



Immunité des implants cardiaques aux champs électriques de 50/60 Hz

Cihan Gercek, Djilali Kourtiche, Pierre Schmitt,
Patrice Roth, Mustapha Nadi

Institut Jean Lamour ; UMR 7198 – CNRS

Université de Lorraine

Martine Souques *EDF SEM*

Isabelle Magne *EDF R&D*



**EFFETS BIOLOGIQUES ET
SANITAIRES DES
RAYONNEMENTS NON IONISANTS**

Objectives

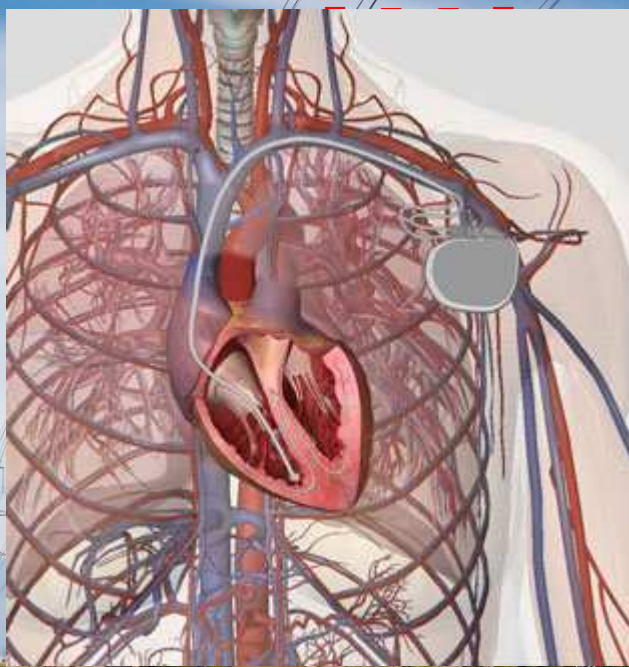
- CEM des implants actifs, EDF et IJL : plusieurs études
 - Dernier 2011, uniquement champ magnétique et défibrillateurs
-
- Caractérisation des stimulateurs et défibrillateurs cardiaques en présence d'un champ électrique 50/60 Hz
 - Conception d'un système d'exposition + fantôme :
 - Reproduire l'interaction champ E avec l'ensemble humain-implant
 - Définir un seuil de dysfonctionnement « in-vitro »

Champ électrique et induction

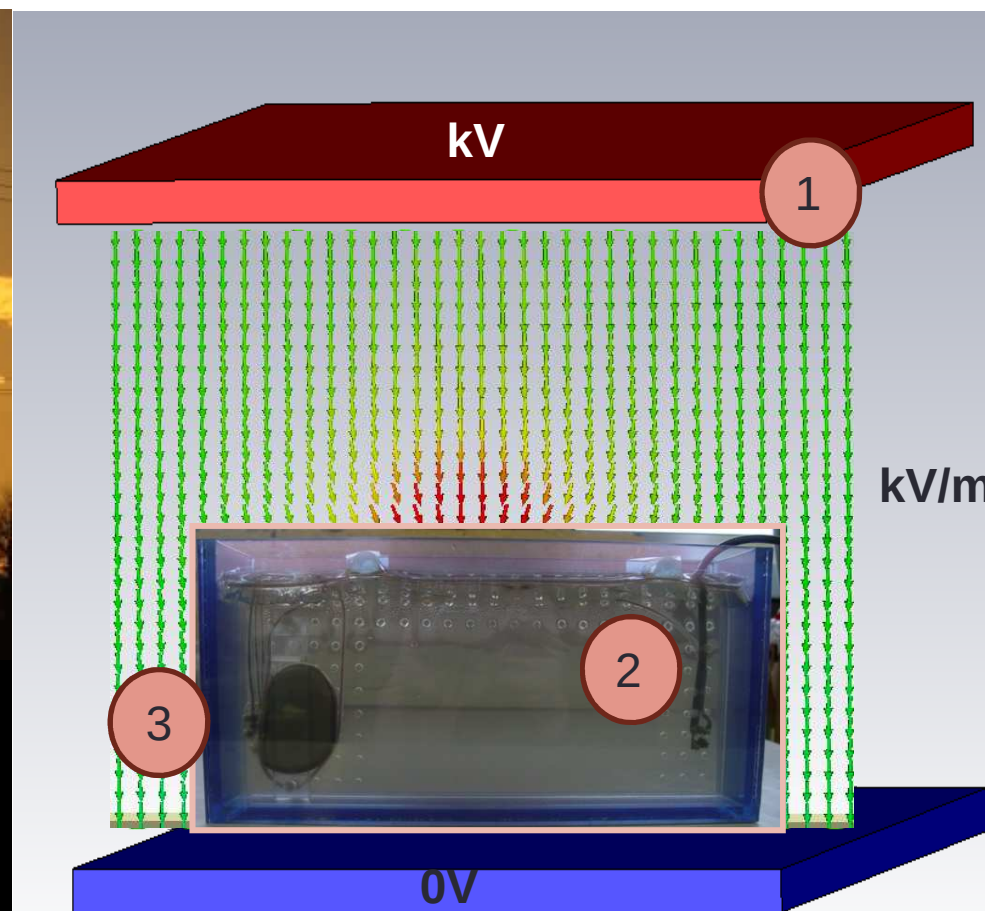
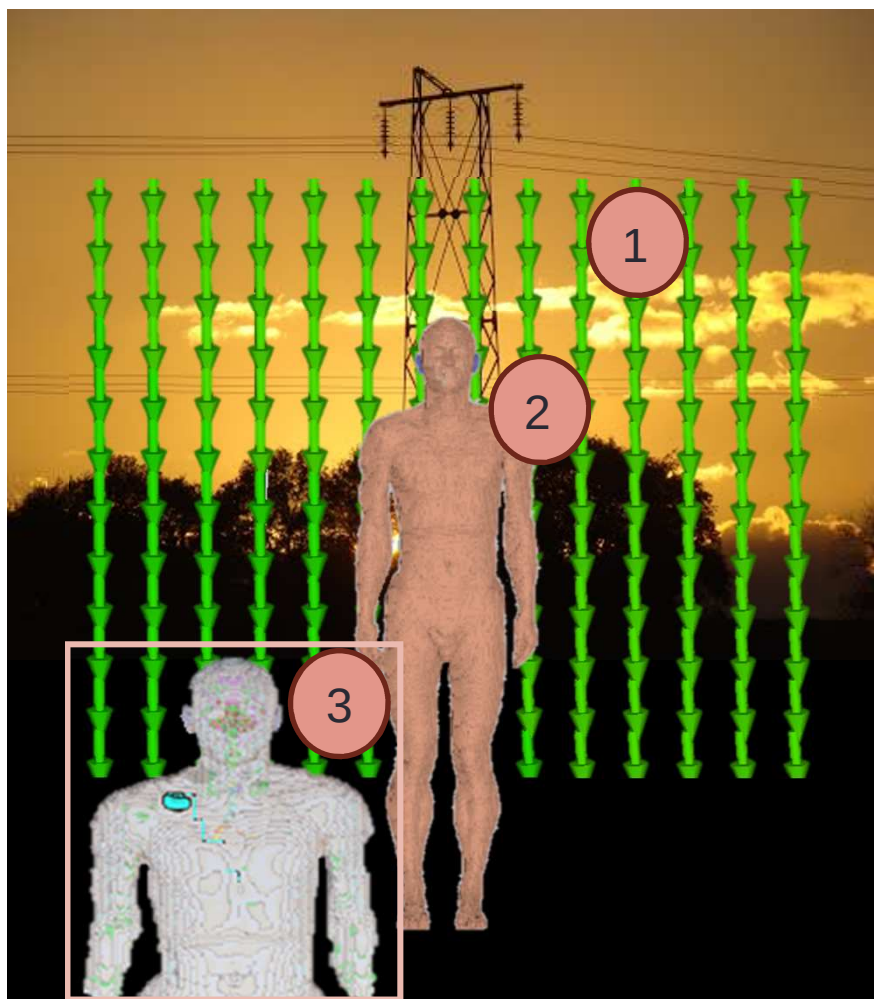
- Le Champ électro-quasi-statique induit des courants dans tout conducteur y compris le corps humain et les implants

$$J_{in} = k.f.E_{ex} = \sigma.E_{in}$$

- Les Tensions perturbatrices sur la sonde de l'implant cardiaque peuvent mettre la vie des porteurs en danger



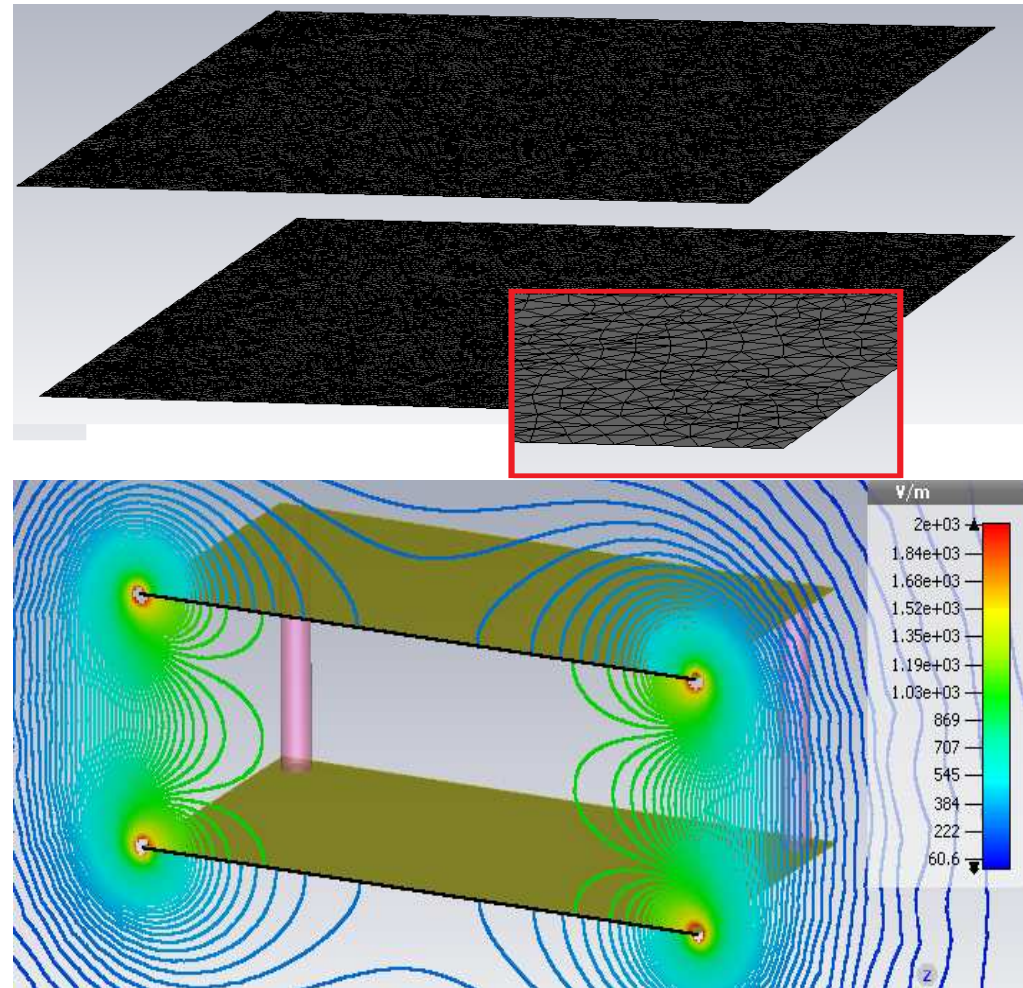
Etapes:



Champ électrique uniforme

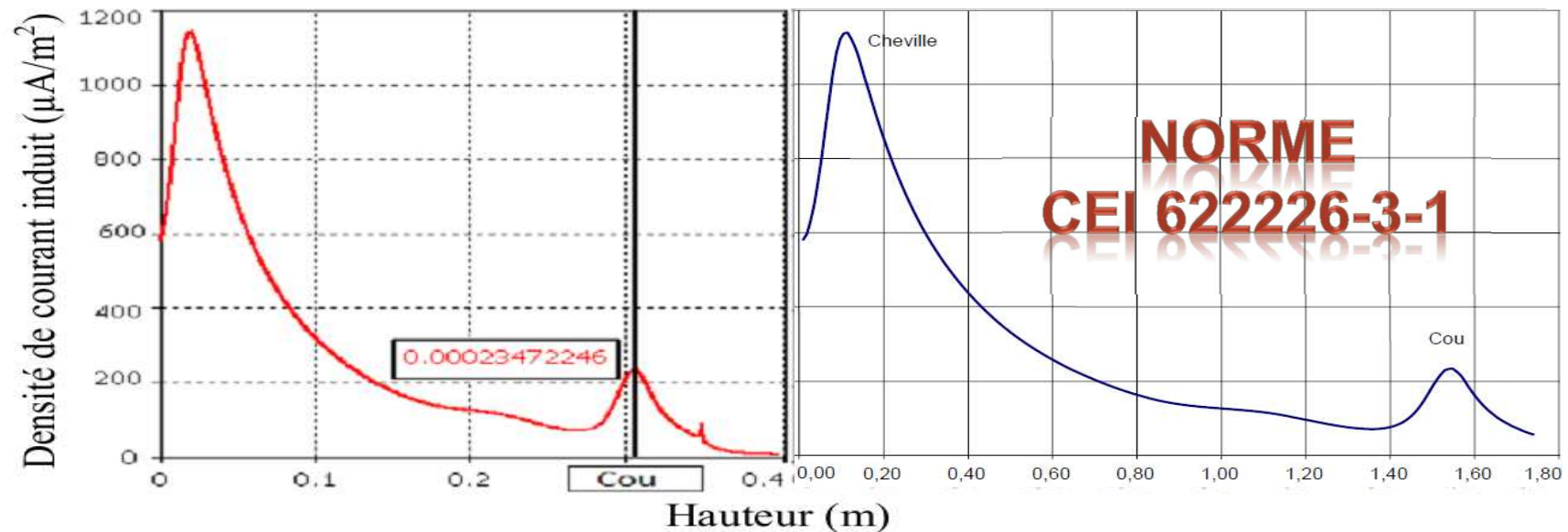
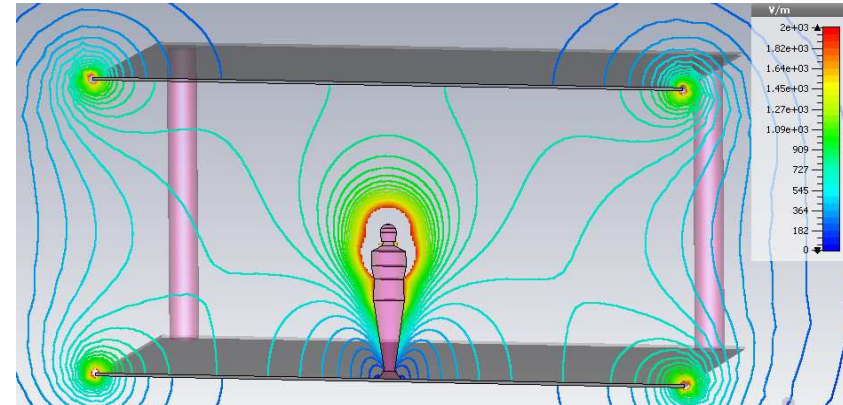
Logiciel CST (3D) / FEMM (2D)

- Domaine d'étude: 10m-50m
- Maillage : 5-28 M tétraèdres
- Pas de maillage : <2mm-
- Précision de calcul: 10^{-6}
- Deux plaques d'Aluminium de 2m x 2m séparées de 75cm avec des isolateurs en porcelaine
- Champ homogène 1kV/m 50Hz jusqu'à 0,3%

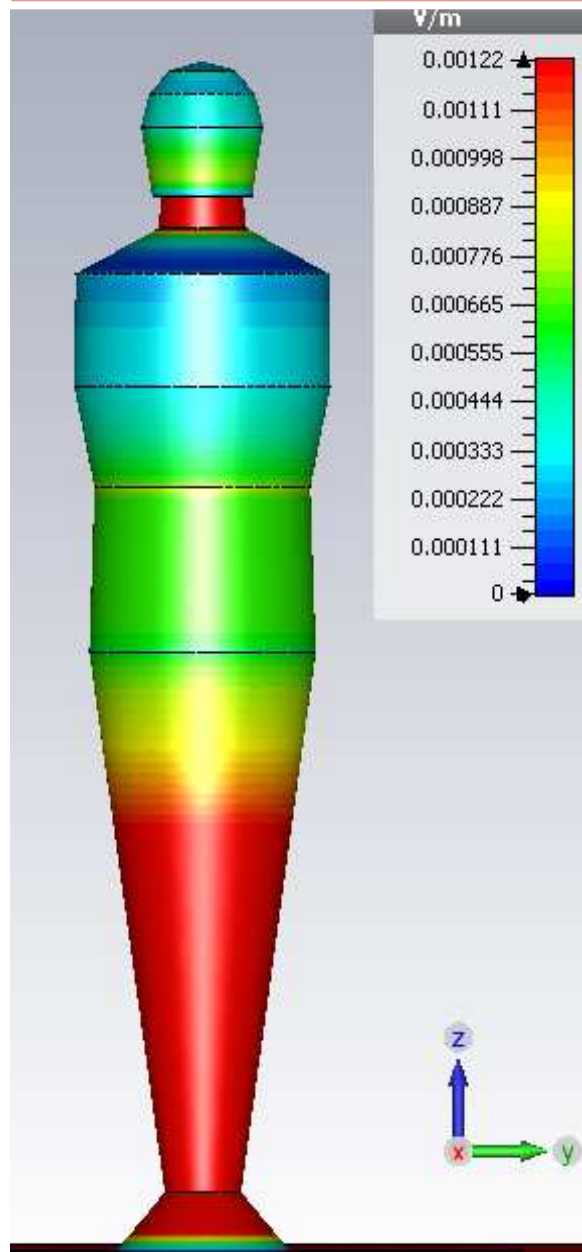


Modèle Axisymétrique

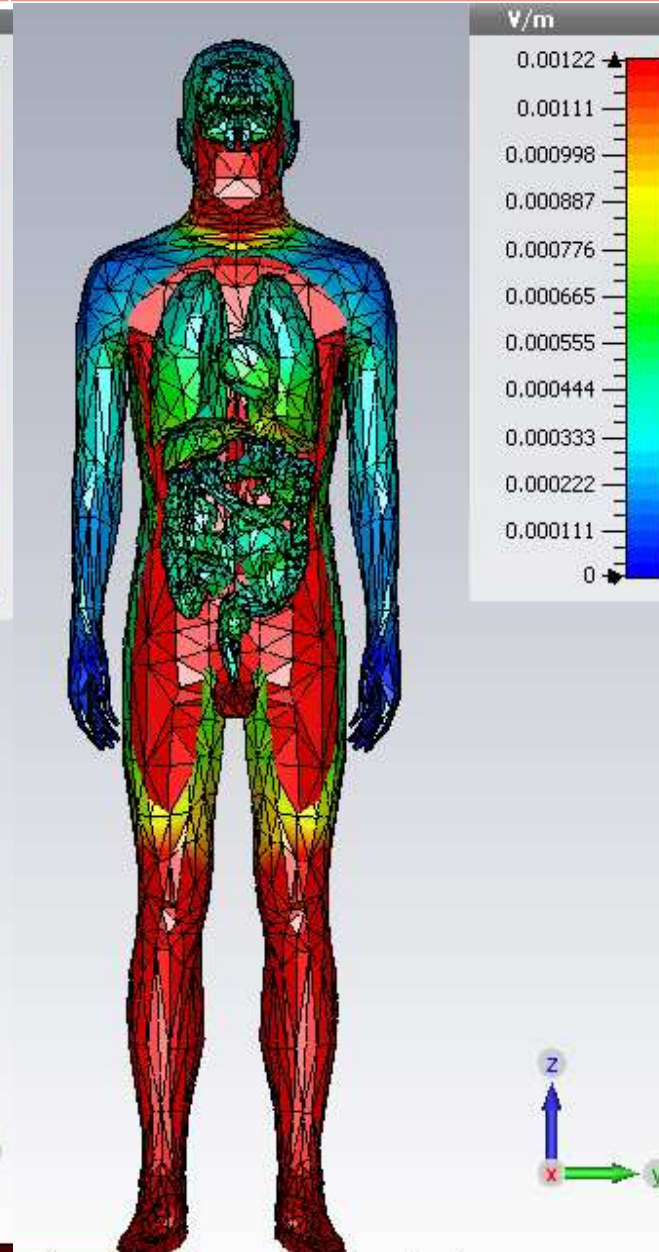
- Les courants induits par le système d'exposition 1 kV/m 50 Hz sur le modèle axisymétrique miniaturisé (rouge) reproduit la courbe donnée par la norme (bleu) avec une erreur de 0,73%



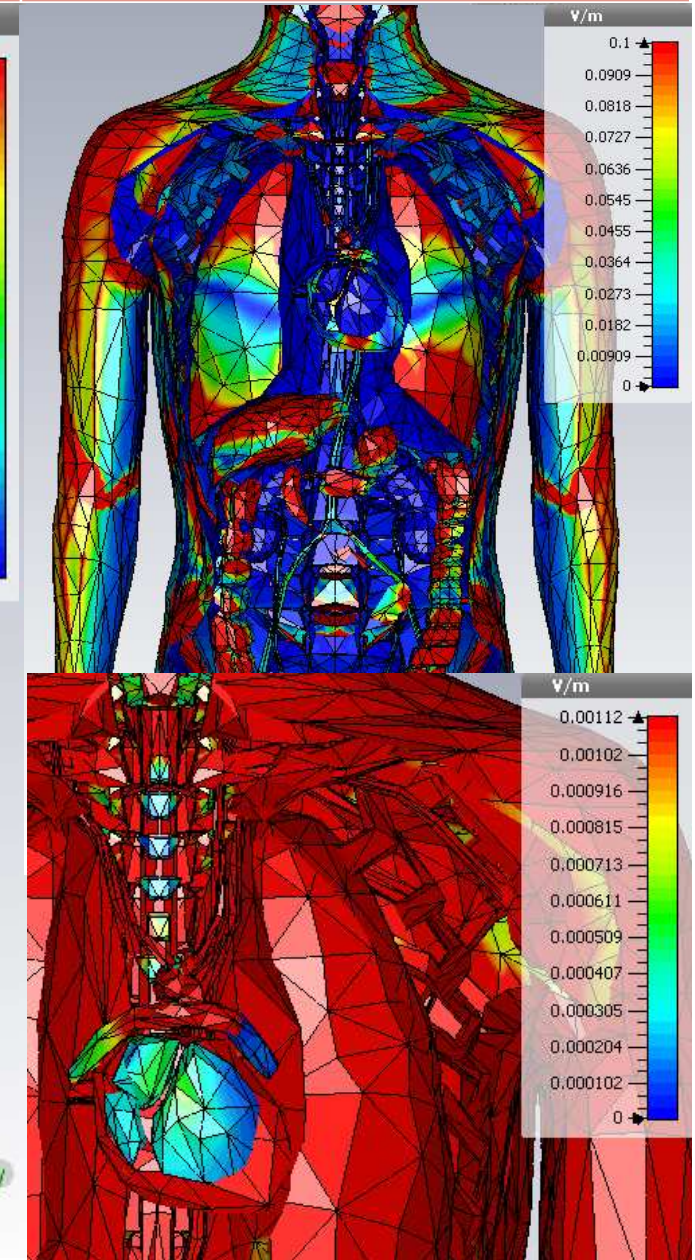
Modèle axisymétrique

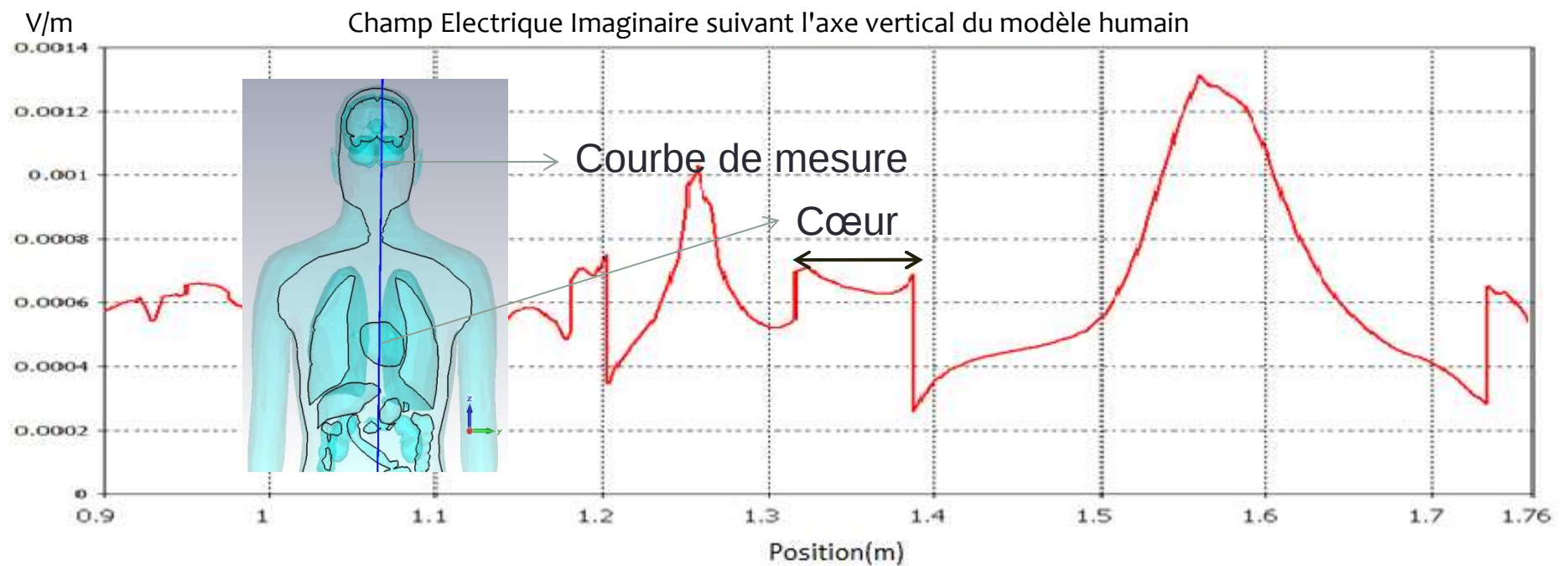
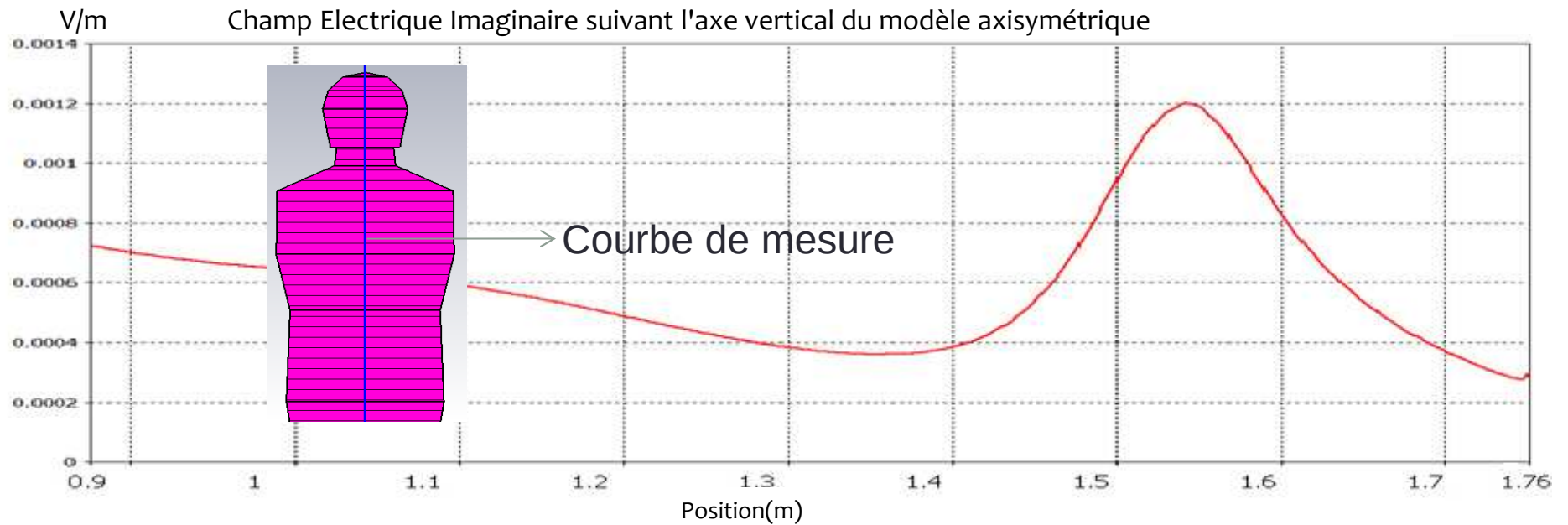


Modèle anatomique 4mm

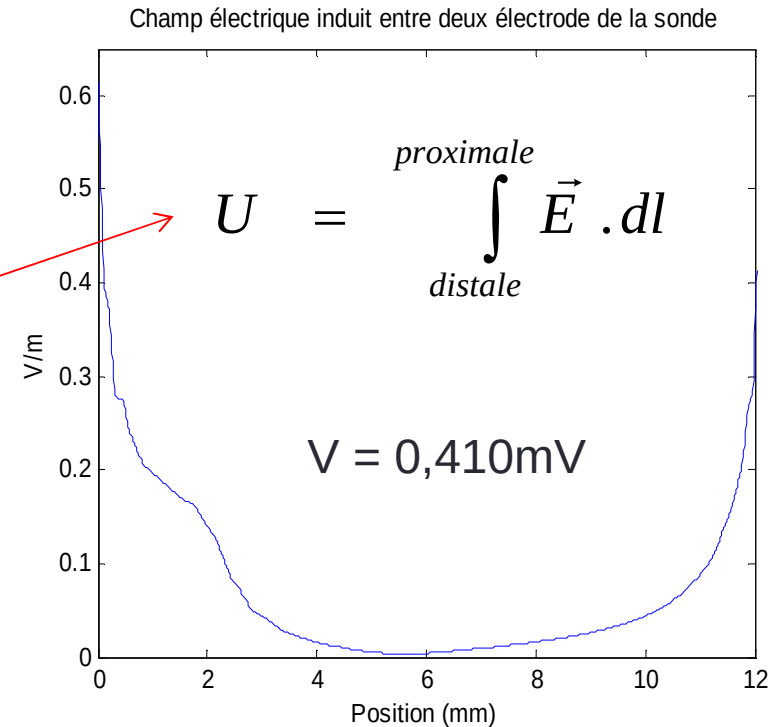
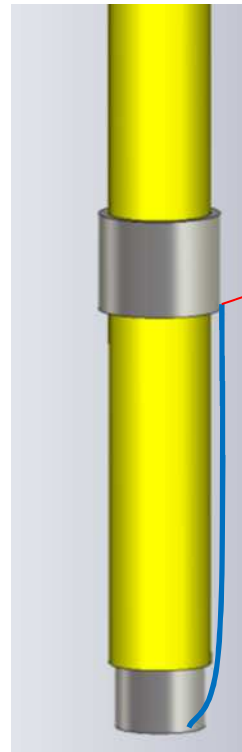
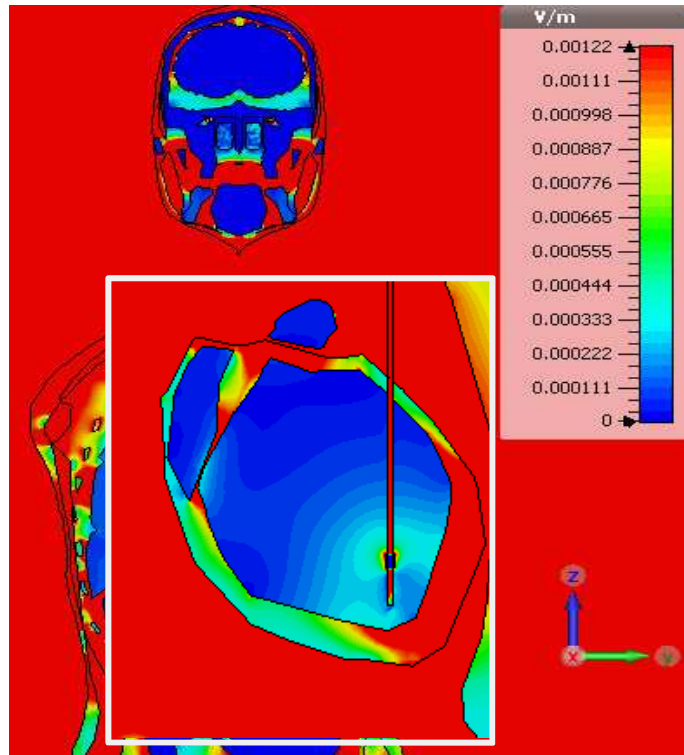


Modèle anatomique 2mm





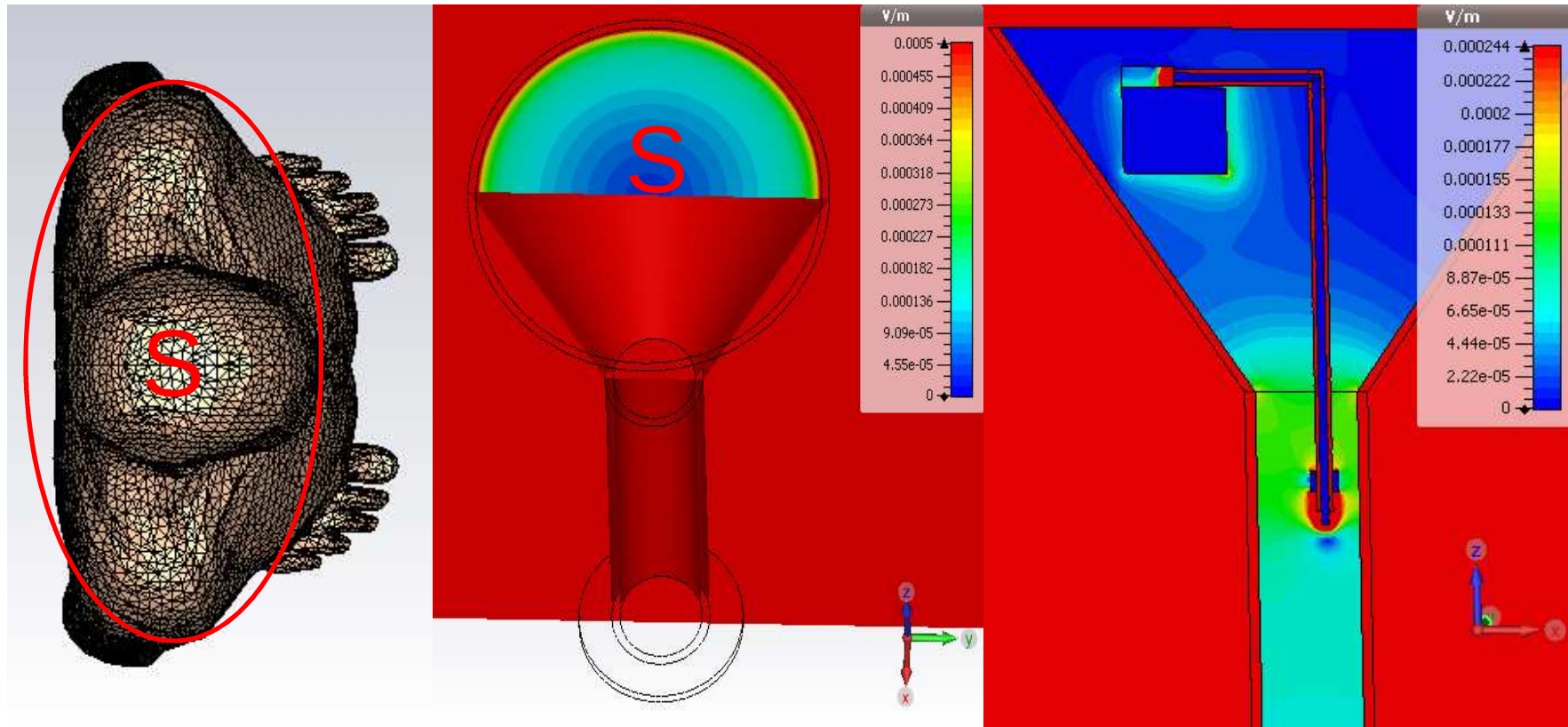
Modélisation du corps humain en présence d'implant cardiaque



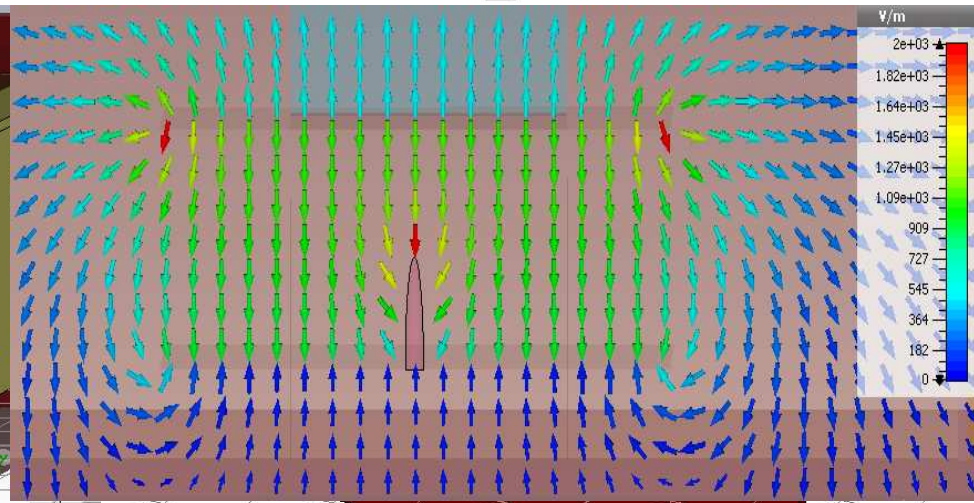
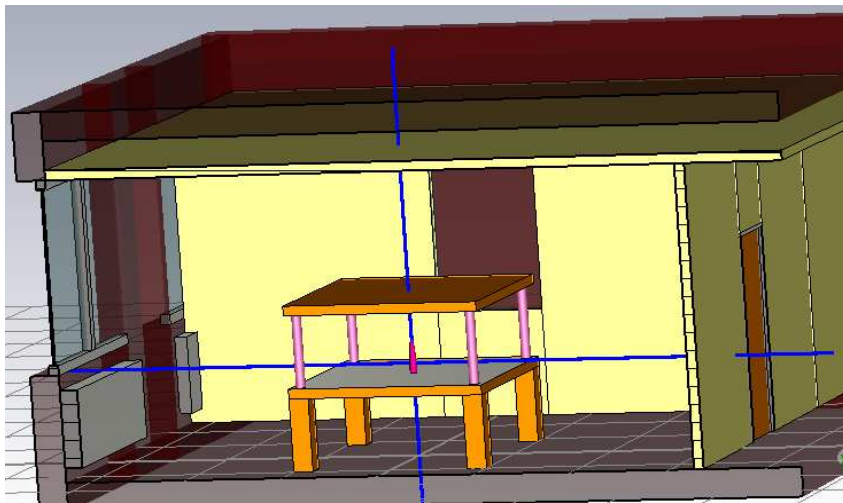
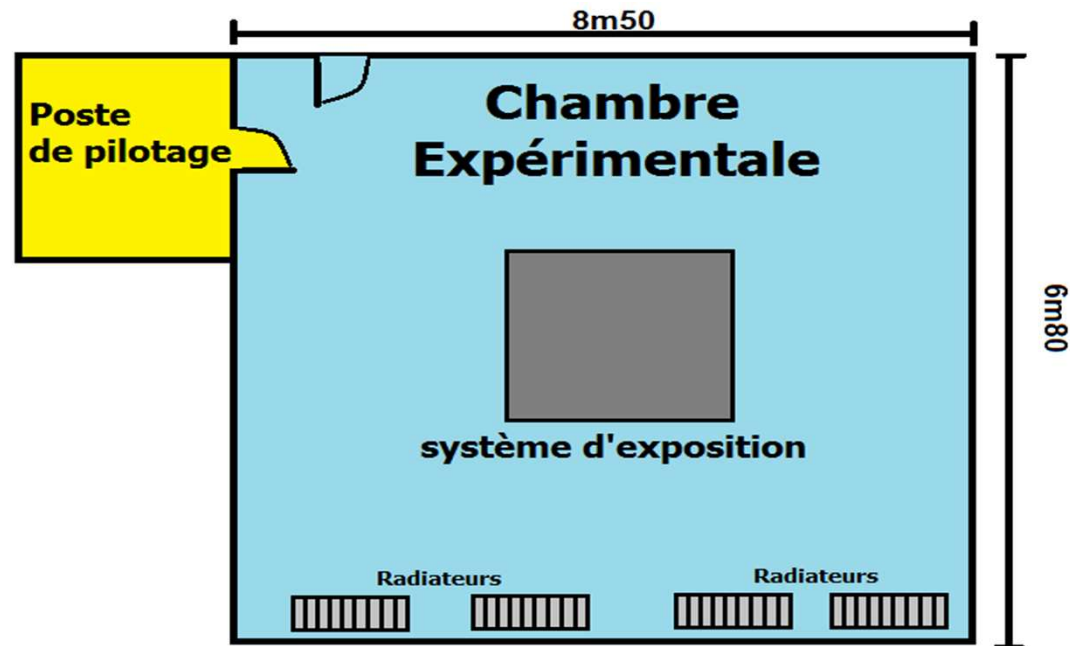
[1] M. A. Stuchly, R. Kavet "Numerical Modeling of Pacemaker Interference in the Electric-Utility Environment" IEEE Transactions on device and materials reliability, Vol. 5, N°. 3, September 2005

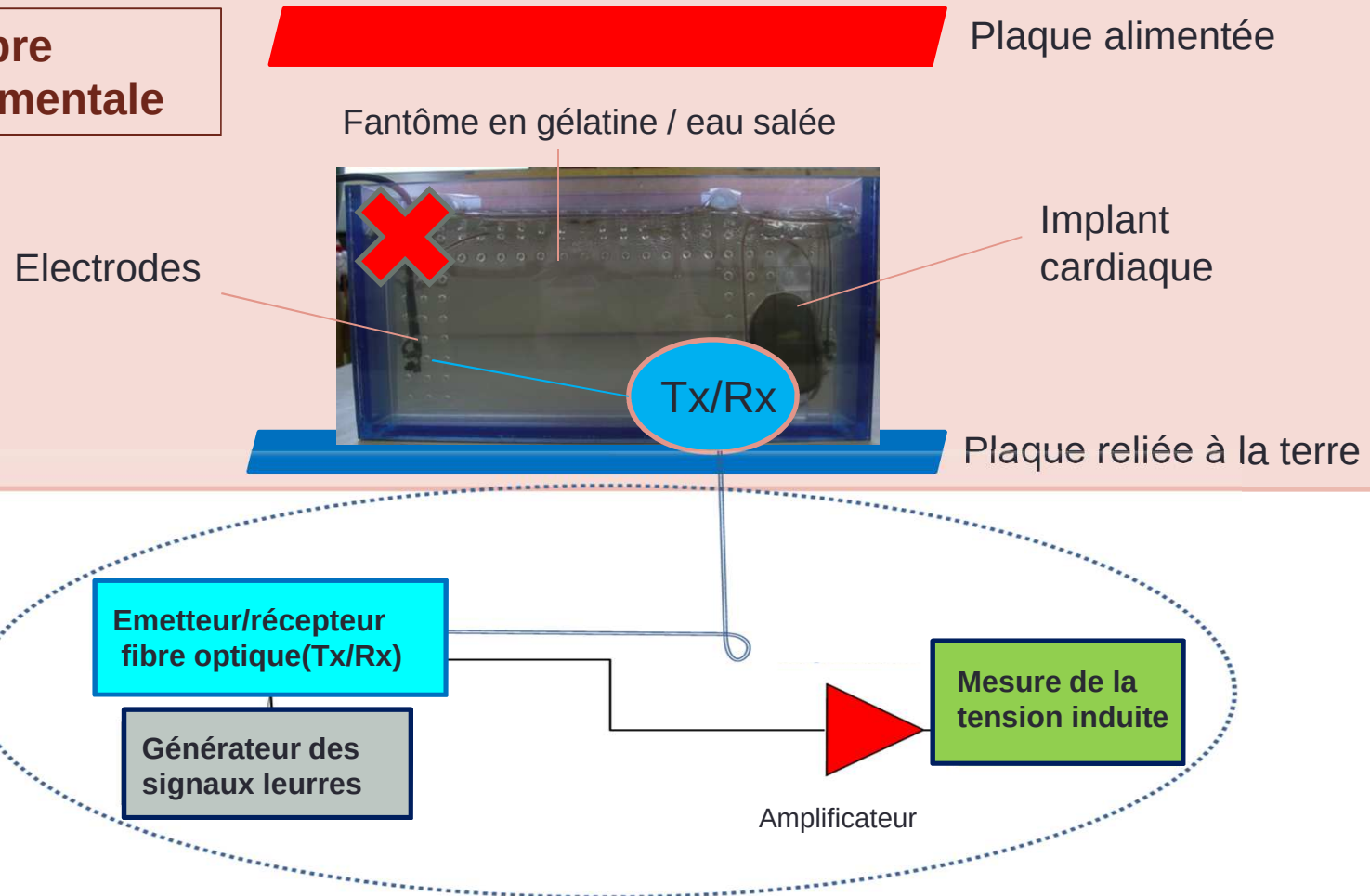
[2] S Joosten, K Pammler and J Silny, "The influence of anatomical and physiological parameters on the interference voltage at the input of unipolar cardiac pacemakers in low frequency electric fields", Phys. Med. Biol.54(2009) 591–609

Conception de fantôme



[3] H.Tarao et al. "Numerical Evaluation of Currents Induced in a Worker by ELF Non-Uniform Electric Fields in High Voltage Substations and Comparison With Experimental Results" Bioelectromagnetics 34: pp.61-73 (2013)



**Chambre
Expérimentale**

Implants cardiaques

Type	Marques	Unité	Modèle
Defibrillateurs	Medtronic	12	9
	St. Jude Med.	3	2
DAI Total		15	11
Pacemaker	Medtronic	27	10
	St. Jude Med.	13	8
	Guidant	3	2
	Vitatron	11	6
	Pacesetter	1	1
PM Total		55	27

Etat d'avancement:

- ✓ Simulations des modèles complexe du corps humain
- ✓ Conception d'un fantôme et son banc expérimental
- ✓ Simulations de la chambre avec système d'exposition
- ✓ Expérimentation préliminaire avec les plaques et le mesureur de champ
- ✓ Mise en sécurité électrique de la chambre

- ☐ Installation du banc expérimental
- ☐ Campagne de mesure et exploitation des résultats

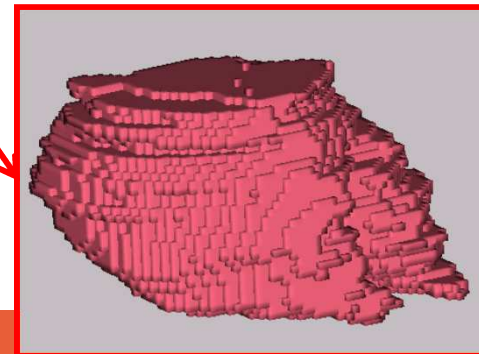
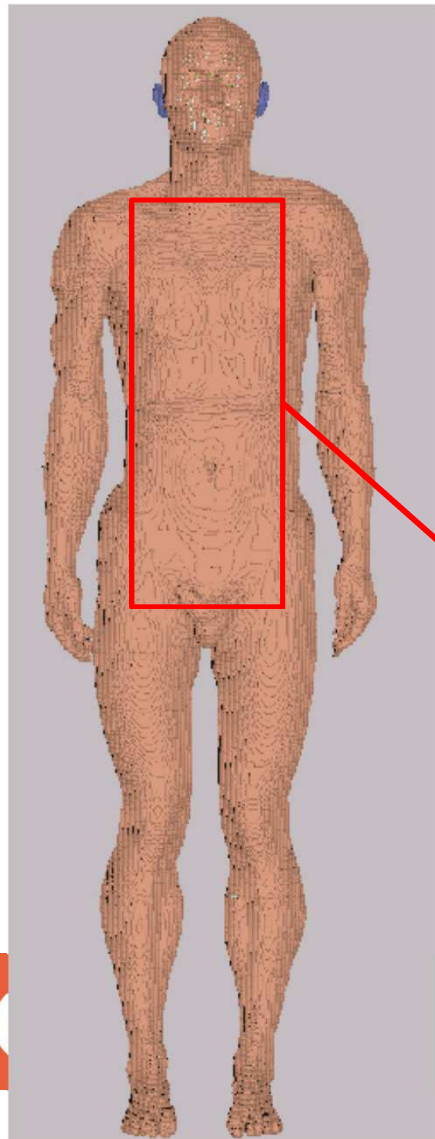
Merci pour votre attention

Questions?

Pour éventuels questions :

Slides suivantes

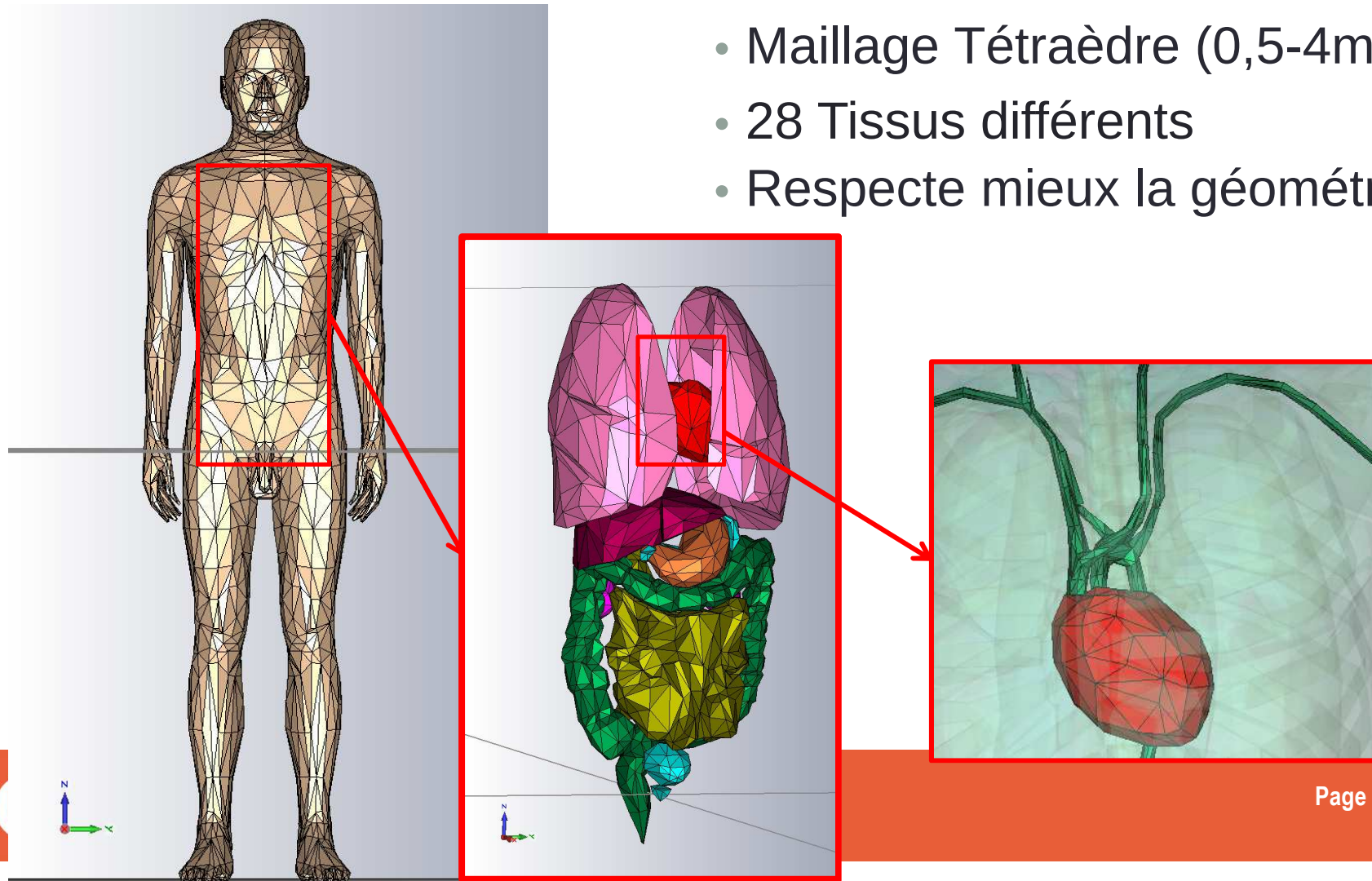
Modèle anatomique (Duke -Virtual Family)



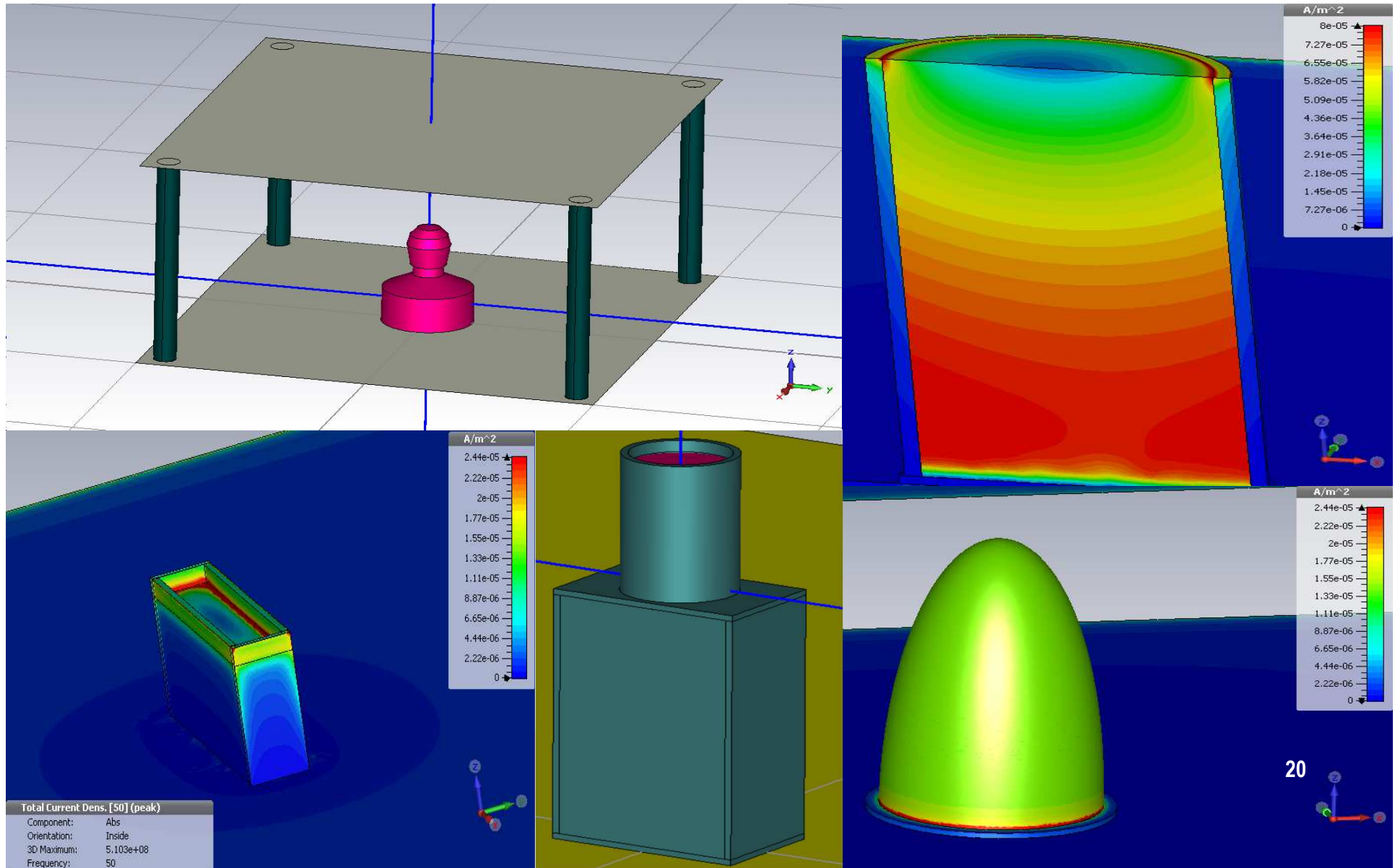
- Maillage Hexahédre (1-5mm)
- 77 Tissus différents
- Maillage cubique crée des erreurs aux frontières des tissus et l'air

Modèle anatomique (Maxwell)

- Maillage Tétraèdre (0,5-4mm)
- 28 Tissus différents
- Respecte mieux la géométrie



Les fantomes précédents



Champ électrique uniforme

