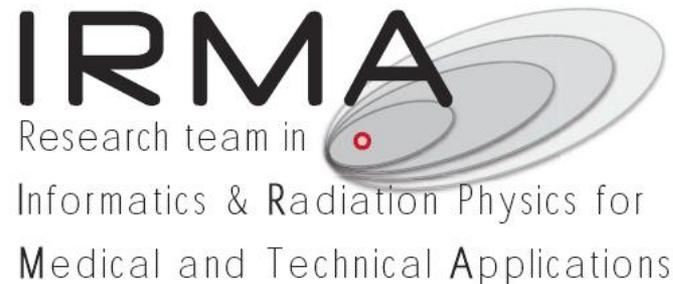


# Utilisation des techniques informatiques d'apprentissage en radioprotection et dans les domaines associés

L. Makovicka, J. Henriet, R. Gschwind, M. Sauget, E. Martin

IRMA / ENISYS / FEMTO-ST UMR 6174 CNRS, Montbéliard





- **Plan:**

- **Introduction**

- **Techniques choisies**

- **Applications:**

- 1- **Calculs dosimétriques**

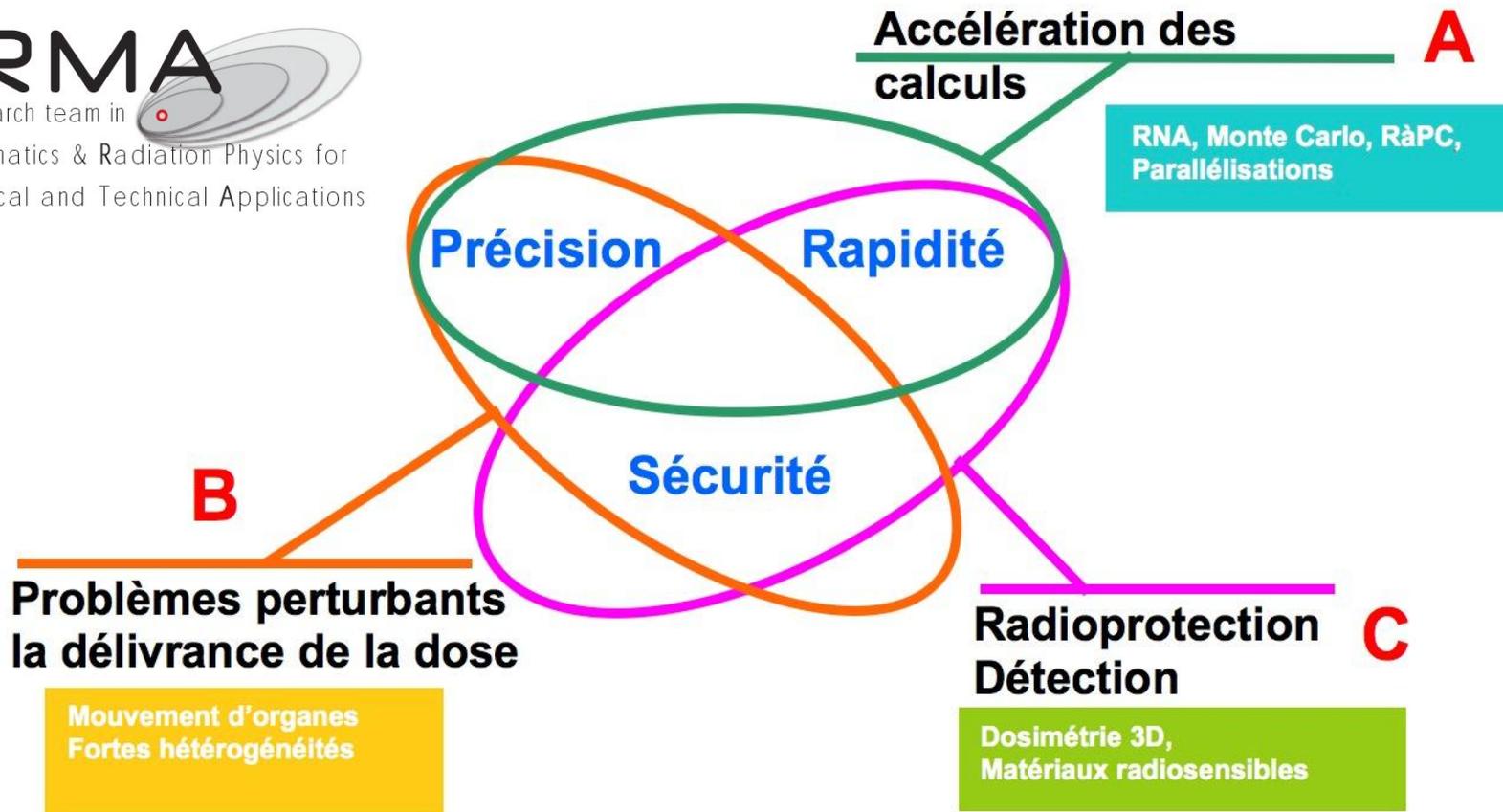
- 2- **Fantômes personnalisés**

- 3- **Mouvements d'organes**

- **Conclusion - perspectives**

# Introduction- Contexte - Objectifs:

**Introduire des techniques informatiques jusqu'à présent peu exploitées en dosimétrie médicale et en radioprotection**

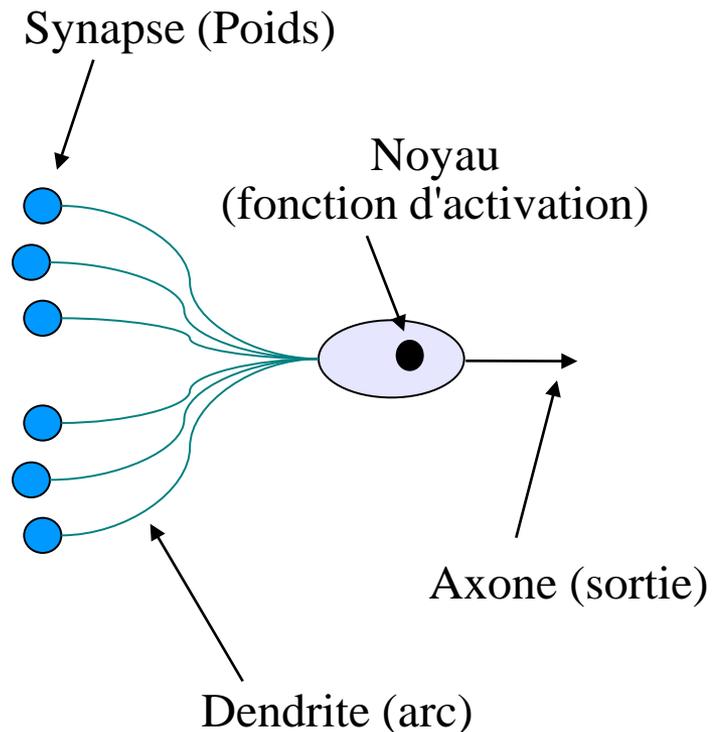
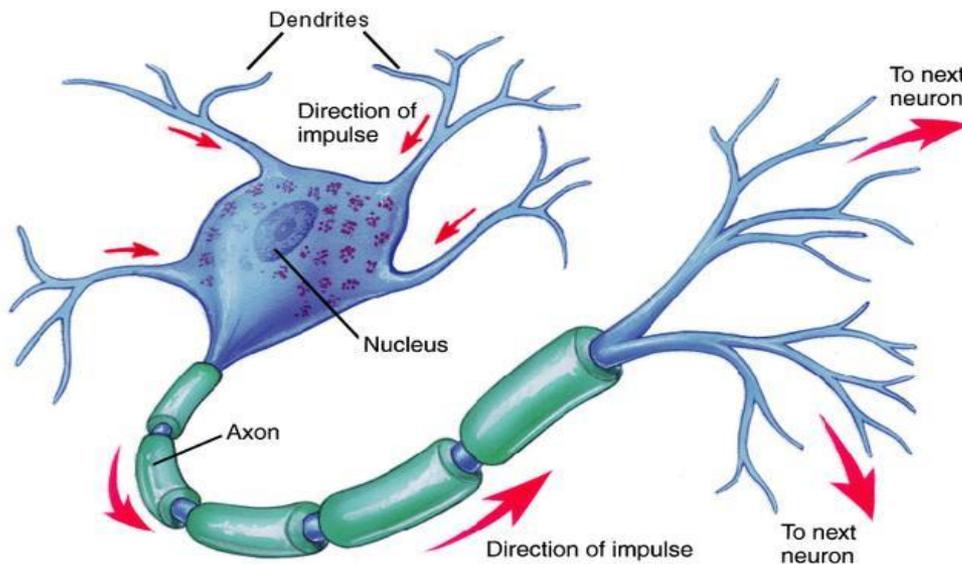


**Bonne balistique thérapeutique = meilleure radioprotection du patient**

# Techniques choisies : « RNA » et « RàPC »

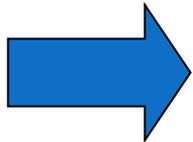
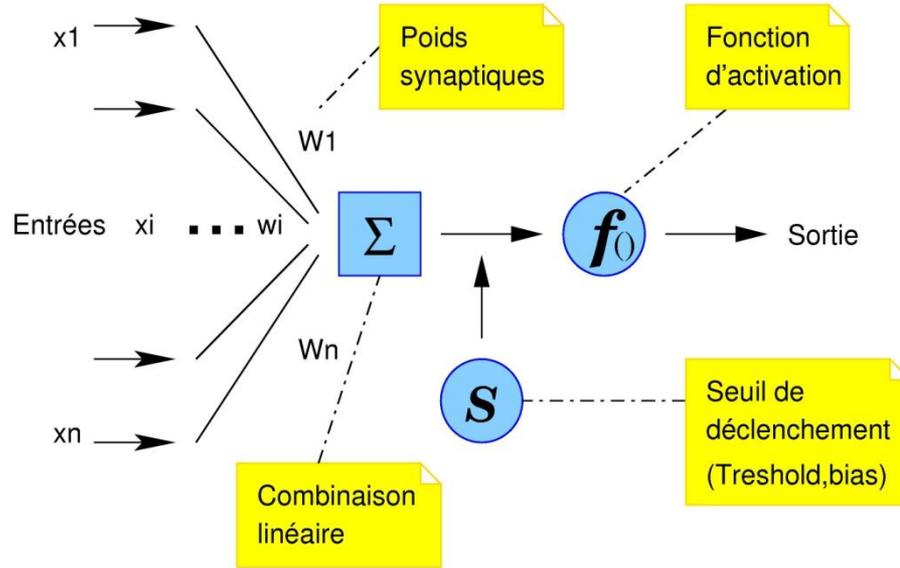
Réseaux de Neurones Artificiels (RNA) – fonctionnement basé sur deux phases :

- Première phase d'apprentissage basée sur des données connues - parfois longue mais en amont de l'utilisation pratique.
- Deuxième phase d'interpolation - des résultats obtenus à partir de nouvelles données non apprises - extrêmement rapide.

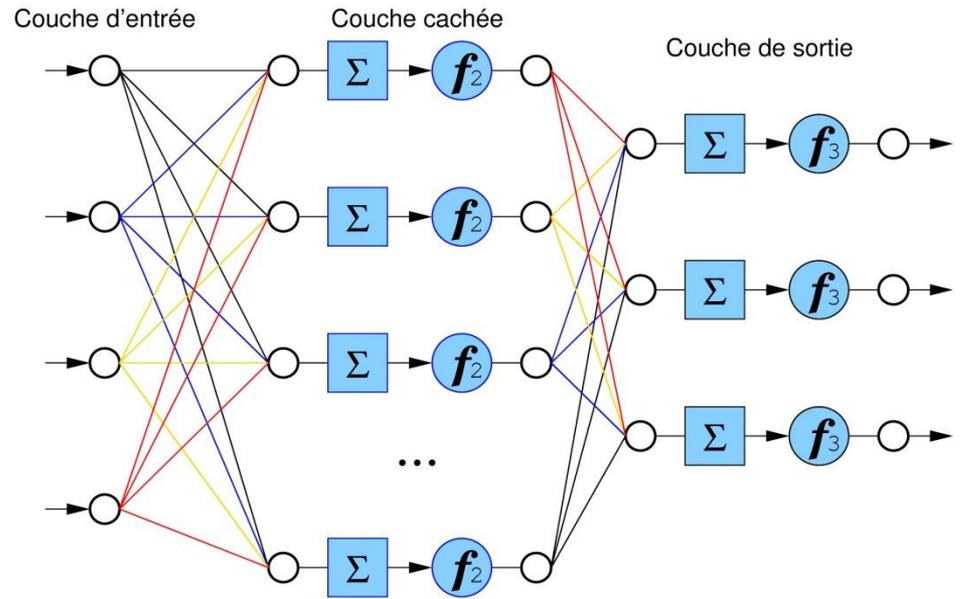


- Reçoit des informations par le biais de synapses.
- L'information est traitée par le noyau.
- Celle-ci est ensuite transmise aux autres neurones par l'axone

# Neurone artificiel

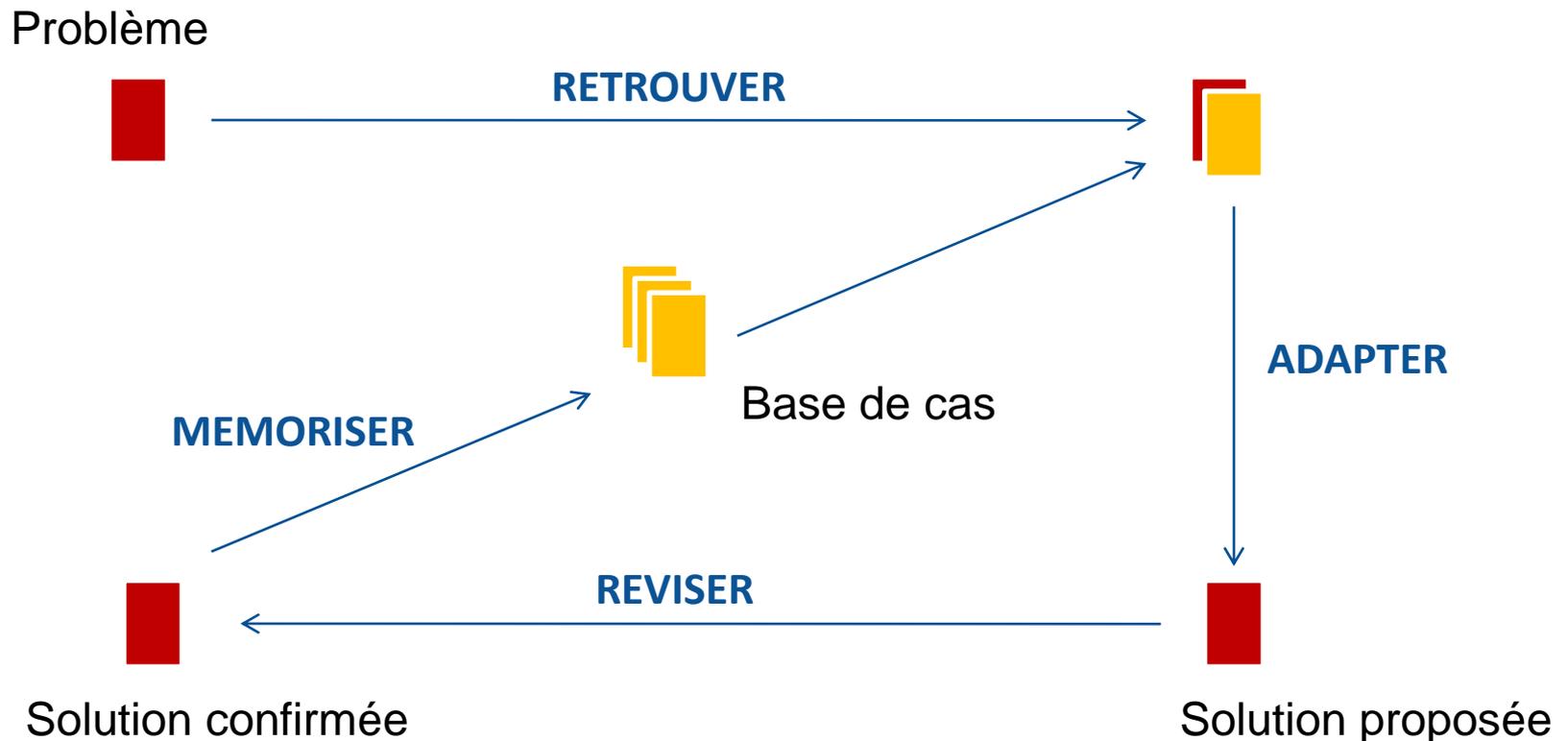


# Réseau de neurones artificiels



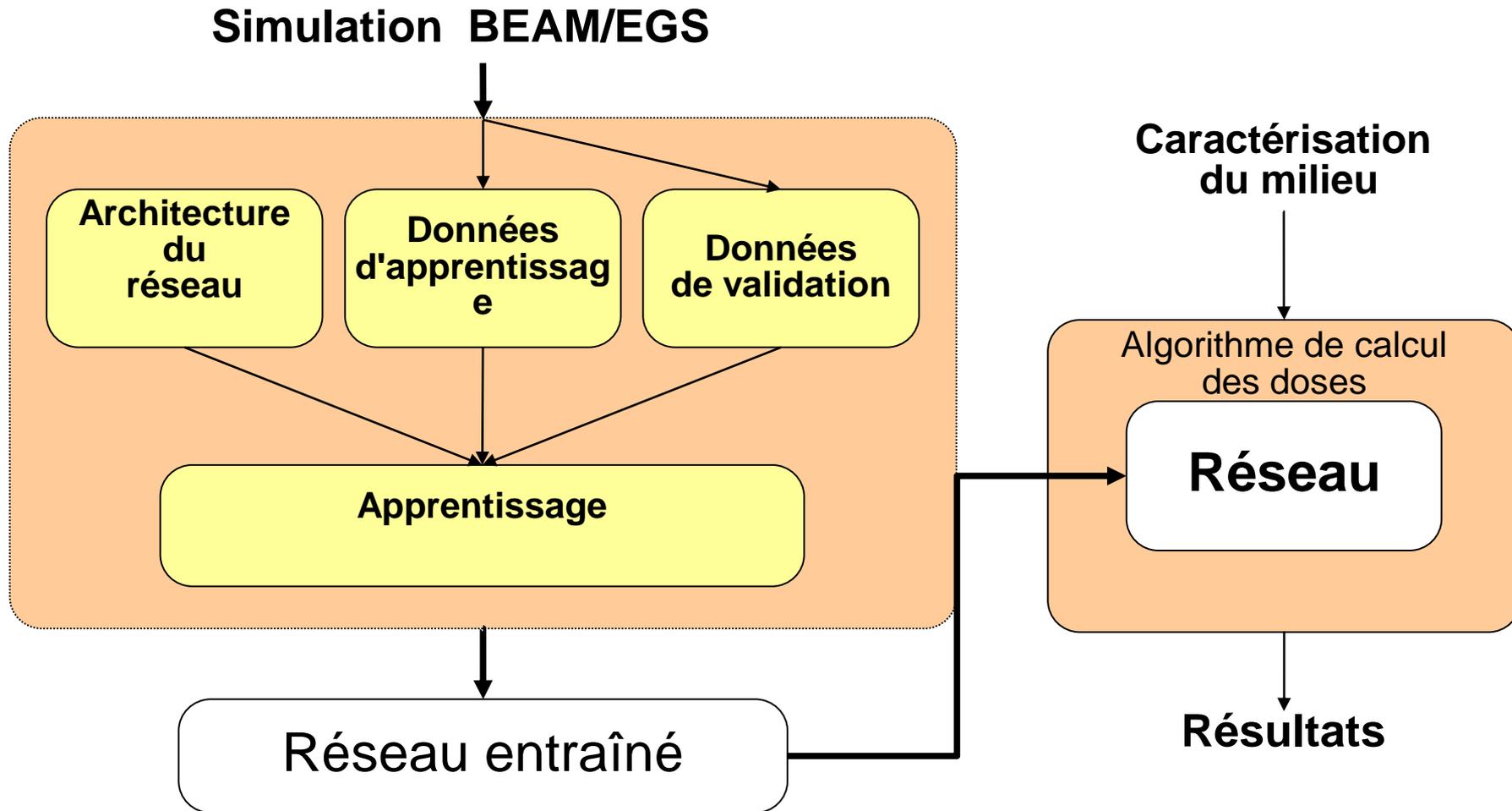
# Raisonnements à Partir de Cas (RàPC):

- **Méthode de résolution de problèmes** basée sur l'expérience
- **Nouveau problème, cas cible, proche d'un problème précédemment résolu, cas source, conservé dans une base de cas**
- **Utilisation des solutions déjà existantes pour résoudre le nouveau problème**



# 1-Calculs dosimétriques :

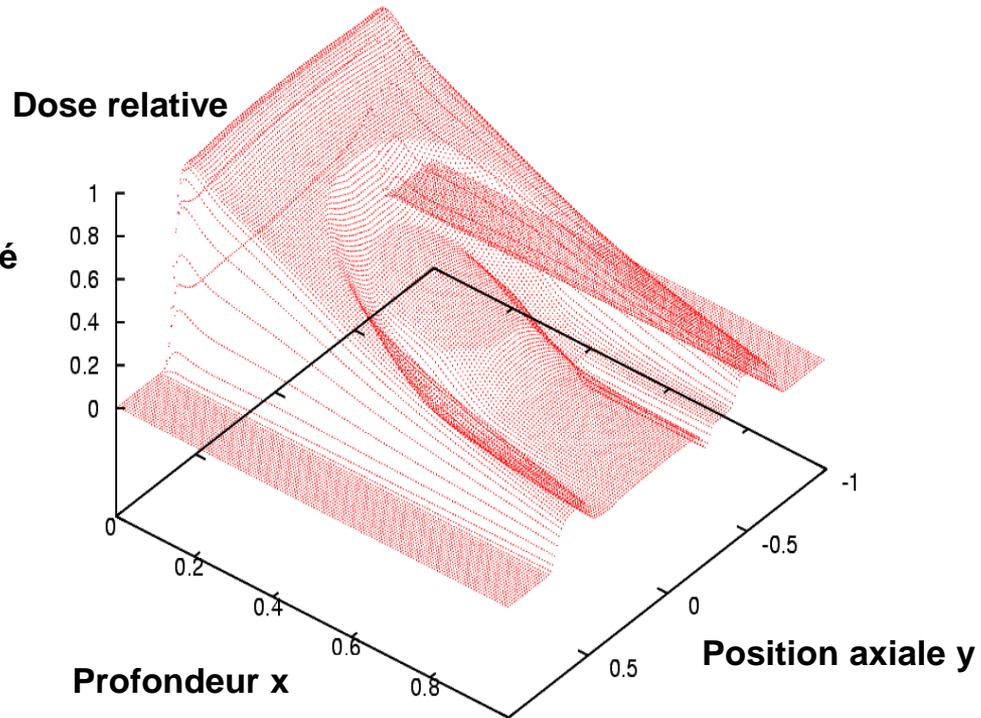
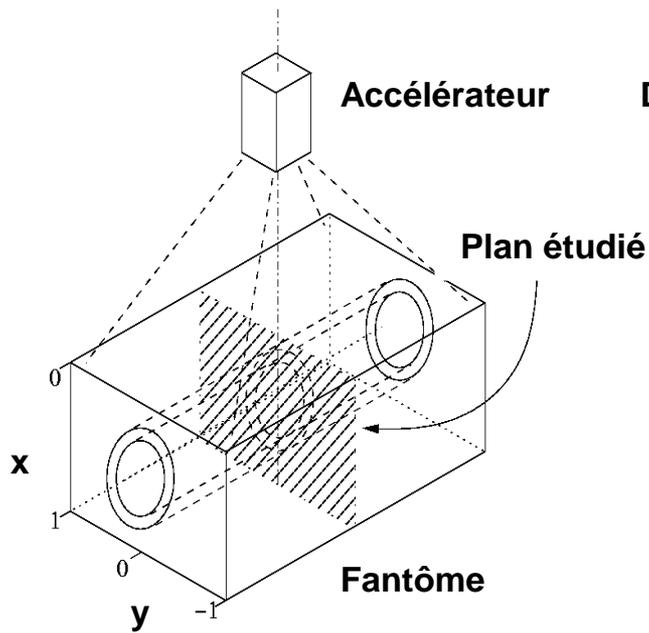
- permettre en utilisant les RNA une meilleure exploitation des méthodes de Monte-Carlo pour calculs des doses en radiothérapie externe



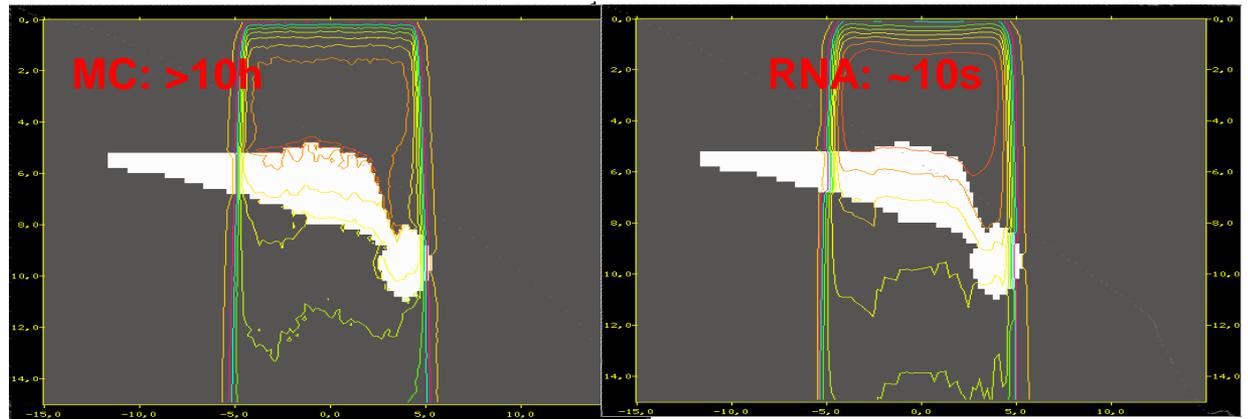
*Phys.Med.Biol. (2005), LNCS (2006), N I M B (2008), Radioprotection (2009),  
Thèse-M.Sauget (2007), Thèse-A.Vasseur (2009), Logiciel NEURAD (APP 2006)*

# Résultats obtenus:

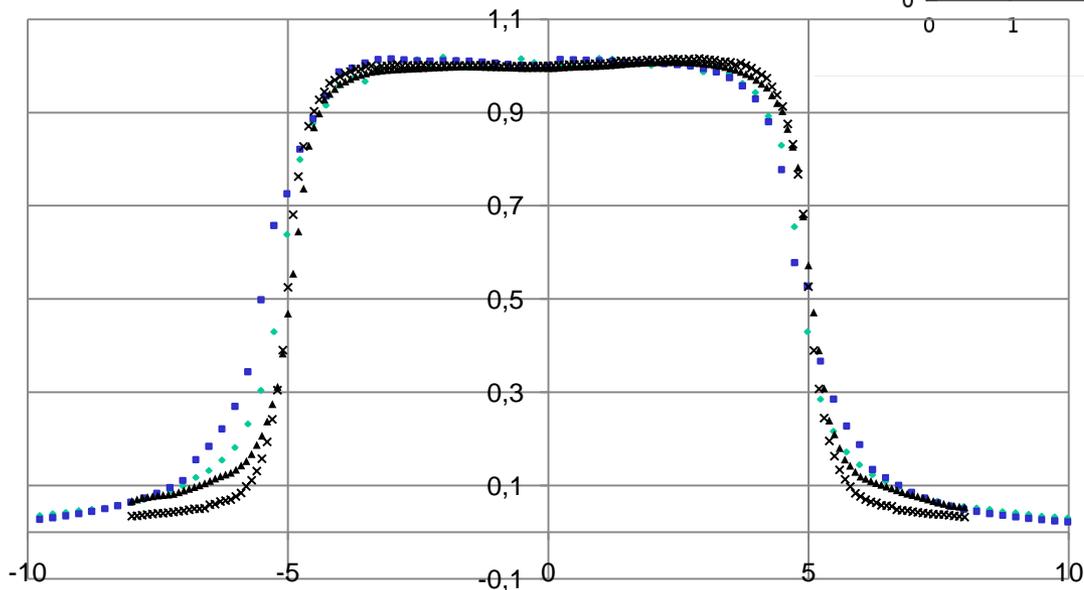
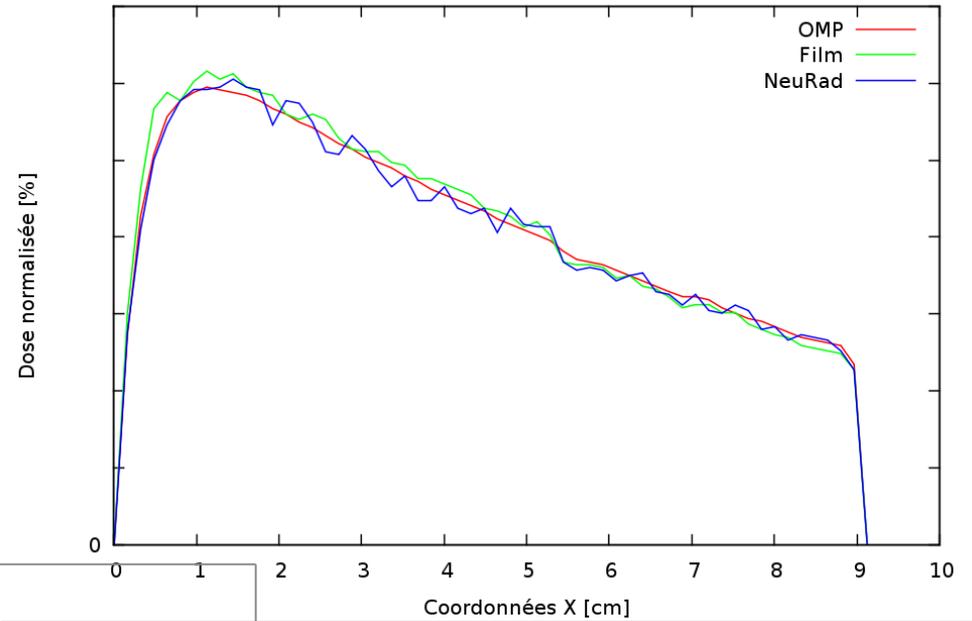
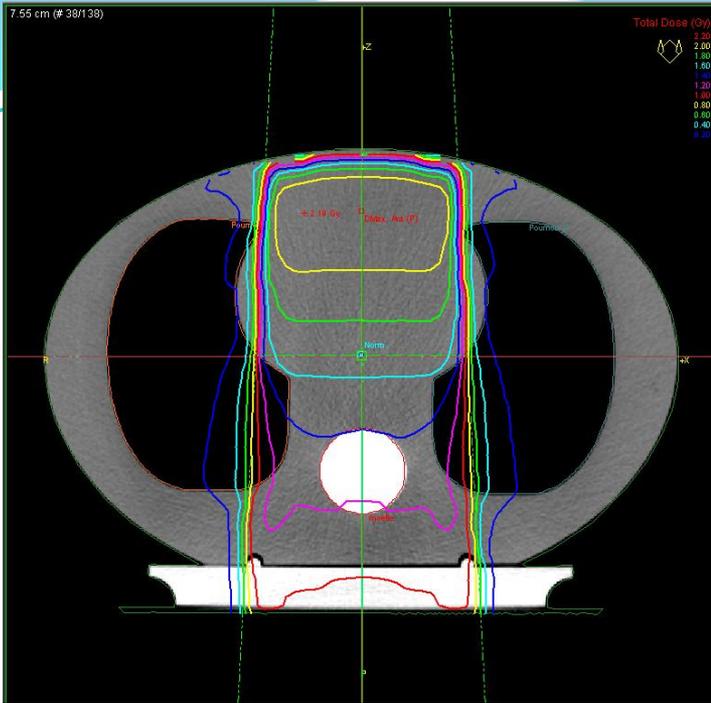
Calcul des profils de doses dans les milieux hétérogènes à géométrie complexe



Calcul de doses autour d'une prothèse de hanche plongée dans un fantôme d'eau



# Comparaison avec le TPS (OMP v3.1 sp2 - Nucletron)



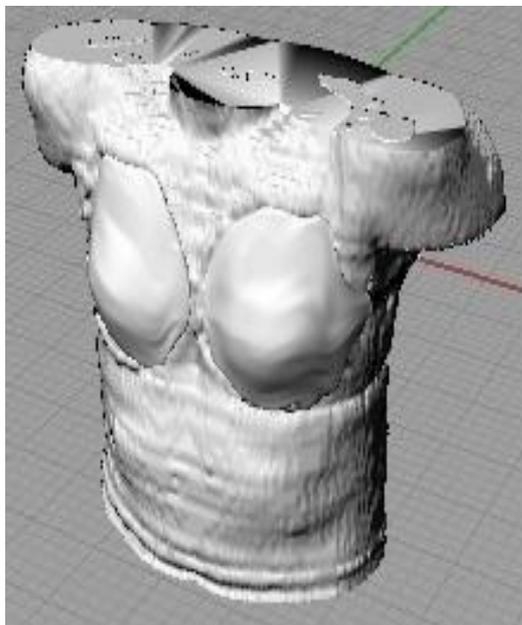
- ◆ NEURAD
- MC
- ▲ OMP CC
- × OMP PB

## 2- Fantômes personnalisés :

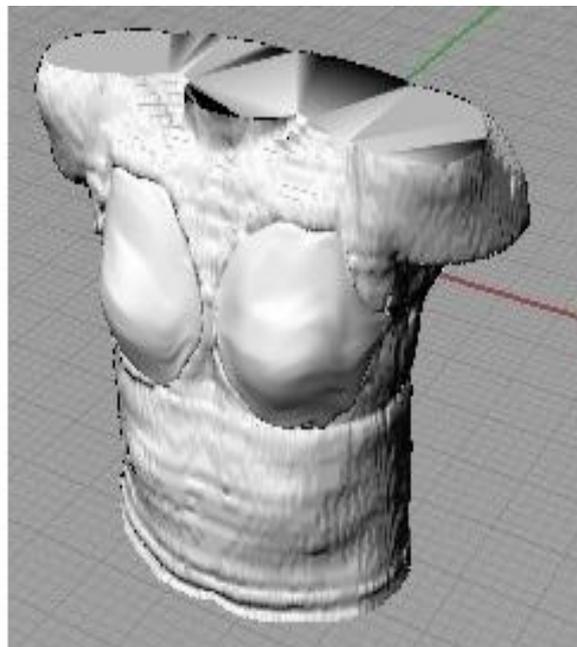
*(collaboration étroite avec LEDI / IRSN -D.Franck,D.Broggio,J.Farah,  
2 bourses « Master » SFRP => Radioprotection (2010), RPD (2011)*

- Cas de nécessité d'un diagnostic rapide et précis d'une victime d'irradiation accidentelle
- Utilisation de fantômes voxélisés, adaptés
- Objectif : adaptation du fantôme à une victime à partir de fantômes existants
- Outils : Raisonnement à Partir de Cas (RàPC) et Réseaux de Neurones Artificiels (RNA)
- Etude de cas: Conformer les contours des poumons en fonction de caractéristiques externes de la victime (taille...)
- Plateforme EquiVox

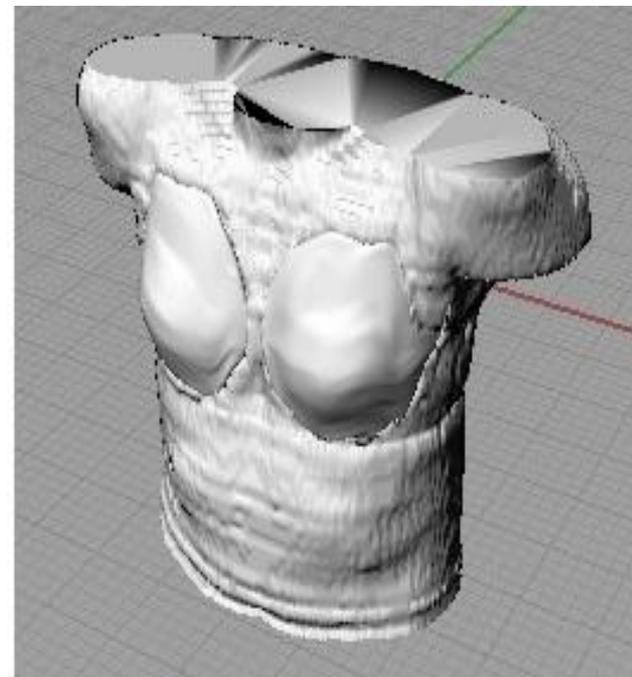
## Exemple d'utilisation simple des RNA (*fantôme-Farah-IRSN*)



Fantôme n°5  
Taille: 1.75 m  
Tour de poitrine : 100  
Fantôme en dessous



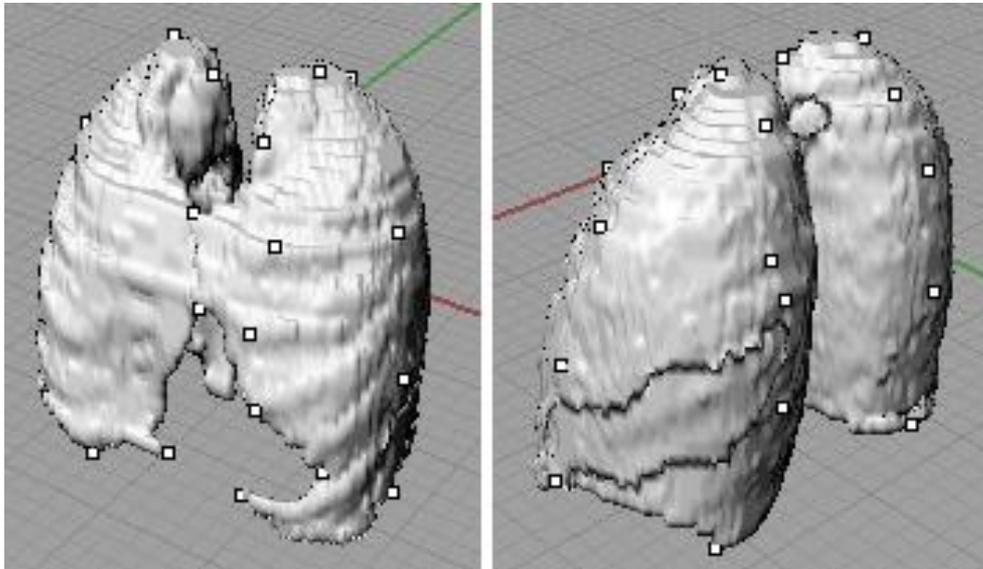
Fantôme cible n°6  
Taille: 1.78 m  
Tour de poitrine : 105  
Non appris



Fantôme n°7  
Taille: 1.80  
Tour de poitrine : 110  
Fantôme au dessus

# Etude de cas

- \* **But** : créer un fantôme adapté à une victime
- Interpolation d'un fantôme à partir du fantôme en dessous et du fantôme au dessus
- \* **Caractéristique externe principale** = taille
- \* **Validation de la méthode** à partir des 9 fantômes en base  
1 fantôme pas appris => à retrouver par le RNA grâce à ses caractéristiques externes



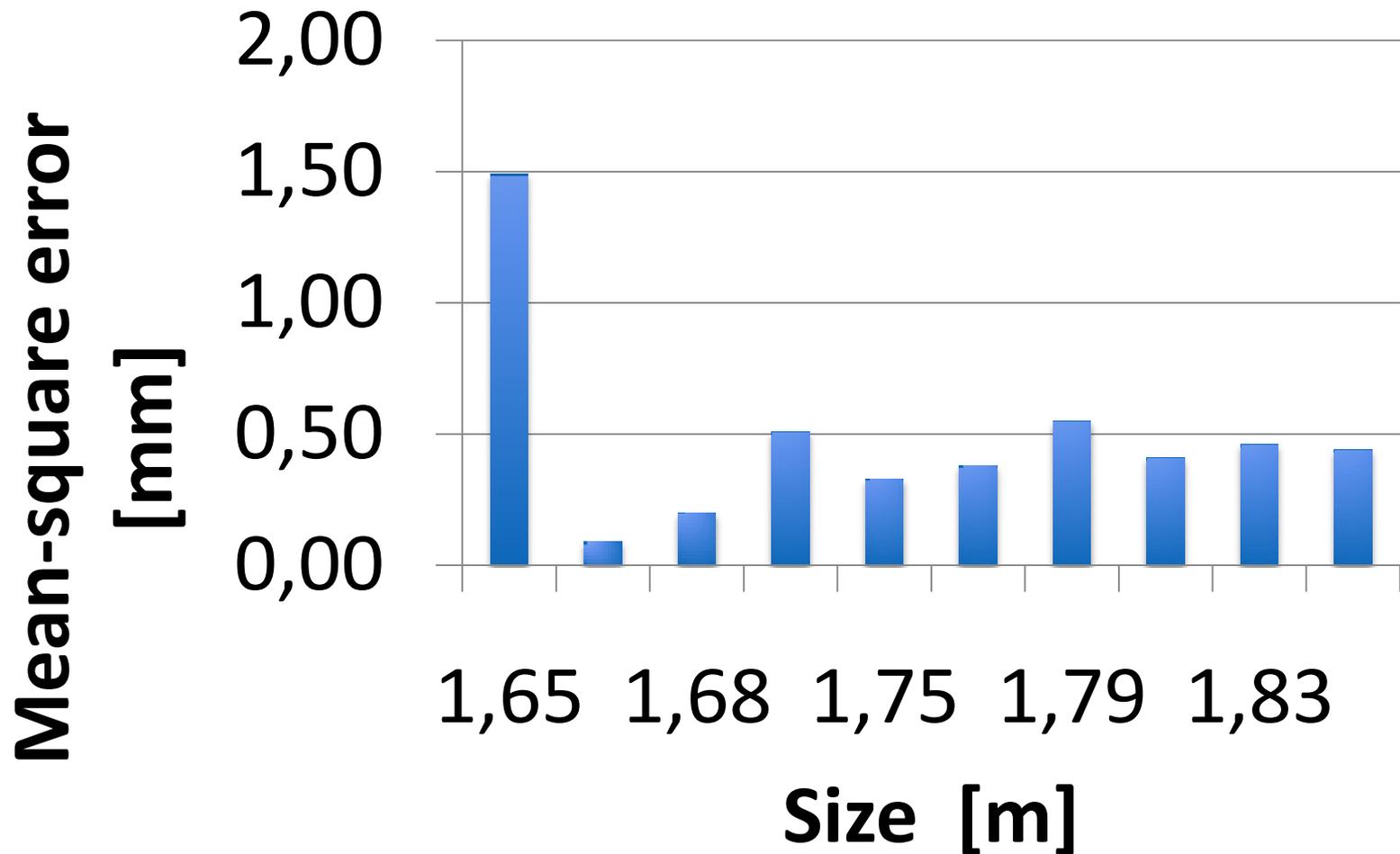
Tests préliminaires  
sur 30 points

Validation de la  
méthode sur la  
totalité des points  
constituants les  
fantômes

Fantôme de poumons = 26723 points, de coordonnées directement extraites de Rhino 3D

# TESTS ET RESULTATS

- \* Tests avec les fichiers de 30 points
- \* Configuration avec seulement la taille en entrée



# LA PLATEFORME EQUIVOX

Describe a victim

Age   (0 to 110 years)	<input type="text" value="35"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Size   (0 to 230 cm)	<input type="text" value="179"/>	Weight = <input type="text" value="4"/>
Weight   (0 to 250 kg)	<input type="text" value="70"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Gender   (male/female)	<input type="text" value="female"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Smoker   (yes/no)	<input type="text" value="no"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Thorax Volume   (13 to 35 l)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Lung Volume   (0 to 30 dl)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Extrathoracic Thickness   (21 to 120 mm)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Fat-Muscle Proportion   (18 to 30 kg/m2)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Under thorax perimeter   (71 to 110 cm)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Wirst Diameter   (5 to 20 cm)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Thorax Perimeter   (80 to 130 cm)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Heart Volume   (50 to 80 cl)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>
Ethnical Origin (caucas/...)	<input type="text"/>	Weight = <input type="text" value="1"/>

### 3- Mouvements d'organes :

(Thèse Rémy LAURENT- sout.prévue 2011, Cancer/Radiothérapie (2010))

#### Problématique - protection du patient en radiothérapie :

\*Cancers secondaires : irradiation tissus sains

\*Techniques manquant de précision

*Gating* : contraignante pour le patient  
malade

*Tracking* : dose importante pour  
acquérir le mouvement

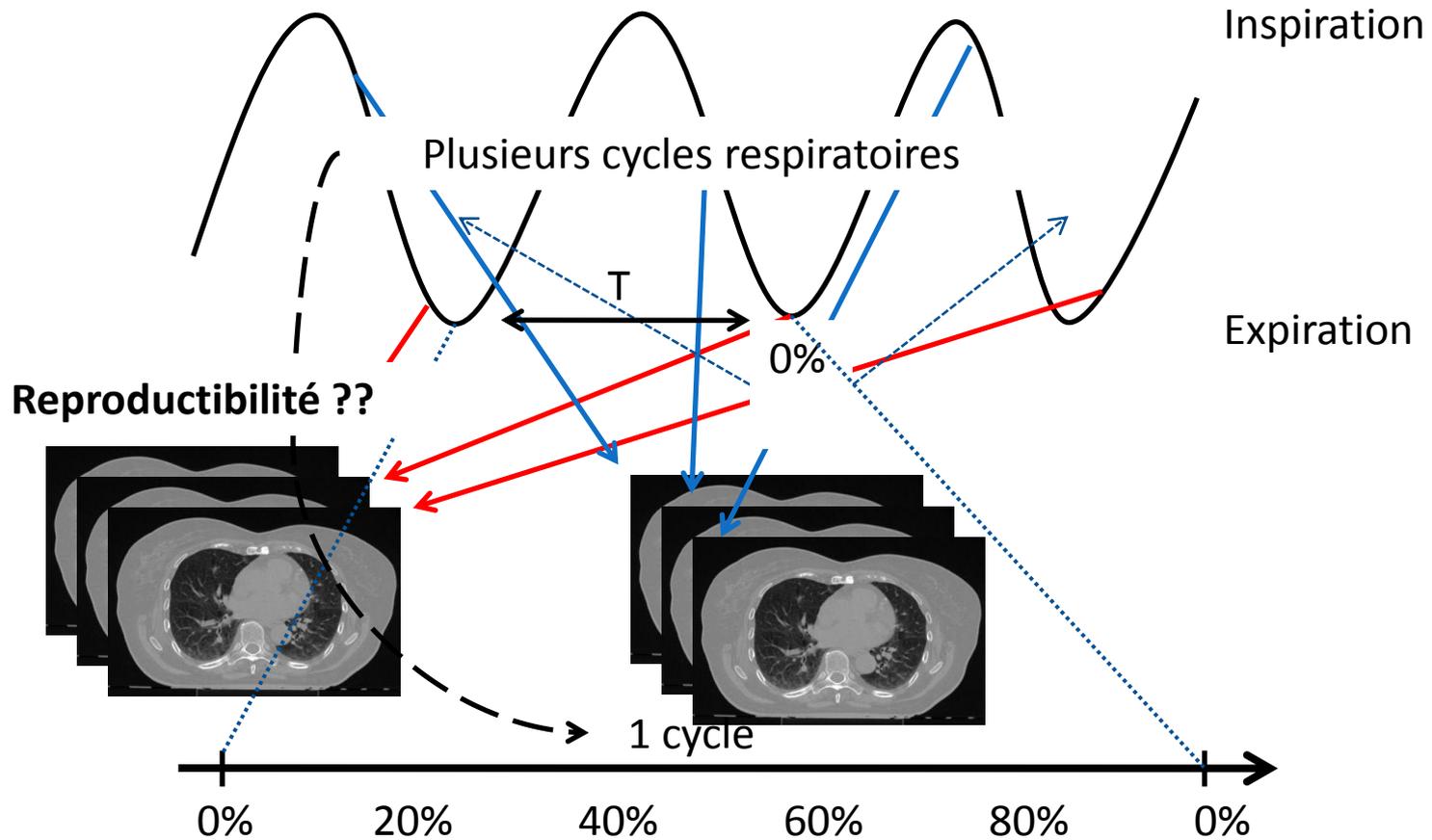
\*Cas particuliers : besoin d'une simulation

\*Connaissance du mouvement = Scanner 4D  
(nombreux artefacts)

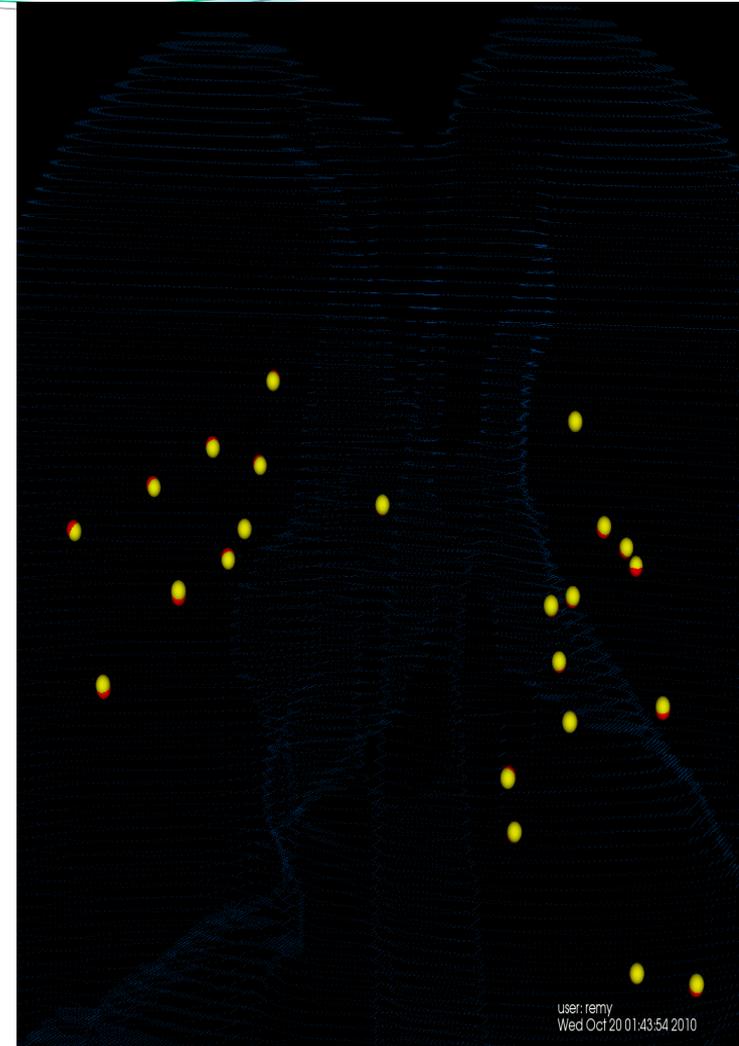
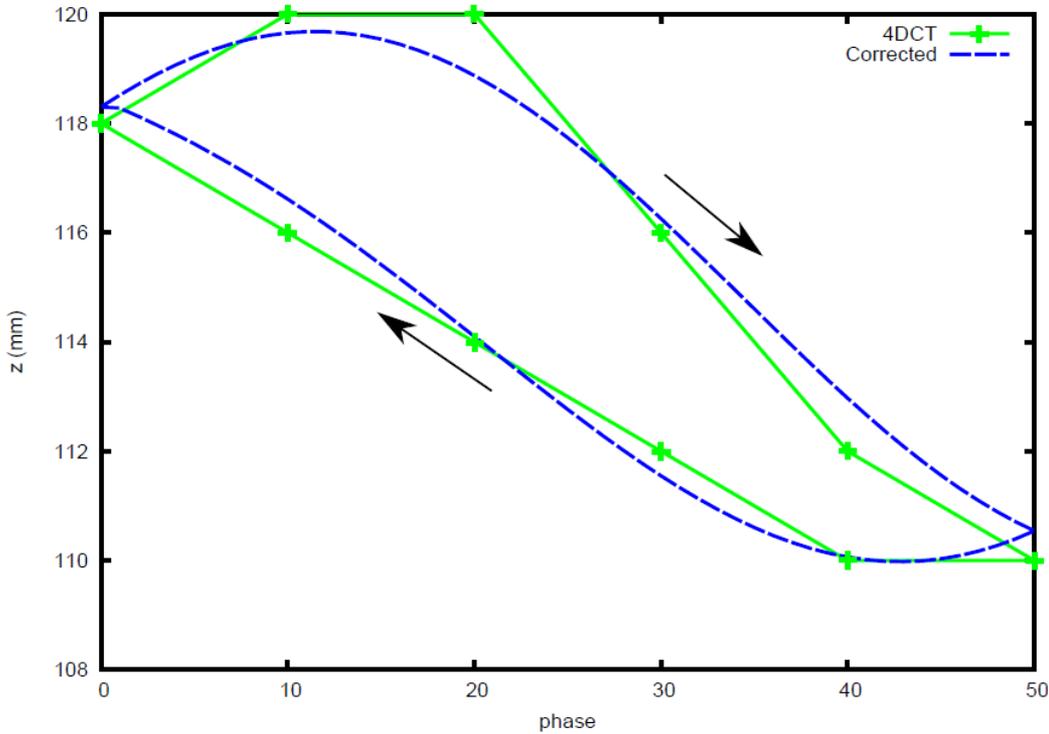
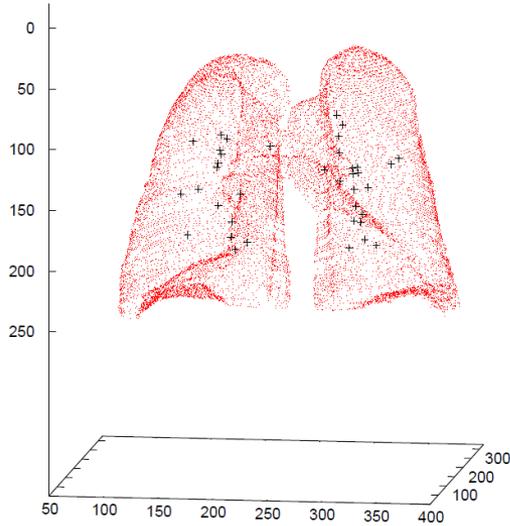


Idée de créer pour le patient son propre  
«fantôme» respirant via **RNA**

- Principe



# Aprentissage du mouvement par RNA



user: remy  
Wed Oct 20 01:43:54 2010

« Hystérésis respiratoire »

## Conclusion - Perspectives

- **Accélération de calculs (facteur 100) par rapport au MC avec la précision de MC**
- **Apprentissage des corrections (divergence des faisceaux, faisceaux fins, milieux faible densité etc)**
- **Utilisations des MC non biaisés**
- **Réalisation rapide des fantômes personnalisés**
- **Suivi réaliste des mouvements pulmonaires sans irradiations supplémentaires**
- **Actuellement peu d'inter-comparaisons possibles**



**Merci pour votre attention !**