

Simulation de l'acquisition TEP/TDM simultanée d'un fantôme MOBY 4D avec GATE

D. Benoit^a, S. Nicol^b, E. Knoops^b, T. Mouthuy^b, C. Morel^b

^aIMNC, IN2P3-CNRS, Paris VII - Paris XI, Orsay, France

^bCPPM, IN2P3-CNRS, Université de la Méditerranée Aix-Marseille, Marseille, France

Mars 26, 2010

Journée thématique sur les grilles de calculs, Montpellier

1 La Grille de calcul au CPPM

2 Techniques d'imagerie

- TDM (Tomodensitométrie)
- TEP (Tomographie par Émission de Positons)

3 Programme de simulation GATE

4 Fantôme MOBY 4D

5 Simulations

- MOBY TDM
- MOBY TEP

6 Conclusions



La Grille de calcul au CPPM

● Responsables

- Responsable scientifique : C. Bee
- Responsable technique : T. Mouthuy
- Autres personnes : C. Carranza, E. Knoops, S. Nicoud, M. Ricard
- Contact admin : gridadmin@cppm.in2p3.fr



● Équipements

- Unité de calculs : 78 serveurs, 484 noeuds de calculs
- Espace de stockage disponible : 30 To

- Projet : LuminyGrid, 6 000 coeurs de calculs et un espace de stockage de 3 Po

1 La Grille de calcul au CPPM

2 Techniques d'imagerie

- TDM (Tomodensitométrie)
- TEP (Tomographie par Émission de Positons)

3 Programme de simulation GATE

4 Fantôme MOBY 4D

5 Simulations

- MOBY TDM
- MOBY TEP

6 Conclusions

TDM (Tomodensitométrie)

- **Imagerie structurale**

$$I(x) = I_0 e^{-\int_0^x \mu(\eta) d\eta}$$

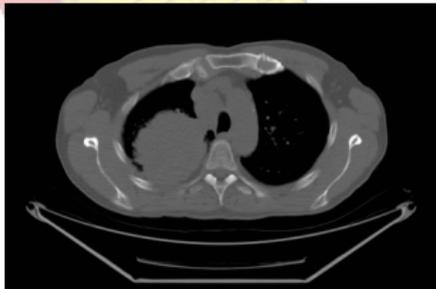
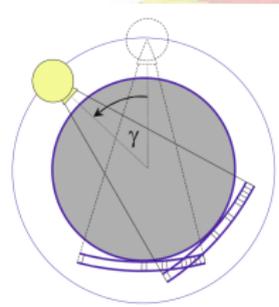
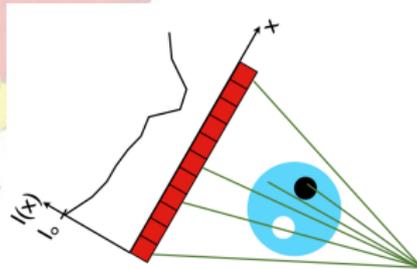


Figure: Tumeur primitive dans le poumon. *H. Necib, IMNC, Orsay*



TEP (Tomographie par Émission de Positons)

● Imagerie fonctionnelle

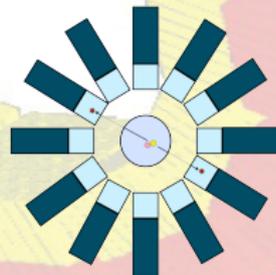
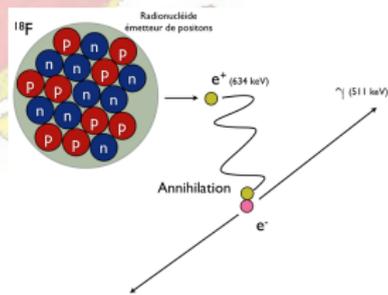
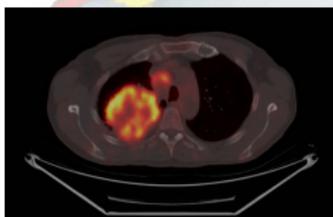
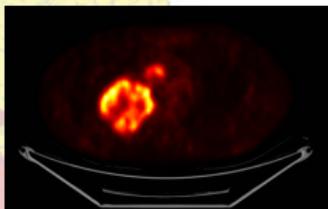
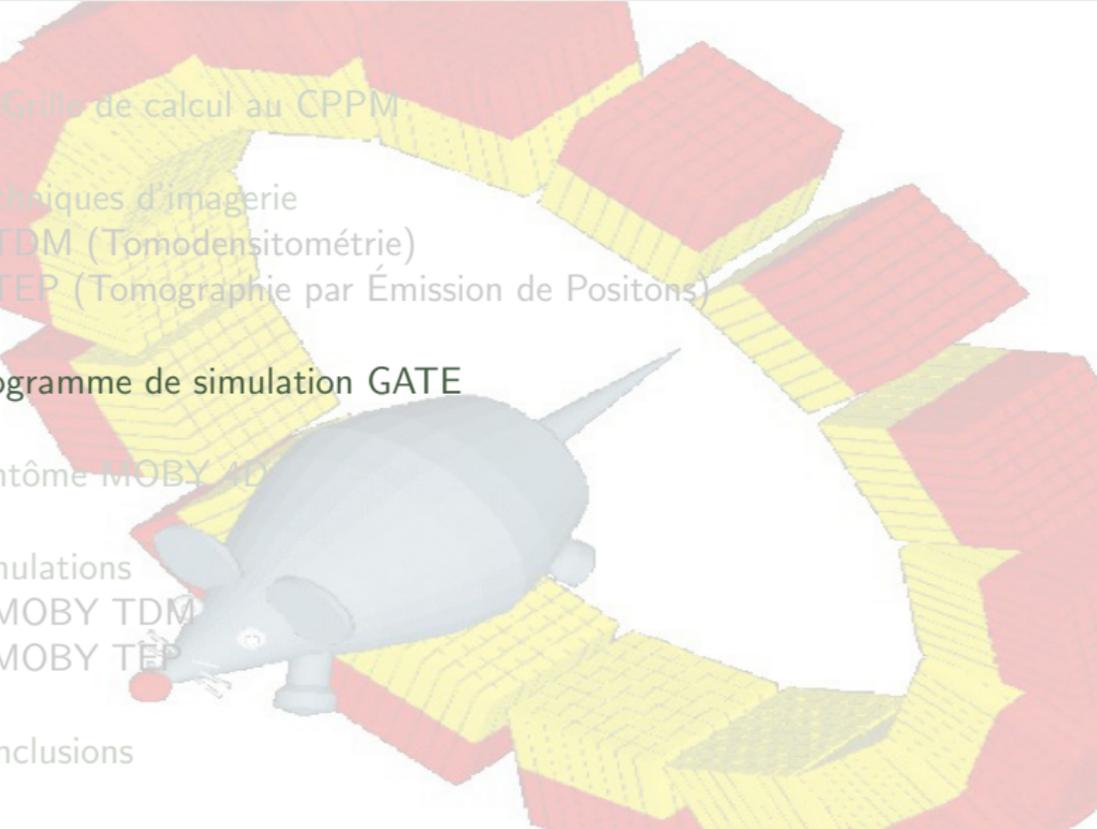
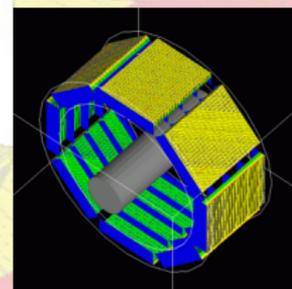
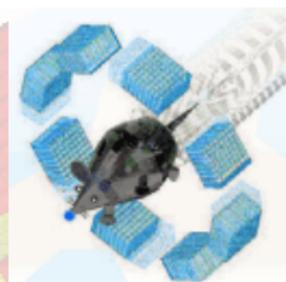


Figure: Tumeur primitive dans le poumon. *H. Necib, IMNC, Orsay*

- 
- 1 La Grille de calcul au CPPM
 - 2 Techniques d'imagerie
 - TDM (Tomodensitométrie)
 - TEP (Tomographie par Émission de Positons)
 - 3 Programme de simulation GATE
 - 4 Fantôme MOBY 4D
 - 5 Simulations
 - MOBY TDM
 - MOBY TEP
 - 6 Conclusions

Le programme de simulation GATE

- **GATE^a** = GEANT4 Application for Emission Tomography
- Plateforme pour la simulation Monte Carlo d'exams en tomographie clinique et préclinique:
 - Tomographie monophotonique **TEMP**
 - Tomographie par émission de positons **TEP**
 - Tomodensitométrie **TDM**
- Première diffusion publique GATE v1.0.0 en mai 2004
- Diffusion **GATE v6.0.0** en février 2010
- Collaboration internationale OpenGATE créée en 2002
- OpenGATE = 20 laboratoires (9 en France, 5 en Europe, 4 aux USA, 1 au Chili, 1 en Corée du Sud)



^a **Jan S.**, et al. GATE: a simulation toolkit for PET and SPECT. Physics in Medicine & Biology 49 (2004) 4543-4561

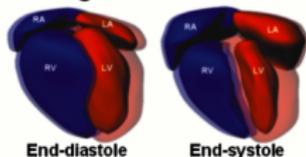
- 
- 1 La Grille de calcul au CPPM
 - 2 Techniques d'imagerie
 - TDM (Tomodensitométrie)
 - TEP (Tomographie par Émission de Positons)
 - 3 Programme de simulation GATE
 - 4 **Fantôme MOBY 4D**
 - 5 Simulations
 - MOBY TDM
 - MOBY TEP
 - 6 Conclusions

Fantôme MOBY 4D

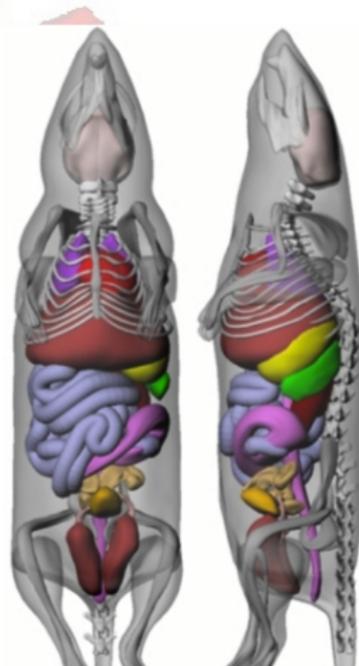
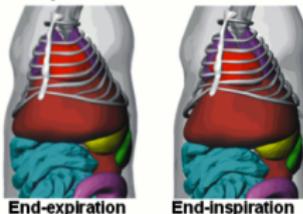
- MOBY^a développé par le Département de Radiologie et de Sciences Radiologiques au JHMI (Baltimore, USA) par Paul Segars
- Utilisations:
 - Méthodes de reconstruction
 - Acquisitions de données
 - Instrumentation

Motion Models

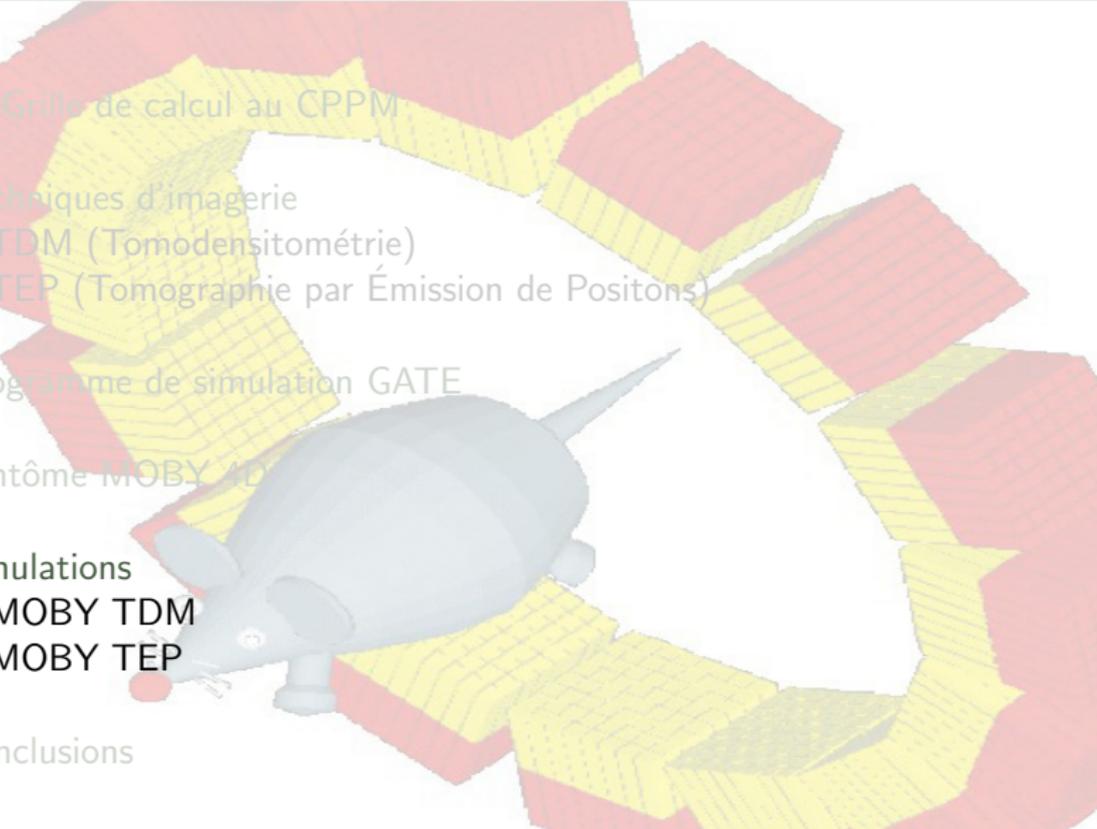
Beating Heart



Respiration



^aSegars WP, et al. Development of a 4D digital mouse phantom for molecular imaging research. *Molecular Imaging & Biology* 6, Issue 3 (2004) 149-159

- 
- 1 La Grille de calcul au CPPM
 - 2 Techniques d'imagerie
 - TDM (Tomodensitométrie)
 - TEP (Tomographie par Émission de Positons)
 - 3 Programme de simulation GATE
 - 4 Fantôme MOBY 4D
 - 5 Simulations
 - MOBY TDM
 - MOBY TEP
 - 6 Conclusions

MOBY TDM

● Simulation :

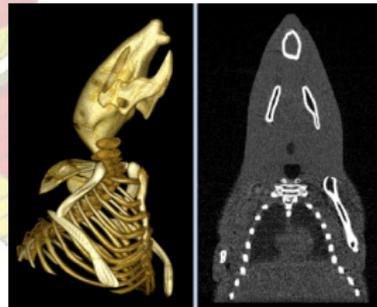
- 4 800 jobs
- 1 simulation ~ 60 heures
- ~ 600 heures sur la Grille
- ~ 33 ans sur 1 CPU
- ~ 6 GB de données
- particules simulées ~ $5,4 \times 10^{12}$

● Source de rayons-X :

- activité : 4,56 GBq
- tension-courant : 40 kV - 400 μ A
- fluence : 8460 ph.pix⁻¹.s⁻¹ à 310 mm
- filtre : 75 μ m Nb + 30 μ m Mo

● MOBY:

- fréquence cardiaque : 10 Hz
- fréquence respiratoire : 2 Hz



MOBY TEP

● Simulation :

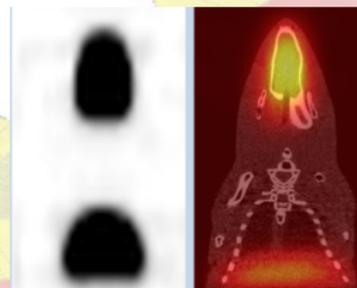
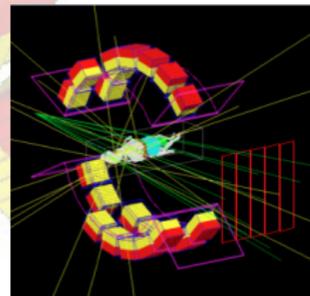
- 4 800 jobs
- 1 simulation \sim 40 minutes
- \sim 7 heures sur la Grille
- \sim 4,5 mois sur 1 CPU
- \sim 68 GB de données
- particules simulées $\sim 1,2 \times 10^{10}$

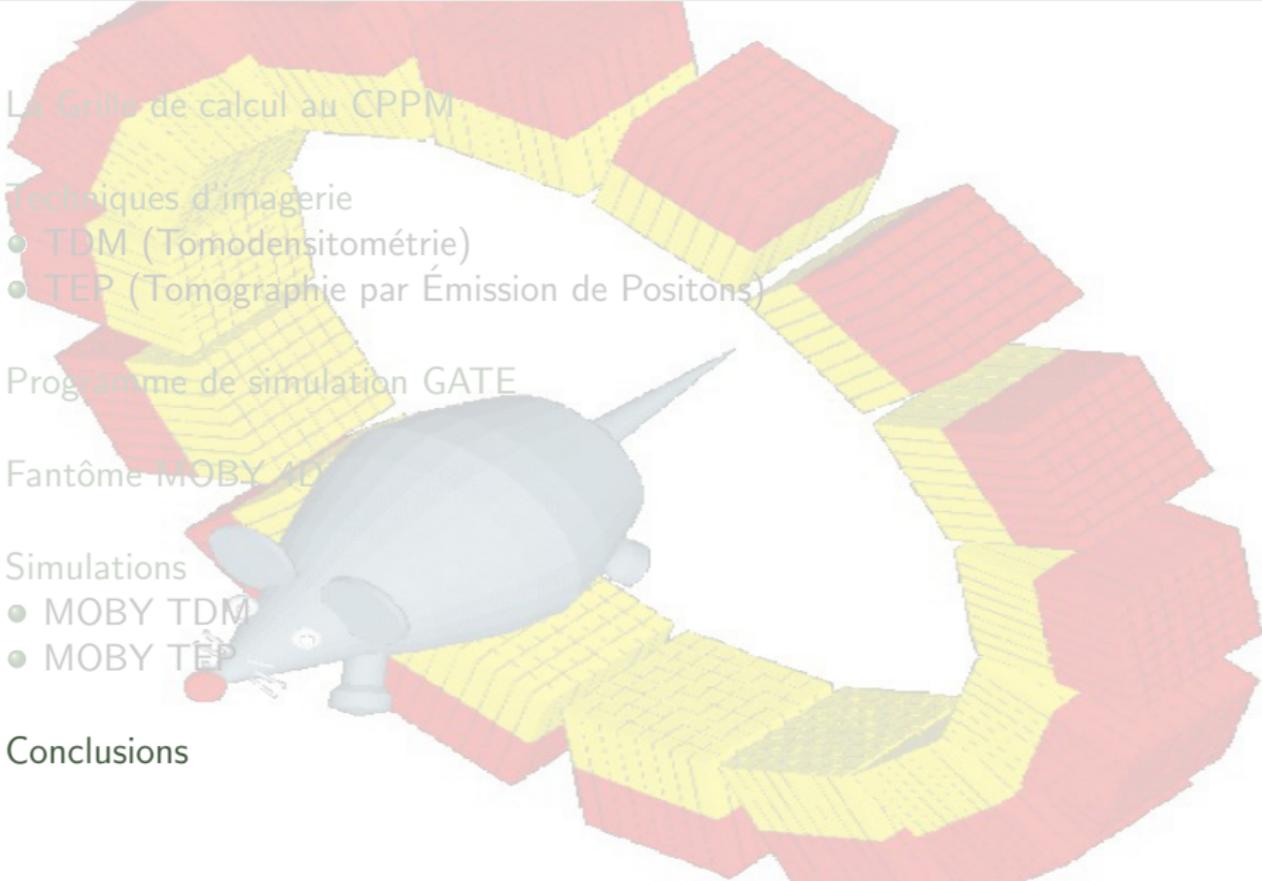
● Source gamma :

- activité dans le coeur (muscle) : 5 MBq
- activité dans le cerveau (substance grise) : 5 MBq

● MOBY:

- fréquence cardiaque : 10 Hz
- fréquence respiratoire : 2 Hz



- 
- 1 La Grille de calcul au CPPM
 - 2 Techniques d'imagerie
 - TDM (Tomodensitométrie)
 - TEP (Tomographie par Émission de Positons)
 - 3 Programme de simulation GATE
 - 4 Fantôme MOBY 4D
 - 5 Simulations
 - MOBY TDM
 - MOBY TEP
 - 6 Conclusions

Conclusions

- MOBY prouve que le système combiné TEP/TDM du CPPM est opérationnel
- MOBY fournit de nouvelles données TEP/TDM avec mouvements respiratoires et cardiaques permettant de développer de nouveaux algorithmes de reconstructions et d'analyses
- La Grille est le seul moyen envisagé au CPPM pour la création de bases de données TEP/TDM de souris simulées
- TDM : 1 CPU \sim 33 ans, GRID \sim 600 heures
- TEP : 1 CPU \sim 4,5 mois, GRID \sim 7 heures