

Constitution d'une base d'images adaptées à la modélisation du foetus et de l'utérus

Jérémy Anquez, Elsa Angelini, Isabelle Bloch
(CNRS UMR 5141 LTCI, ENST Paris)

Projet FEMONUM

Plan

- 1. Modélisation de la femme enceinte à partir d'images médicales pour la dosimétrie**
- 2. Constitution d'une base d'images médicales adaptées à la modélisation de l'utérus et du fœtus**

1. L'influence des champs EM sur la femme enceinte

1. Etudes sur l'exposition de l'adulte aux champs électromagnétiques

**Projet COMOBIO (Communications Mobiles et Biologie),
[1999-2002]**

2. Etudes sur l'exposition de l'enfant aux champs électromagnétiques

**Projet ADONIS (Analyse dosimétrique des systèmes de
téléphonie mobile de troisième génération) [2003-2006]**

3. Modélisation de la femme enceinte (pour étudier l'influence de son exposition aux champs électromagnétiques)

**Projet FEMONUM (FEtus and MOther NUmerical Models)
[2007-2008]**

1. Les spécialités impliquées

Les études menées font appel à des spécialistes de différentes spécialités :



Biologie (études cellulaires, sur les animaux...)

Physique (mesures réalisées sur des fantômes physiques et sur des modèles numériques)

Mathématique/Informatique (élaboration des modèles numériques)

1. Les modèles anthropomorphiques

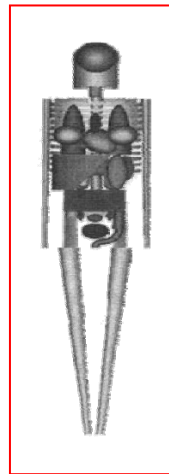
Les modèles anthropomorphiques sont utilisés pour simuler des mesures de DAS. Deux types de modèles existent :

Avantages :

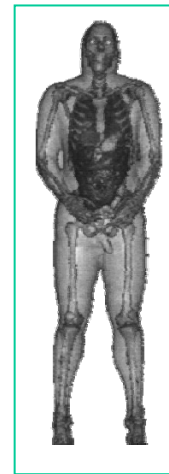
- Mise à échelle
- Déformations aisées

Inconvénients :

- Simplification de l'anatomie humaine (forme des organes, représentation de leur variabilité...)



Modèles stylisés



Modèles voxelisés

VS

Avantages :

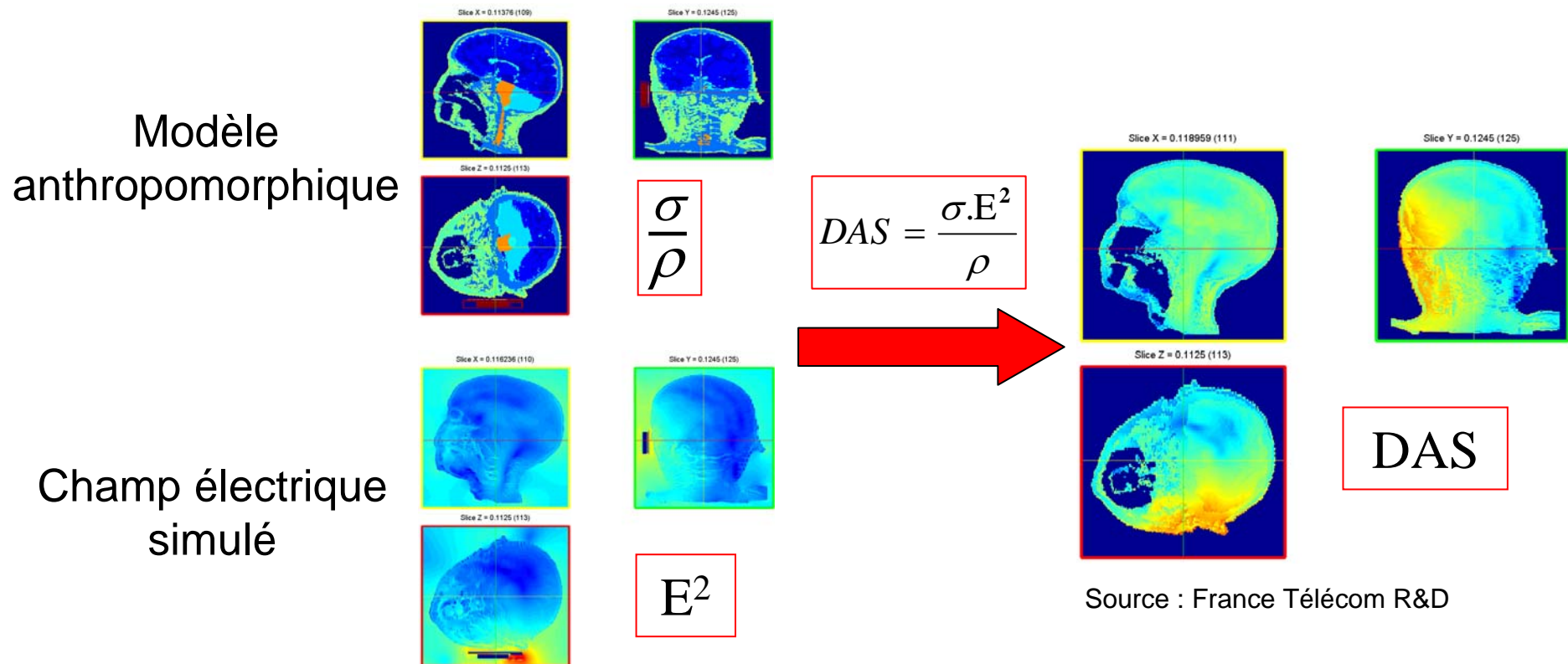
- Représentation précise de l'anatomie humaine

Inconvénients :

- Représentation d'un individu particulier
- Déformations complexes
- Temps nécessaire

1. Evaluation du DAS

Utilisation des modèles anthropomorphiques pour simuler des mesures de DAS :



1. Modélisation hybride de la femme enceinte

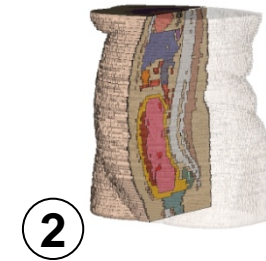
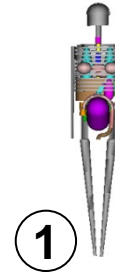
- **Modèles de l'adulte et de l'enfant disponibles grâce à une acquisition corps entier**
- **La réalisation d'un examen imageant l'intégralité du corps de la femme enceinte est problématique (éthique, exposition du fœtus, pression de l'utérus sur la veine cave de la patiente)**



Elaboration de modèles hybrides

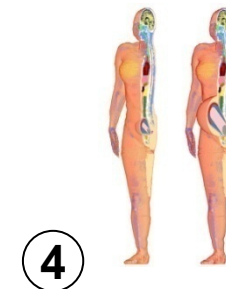
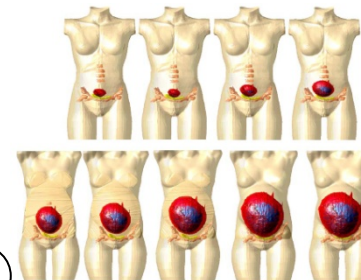
1. Modèles existants

1. M. Stabin, ORNL, USA, 1995



2. G. Xu, RPI, USA, 2004

3. W. Kainz, FDA, USA, 2005

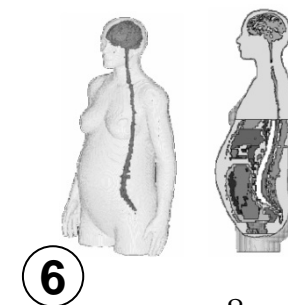
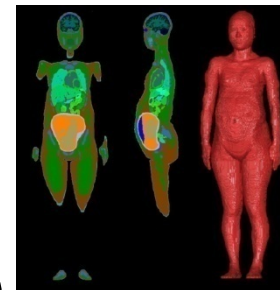


4. P. Dimbylow, HPA, RU, 2006

3

4

5. T. Nagaoka, NICT, Japon, 2006



6. R. Cech, GTU, Autriche, 2007

5

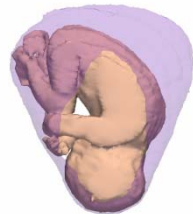
6

1. Modélisation envisagée

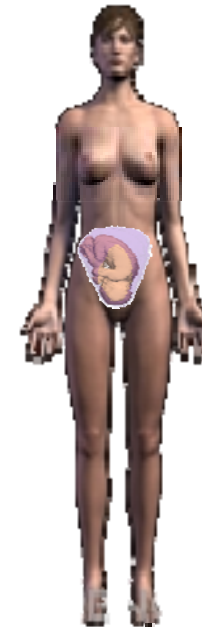
Modèle de
femme non
gravide



Modèle de
l'ensemble
utérus/foetus



Modèle hybride



Apport principal : développement d'un modèle de femme enceinte incluant un modèle utérus/foetus détaillé.

2. Images médicales disponibles cliniquement

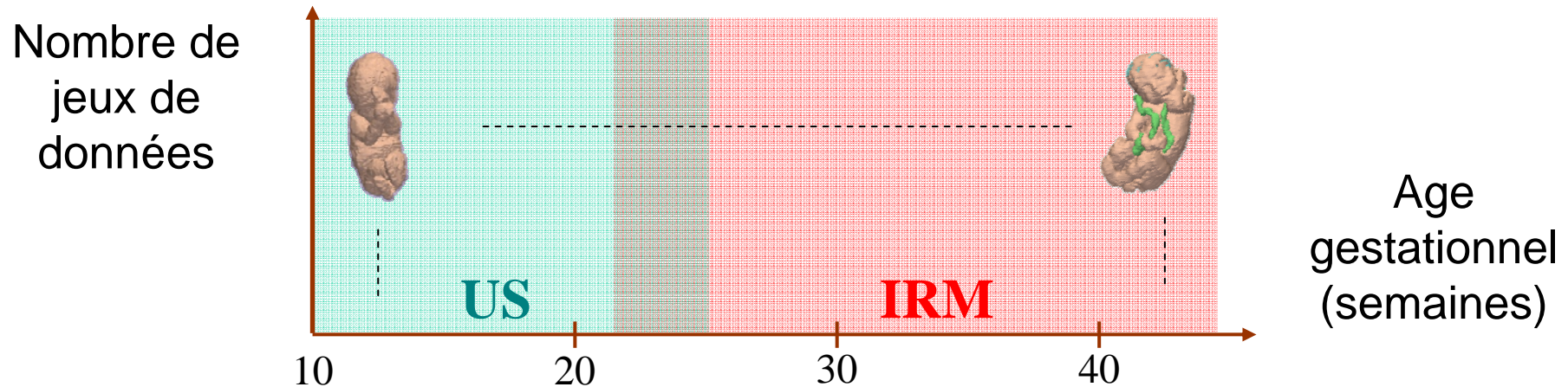
Données disponibles pour la segmentation de l'ensemble utérus/fœtus :

- Données IRM (Hôpital Saint Vincent de Paul) : qualité élevée mais non praticable avant la 22^{ème} semaine d'aménorrhée
- Données ultrasonores (Philips Medical Systems, Hôpital Beaujon) : qualité inférieure mais examen réalisable durant toute la durée de la grossesse



Utilisations des données à différents âges gestationnels

2. Modélisation de l'utérus et du fœtus



- Modélisation de l'ensemble utérus/fœtus aux différents instants de la grossesse,
- Variabilité de positionnement du fœtus prise en compte grâce aux différents cas disponibles à chaque âge.

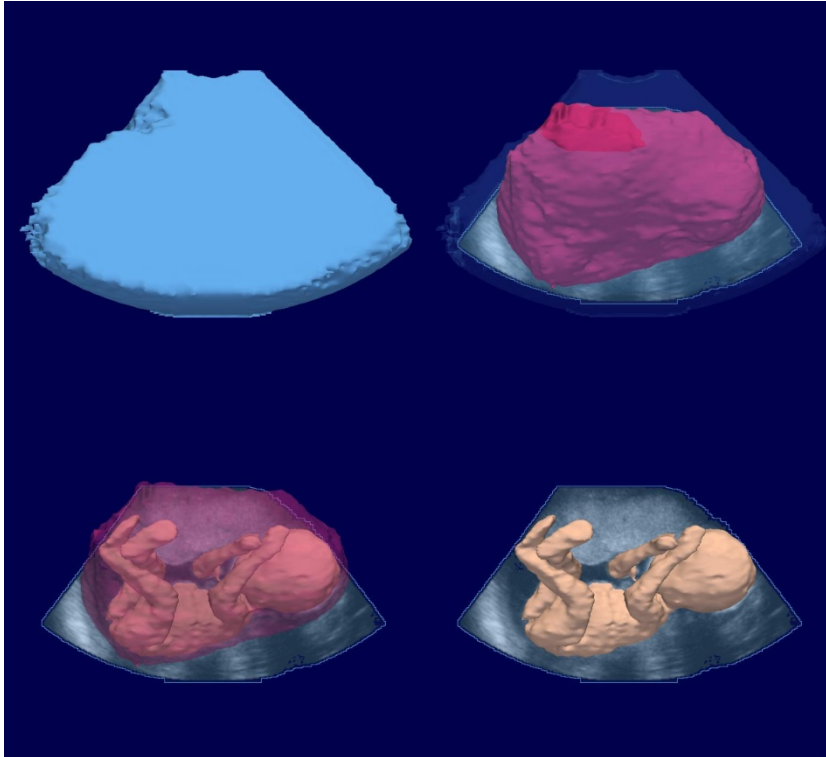
2. Images ultrasonores

Images présentant un faible rapport signal sur bruit.
Modélisation simple (utérus, placenta, liquide
amniotique, tissus mous et squelette foëtaux).

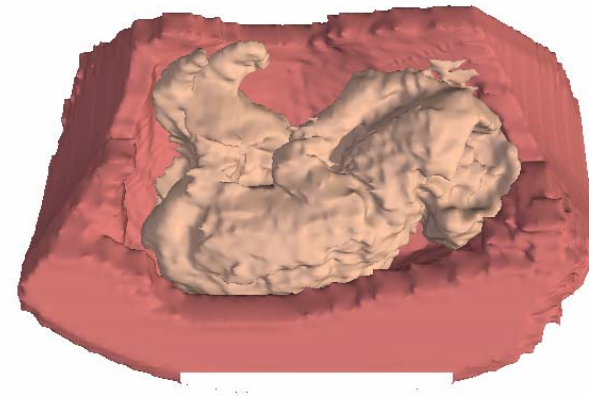


Source : Philips Medical Systems

2. Modèle 3D (US)



Segmentation
manuelle



Segmentation
automatique

2. Caractéristiques des données IRM

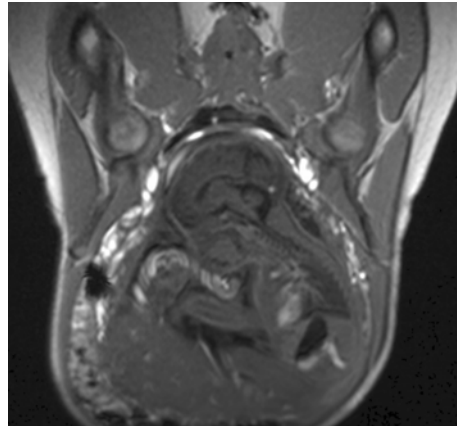
Segmentation de l'ensemble utérus/fœtus à partir de données IRM



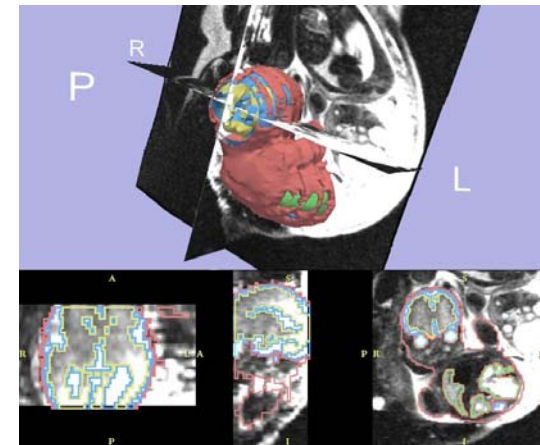
Caractéristiques recherchées pour la séquence IRM :

- Champ de vue large
- Bon contraste global
- Haute résolution
- Acquisition rapide
- Faible sensibilité aux artéfacts liés aux mouvements fœtaux

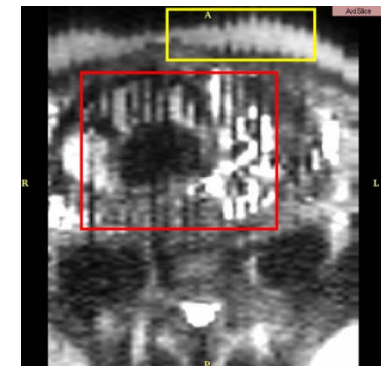
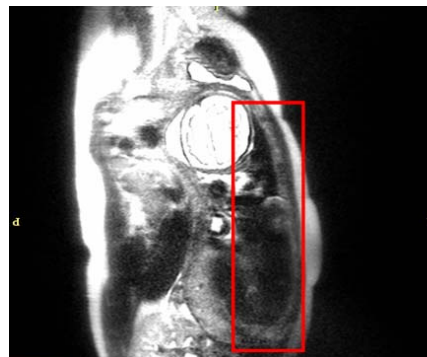
2. Images problématiques



Faible contraste global



Résolution insuffisante



Source : hôpital Cochin

Artéfacts liés aux mouvements
foetaux

2. Séquence SSFP

**La séquence True FISP (Siemens) / Fiesta (GE)
répond aux différents besoins (Anquez et al,
EMBC 2007)...**

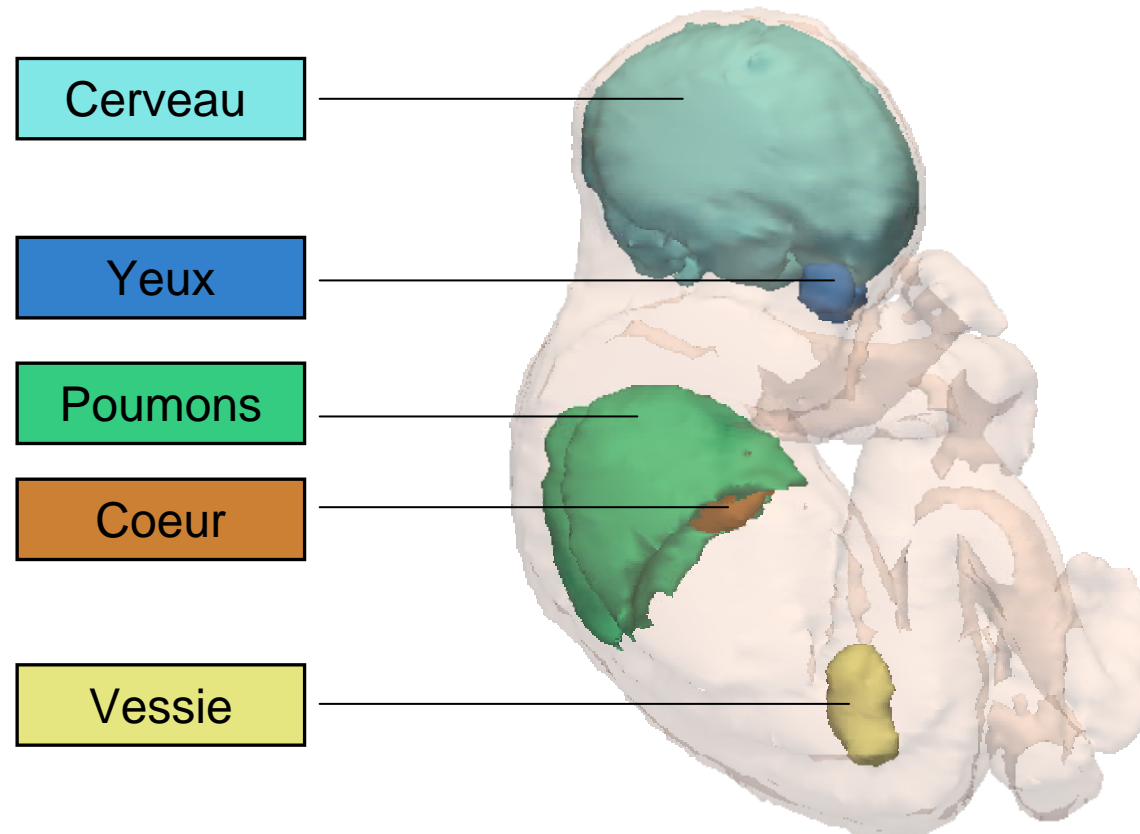


Source : hôpital Cochin

- Inclusion de l'intégralité de l'utérus dans le champ d'exploration,
- Bon contraste global permettant de distinguer aisément le foetus et certains de ses organes,
- Haute résolution ($1 \times 1 \times 4 \text{ mm}^3$),
- Acquisition de l'ensemble de l'utérus en moins de 30 secondes,
- Faible sensibilité aux liquides en mouvement.

2. Modèle 3D (IRM)

**Deux séries de segmentations semi-automatique
sont disponibles**



Perspectives

- Poursuite des travaux d'automatisation de la segmentation,
- Immersion du modèle utérus/foetus dans un modèle de femme,
- Simulations de différents positionnements et âges du foetus,
- Simulations des variabilités anatomiques normales et représentatives,
- Utilisation du modèle pour des études dosimétriques,
- Utilisation du modèle par des médecins.

Partenaires

Hôpitaux

- St Vincent de Paul
(C. Adamsbaum, V. Merzoug,
A-E Millisher-Bellaïche, C. Falip)
- Cochin-Port Royal
(V. Tsatsaris, G. Grangé)



Industriels

- Philips Medical Systems
(O. Gerard, A. Collet-Billon)



Rôles des Partenaires

- Cahier des charges pour construire un modèle représentatif,
 - Obtention de données d'imagerie (IRM et US),
 - Validation des segmentations et des modèles,
 - Positionnement du fœtus,
 - Evaluation du modèle.
-
- Obtention de données ultrasons 3D.

QUESTIONS ?

