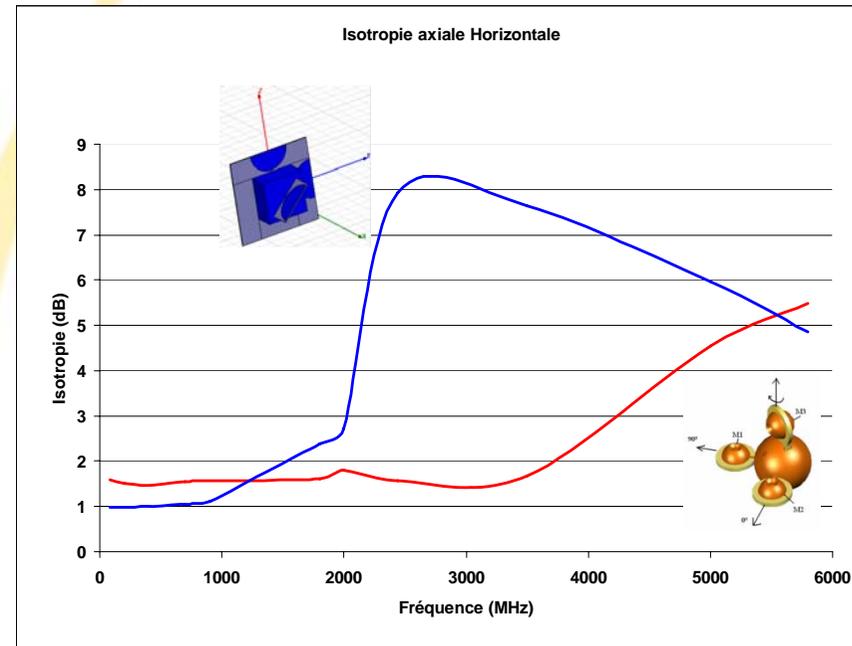
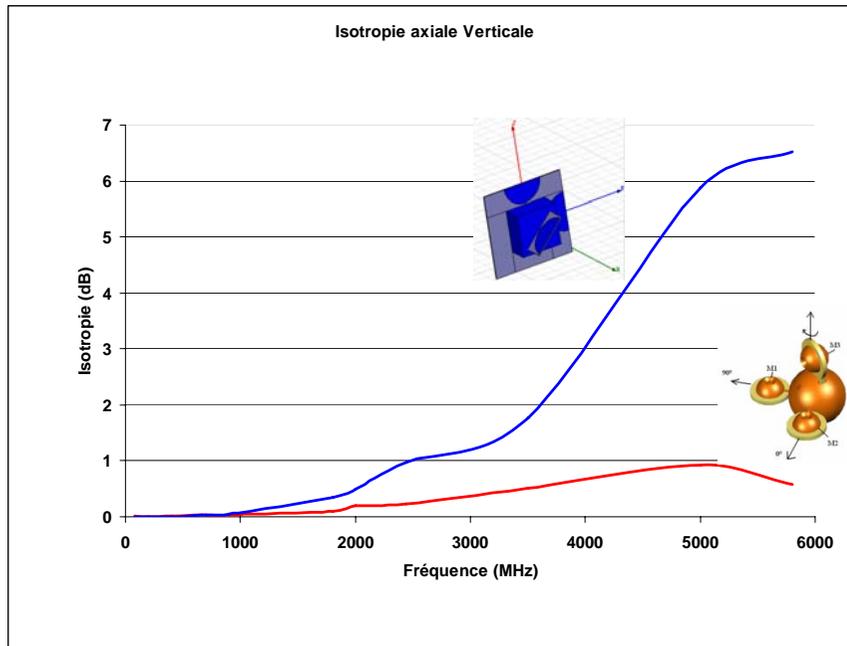
Plage de fonctionnement :
80 MHz - 2,5 GHz



Comparaison par
simulations

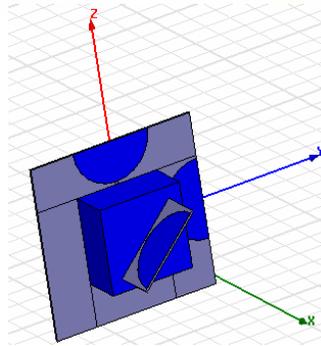


Plage de fonctionnement :
2 - 6 GHz

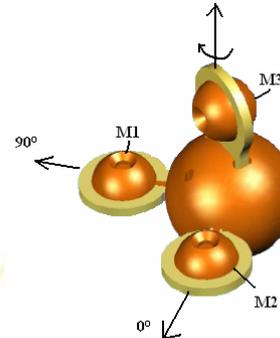


MONTEE EN FREQUENCE DU CAPTEUR

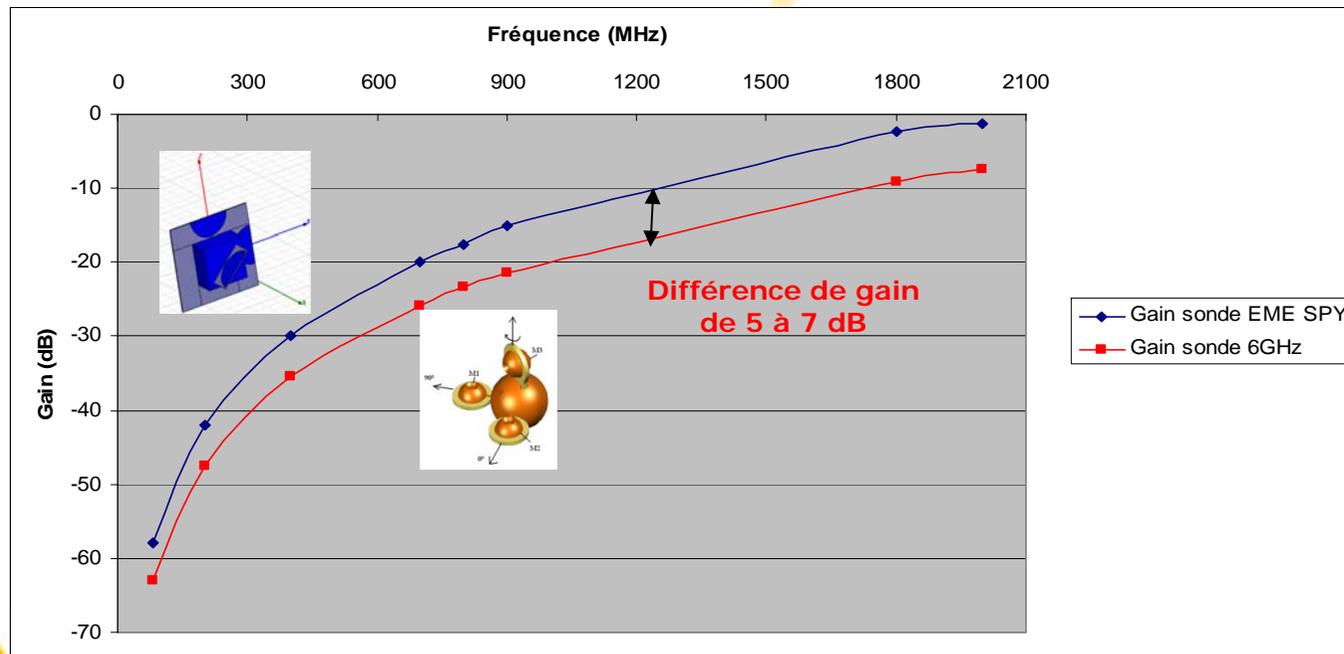
Plage de fonctionnement :
80 MHz - 2,5 GHz



Comparaison par
simulations



Plage de fonctionnement :
2 - 6 GHz



AMELIORATION DE LA REPONSE AUX SIGNAUX MODULES ET MULTIPLES

- Objectifs :

- ✓ Étudier le comportement de composants ou/et sous-ensembles RF vis-à-vis de signaux modulés
- ✓ Étudier le comportement de composants ou/et sous-ensembles RF vis-à-vis de signaux multiples

- Études réalisées :

- ✓ Étude & Recherche de nouveaux composants de détection : 2 familles
Détecteur **Logarithmique** / Détecteur **RMS**
- ✓ Analyse des situations d'exposition aux signaux modulés
- ✓ Analyse des situations d'exposition « multiples »

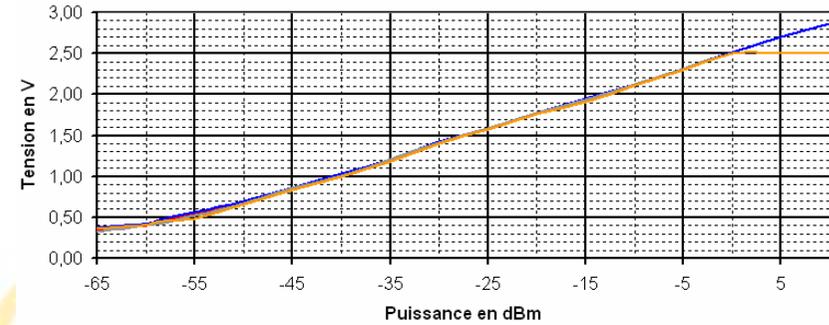
AMELIORATION DE LA REPONSE AUX SIGNAUX MODULES

GSM Tx 895 MHz

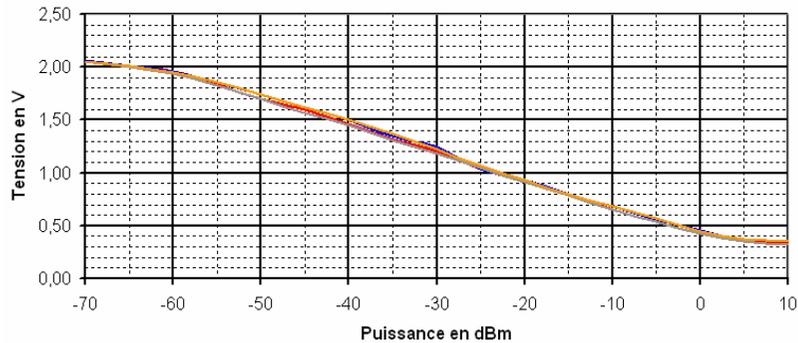


Modulation GSM/EDGE

GSM Tx 895 MHz

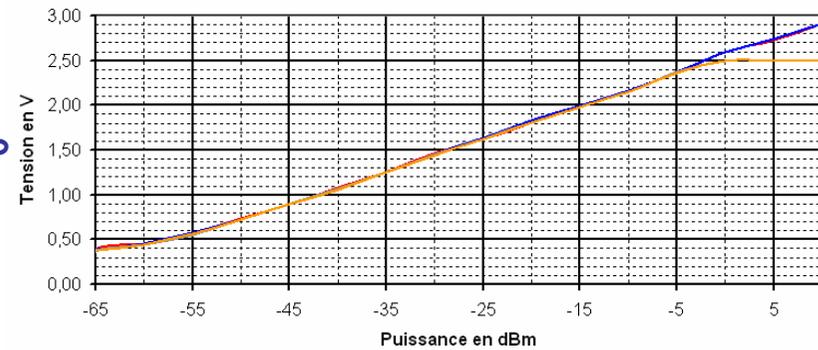


UMTS Tx 1950 MHz



Modulation WCDMA/3GPP

UMTS Tx 1950 MHz



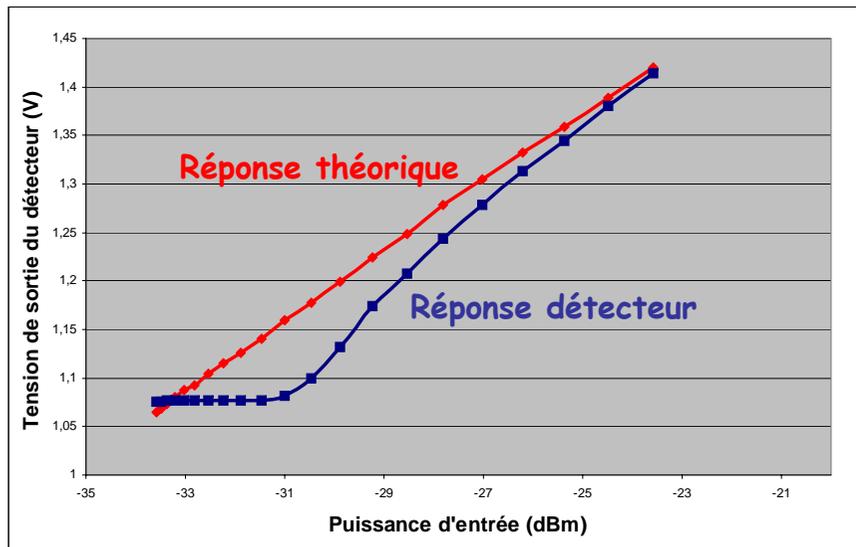
Détecteur Logarithmique

Détecteur RMS

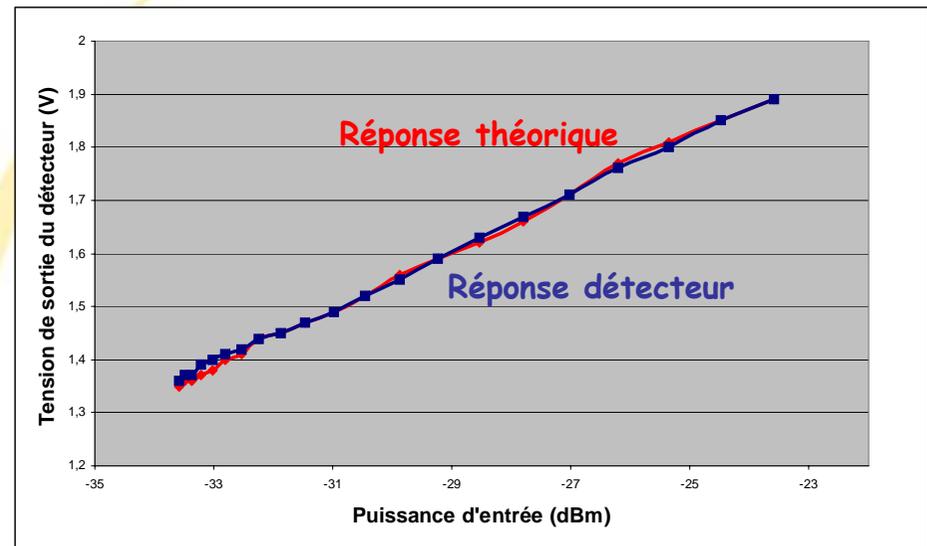
AMELIORATION DE LA REPONSE AUX SIGNAUX MULTIPLES

- Réponse signaux multiples : CW / F1 = 1,83 GHz / F2 = 1,85 GHz / ΔP

↳ Détecteurs RMS plus précis

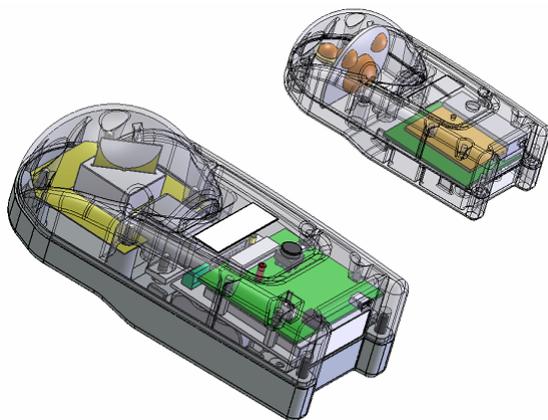


Détecteur Logarithmique



Détecteur RMS

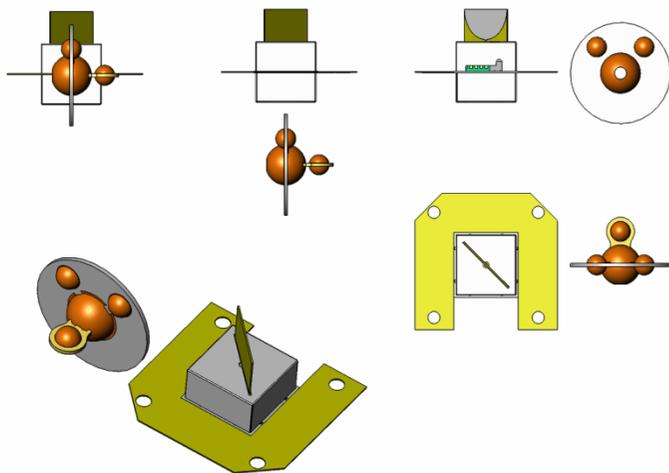
DIMINUTION DE LA TAILLE DU DOSIMETRE



- Objectif : Diminuer la taille du dosimètre de **1/3**

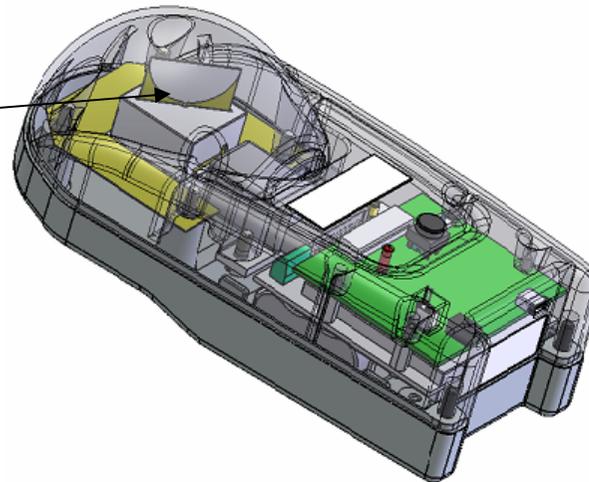
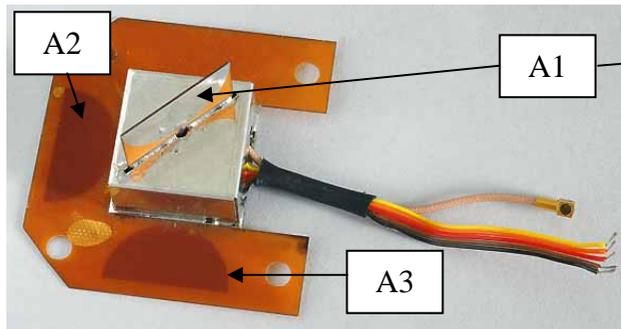
- Travaux effectués :

- ✓ Étude sur la pertinence d'une mesure tri-axe
- ✓ Étude de l'influence de l'électronique de contrôle
- ✓ Optimisation de la taille des différents composants



DIMINUTION DE LA TAILLE DU DOSIMETRE

- Pertinence d'une mesure tri-axe



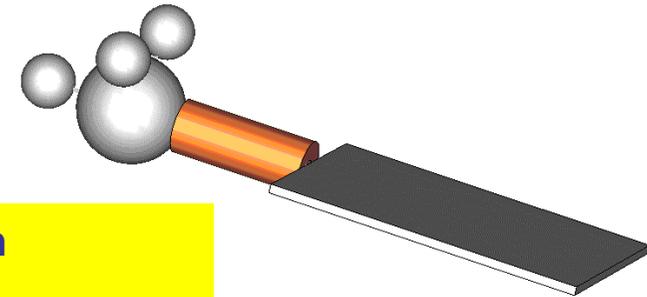
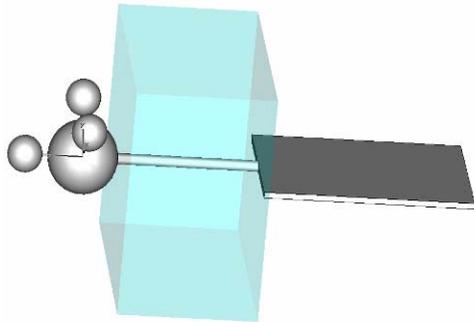
GSMtx	Campagne mes 26/06/07			Campagne mes 10/09/07			Campagne mes 11/09/07			Campagne mes 12/09/07			Campagne mes 13/09/07		
	Moyenne (V/m)	Erreur (%)	Ecart type	Moyenne (V/m)	Erreur (%)	Ecart type	Moyenne (V/m)	Erreur (%)	Ecart type	Moyenne (V/m)	Erreur (%)	Ecart type	Moyenne (V/m)	Erreur (%)	Ecart type
Nbre mesures > 0,05 V/m	184			126			16			63			15		
Mesure 3 axes	0,90	-	0,701	0,74	-	0,652	0,25	-	0,163	1,58	-	1,407	0,40	-	0,304
Mesure 2 axes A1-A2	0,75	16,67%	0,573	0,69	6,76%	0,617	0,19	24,00%	0,113	1,54	2,53%	1,392	0,24	40,00%	0,173
Mesure 2 axes A1-A3	0,72	20,00%	0,591	0,71	4,05%	0,633	0,23	8,00%	0,144	1,49	5,70%	1,348	0,33	17,50%	0,256
Mesure 2 axes A2-A3	0,73	18,89%	0,588	0,36	51,35%	0,302	0,19	24,00%	0,142	0,64	59,49%	0,573	0,39	2,50%	0,313
Mesure 1 axe A1	0,52	42,22%	0,416	0,65	12,16%	0,596	0,17	32,00%	0,093	1,45	8,23%	1,329	0,08	80,00%	0,042
Mesure 1 axe A2	0,53	41,11%	0,420	0,23	68,92%	0,189	0,11	56,00%	0,072	0,55	65,19%	0,511	0,23	42,50%	0,180
Mesure 1 axe A3	0,50	44,44%	0,437	0,28	62,16%	0,242	0,16	36,00%	0,118	0,34	78,48%	0,296	0,32	20,00%	0,267



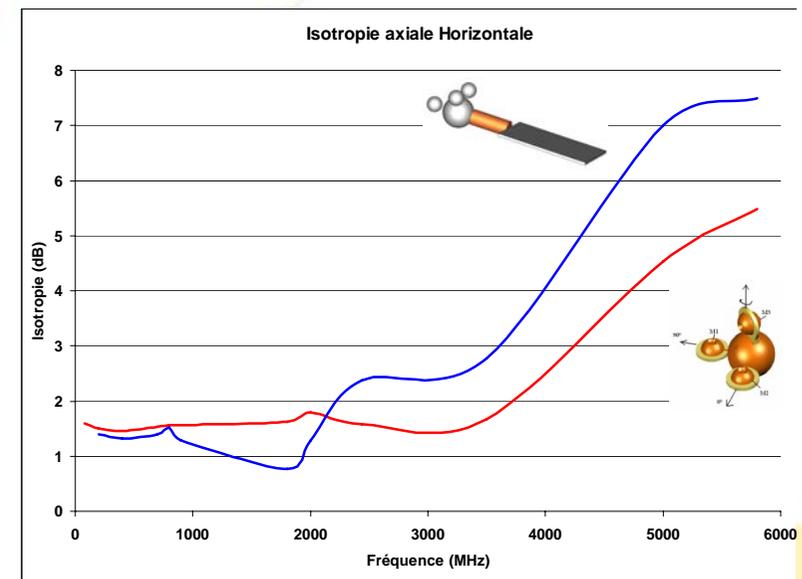
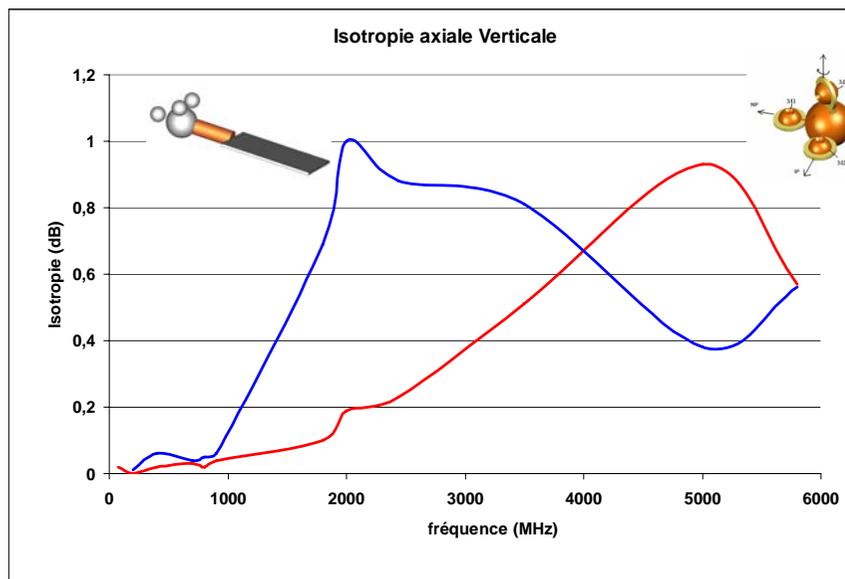
Erreur minimale par rapport à la mesure 3 axes
 Erreur maximale par rapport à la mesure 3 axes

DIMINUTION DE LA TAILLE DU DOSIMETRE

- Influence de l'électronique de contrôle



**Meilleure solution
 =
 Ferrite sur les câbles de l'antenne**



CONCLUSIONS

Fin de la phase de Recherches :

- Augmentation de la gamme de fréquence couverte \Rightarrow 6 GHz
- Augmentation de la dynamique de mesure
- Diminution de la sensibilité du dosimètre
- Amélioration de la réponse aux signaux modulés et multiples (détecteur RMS)

PERSPECTIVES

T0 = avril 2007

6 mois
(T0 à T0 + 6)

Phase de recherches
et validation

6 mois
(T0 + 6 à T0 + 12)

Phase de développement ⇒ Obtention d'un prototype

6 mois
(T0 + 12 à T0 + 18)

Phase d'industrialisation

PERSPECTIVES

