



*JIPM 2013, Paris, le 7 novembre 2013*

Laboratoires Associés de Radiophysique  
et de Dosimétrie

# Recherche en physique médicale

*« Etat des lieux » – vu par le Président des L.A.R.D.*



**Pr. L. MAKOVICKA**

**Président des L.A.R.D.**

**IRMA**  
Research team in   
Informatics & Radiation Physics for  
Medical and Technical Applications

**LCPR-AC, LCR CEA, CE UMR 6249 CNRS**

**Université de Franche-Comté**



Laboratoires Associés de Radiophysique  
et de Dosimétrie

Association « Loi 1901 » née en 1984-86 grâce à l'initiative de **Pr.D.Blanc**(CPAT-UPS Toulouse), de **G.Portal** (IPSN-CEA) et de **5 laboratoires** (F).

### Les laboratoires membres actuels

#### IRSN

LMDN/SDE Cadarache

LEDI/SDI & LDRI/SDE Fontenay-aux-Roses

#### CEA

LIST-LNHB Saclay

#### CNRS

LPCR-AC Besançon-Montbéliard

LPC/IN2P3 Clermont-Ferrand

LPMM Clermont-Ferrand

XLIM-PEARL Limoges

IES-Radiac Montpellier

CRAN Nancy

IPHC/IN2P3 Strasbourg

LAPLACE Toulouse

#### INSERM

CRCNA Nantes

CRCT Toulouse

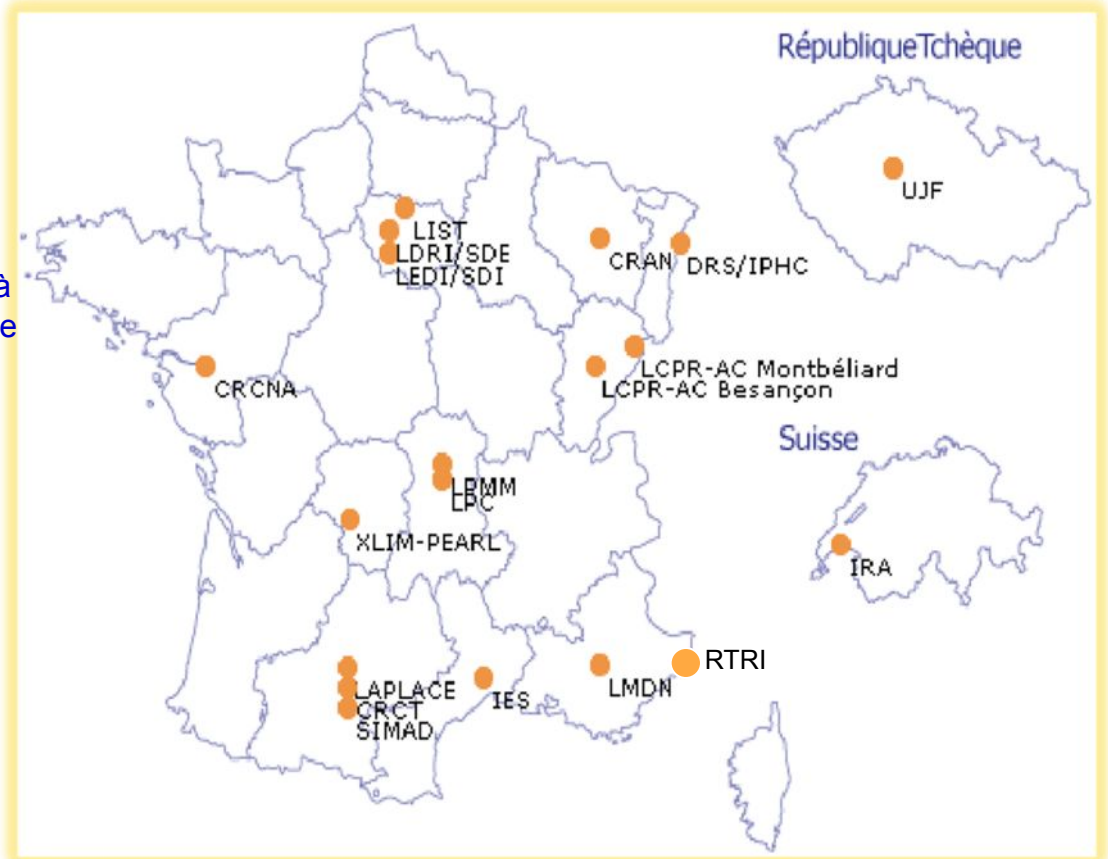
#### AUTRES

SIMAD Toulouse

EA-RTRI Nice

IRA Lausanne (Suisse)

NPI-DRD/UFJ Prague (Rép. Tchèque)



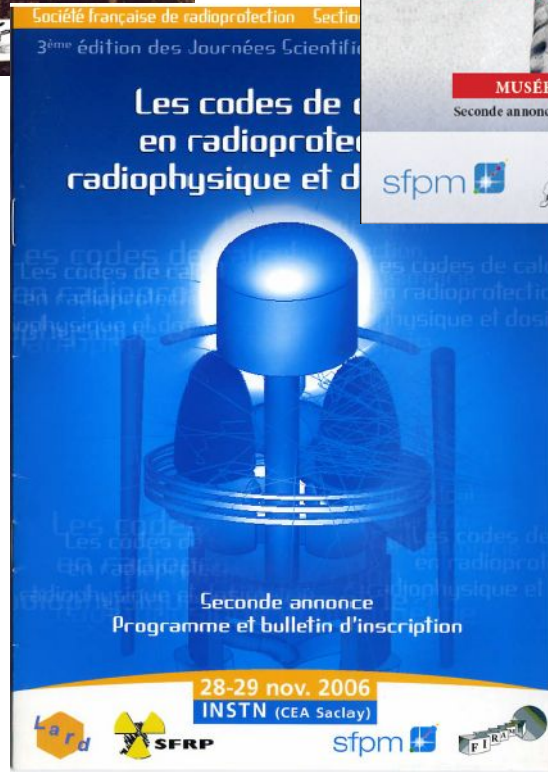
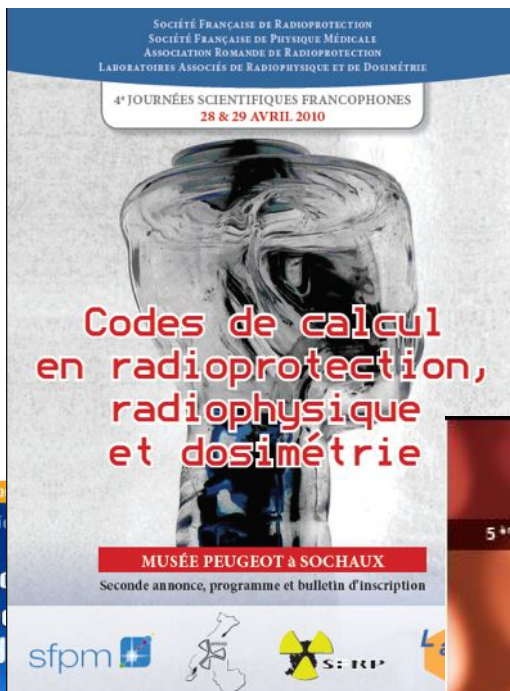
### Objectif initial:

\*Regrouper des laboratoires de recherche français spécialisés en radiophysique et en dosimétrie des rayonnements ionisants et créer au niveau français une association analogue à l' EURADOS

### Situation actuelle:

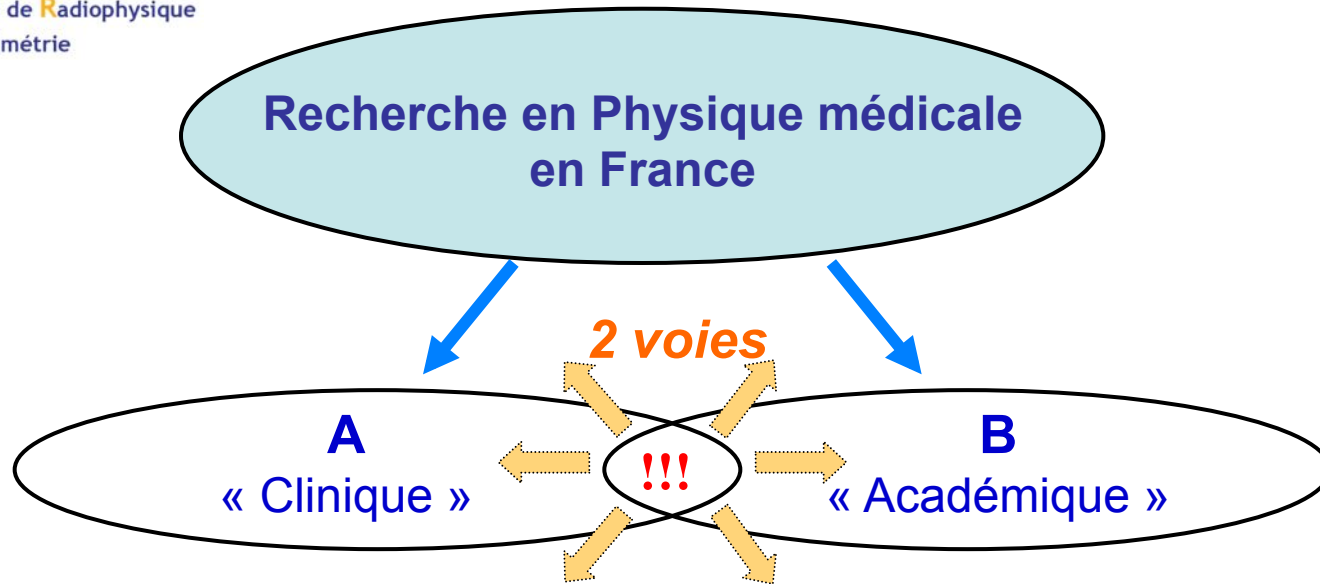
\*Association rassemble des équipes ou des laboratoires appartenant à des Universités ou aux grands organismes de recherche et allie la recherche fondamentale et la recherche appliquée

- \* Rencontres (journées) annuelles
- \* Prix « D.Blanc » - pour la meilleure thèse
- \* Implication dans les projets internat. (Colombie-2004, Colombie, Pérou-2008)
- \* Projets collaboratifs entre les équipes
- \* **Accueil important de Masters et de Thèses en Physique Médicale**





« Etat des lieux »



Avec la pratique hospitalière – Instituts (Curie, Roussy..), Centres anticancéreux, CHU....

Majoritairement **Physiciens Médicaux** (DQPRM, PhD, HDR..)

« **Pubmed, Medline** » - *Médical Physics, Phys. Med..Biol., Can./Rad., J.Nucl.Med., Int.J. Rad.Onc.Biol.Phys, Physica Medica....*

Majoritairement **SFPM...**

Etablissements:

Chercheurs:

Revue visés:

Sociétés savantes (F):

Sans la pratique hospitalière directe – Laboratoires: CEA, Universités, CNRS, INSERM, IRSN, EA....parfois adossés aux CHU ou CA

**Radiophysiciens, Radiochimistes, Radiobiologistes, Electroniciens, Informaticiens...**(DQPRM, PhD,HDR, IR, MCF, PU,CR,DR....)

« **Web of Sciences + Pubmed, Medline** » - *N.I.M,A&B, R.P.D., Rad.Mes., I.E.E.E., L.N.C.S., Biomed.eng., J. Phys. Chem., Radioprot., Appl.Rad.Isot.,.....+ Médical Physics, Phys.Med..Biol.,Can./Rad., Physica Medica*

**SFPM, SFRP, LARD....**

# a) LIST- CEA (LNHB + LM2S, LMD)

Composition:  
53+24 CDI, 5+2 CDD,  
4+6 Thèses en cours,  
3+3 stagiaires M2

## DOSEO : PLATEFORME DES TECHNOLOGIES POUR LA RADIOTHÉRAPIE ET L'IMAGERIE ASSOCIEE

### UNE PLATEFORME UNIQUE EN EUROPE

#### PLATE-FORME DES TECHNOLOGIES DE LA RADIOTHÉRAPIE ET DE L'IMAGERIE

PLATFORM FOR RADIOTHERAPY AND IMAGING TECHNOLOGIES

**INNOVATE**  
Technological components, software and instrumentation.

**INNOVER**  
Briques technologiques, logiciels et instrumentation.

**TRAIN**  
Training programs developed according to latest technological developments.

**RAPPROCHER**  
+ Acteurs réglementaires, professionnels, industriels, partenaires de R&D et partenaires internationaux.

**FORMER**  
Formations adaptées aux évolutions technologiques.

**MAÎTRISER**  
Références métrologiques adaptées; contrôle qualité, étalonnages, validations, certification.

**GATHER**  
+ Regulatory authorities, professional, industrial corporations, R&D partners and international partners.

**CONTROL**  
Adapted metrological references, quality control, calibration, validation, certification.



#### UNE PLATE-FORME OUVERTE ET MULTIMODALE AN OPEN MULTIMODAL PLATFORM

Plate-forme inscrite au Plan Cancer 2. Labellisée MEDICEN Paris Région. Sélectionnée plate-forme d'innovation FUI. Lieu partagé d'innovation et de formation dans une zone ouverte du centre CEA Saclay.

The platform participates in the 2<sup>nd</sup> French National Cancer Program. Approved by MEDICEN Paris Région, the cluster for innovative therapies and advanced technologies in healthcare. Selected for funding by the French National Innovation Fund.



MESURE DE LA DISTRIBUTION DE DOSE à l'aide de dosimètres thermoluminescents autour d'une source radioactive d'<sup>60</sup>Co.  
MEASUREMENT OF DOSE DISTRIBUTION with thermo-luminescent dosimeters for <sup>60</sup>Co radioactive sources

#### UN ESPACE TECHNOLOGIQUE DE 2400 m<sup>2</sup>

- Un espace actuel de 1000 m<sup>2</sup>: hall, bureaux, salles de réunions.
- Un espace formation de 400 m<sup>2</sup>: salles d'études, salles de conférences.
- Un plateau technologique de 1000 m<sup>2</sup>: deux accélérateurs, un scanner, un plateau technique de curiothérapie [<sup>192</sup>Ir et <sup>192</sup>Pd], un irradiateur de <sup>60</sup>Co, des laboratoires et un serveur de calculs.

#### A 2,400 m<sup>2</sup> CENTER DEDICATED TO TECHNOLOGY

- 1000 m<sup>2</sup> reception area: hall, offices, meeting rooms.
- 400 m<sup>2</sup> training space: classrooms, conference rooms.
- 1000 m<sup>2</sup> technological platform: two accelerators, a scanner, a <sup>60</sup>Co irradiator, a technical brachytherapy platform [<sup>192</sup>Ir & <sup>192</sup>Pd], laboratories, and a computing server.



Accélérateur 1  
Irradiateur <sup>60</sup>Co



Accélérateur 2  
Laboratoires



Scanner  
Calculs



Curiothérapie

From left to right:  
Accelerator #1, Accelerator #2, Scanner, Brachytherapy, <sup>60</sup>Co Irradiator, Laboratories, Computing.



#### UNE OFFRE UNIQUE DE LA R&D AU TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

##### PROJETS COLLABORATIFS DE R&D

Développement de produits au sein de la plate-forme à l'aide d'équipements, de moyens humains et d'espaces tertiaires mis à disposition des acteurs du domaine.

##### FORMATION

DOSEO sera un centre de formations initiale et continue. DOSEO pourra également assurer la formation des clients des industriels.

##### TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

DOSEO permettra de proposer :  
- une nouvelle offre pour de nouveaux étalonnages,  
- de nouveaux tests inter-laboratoires,  
- un support aux démarches qualité, contrôle, certification, expertise, etc.  
- un terrain favorable à l'éclosion de start-up.

##### PRESTATIONS DE SERVICES

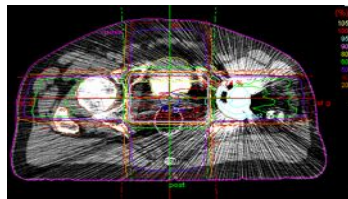
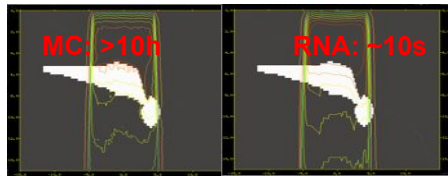
Réalisations des tests ou mise au point de protocoles sur un produit afin d'obtenir une validation avant commercialisation. DOSEO constituera une plate-forme de référence pour la validation des produits en termes de qualité et de sécurité.

**Composition de l'équipe** (choisie à titre d'exemple parmi les UMR CNRS) :

**4 CDI (1PU,1MCF-HDR,2 MCF), 2 CDD (IR,Postdoc), 3 Thèses en cours, 2- 4 Masters/an, 4 Chercheurs associés (= 4 Physiciens médicaux DQPRM - CHRU), Formation locale: Lic. DORA**

**La plupart des équipes UMR CNRS est impliquée directement dans les formations M1,2 (Toulouse,Clermont,...)**

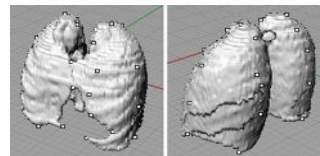
**Objectifs scientifiques :**



**B**

**Problèmes perturbants la délivrance de la dose**

Mouvement d'organes  
 Fortes hétérogénéités

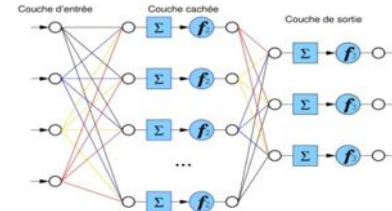


**Accélération des calculs**

**A**

**3 Thèses soutenues**

RNA, Monte Carlo, RàPC, Parallélisations



**Précision**      **Rapidité**

**Sécurité**

**Radioprotection  
 Détection**

**C**

Dosimétrie 3D,  
 Matériaux radiosensibles



**1 Thèses soutenues,  
 1 Thèse en cours**

**3 Thèses soutenues,**

**2 Thèses en cours**



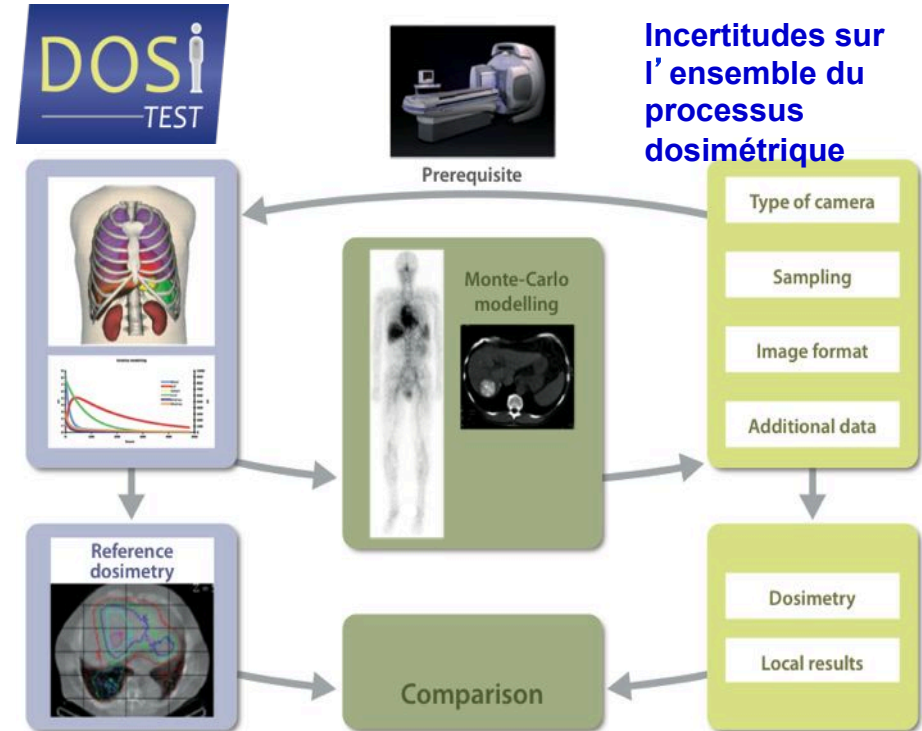
Dose Absorbée/Effet en radiothérapie interne vectorisée

Composition de l'équipe (choisie à titre d'exemple parmi les UMR INSERM – membre des L.A.R.D.) :

1 CDI (Dir.Rech.), 3 CDD, 2 Thèses en cours, 2 Masters/an

Formation locale: M2 RIM

La plupart des équipes UMR INSERM est impliquée directement dans les formations Masters (Toulouse, Nantes,...)



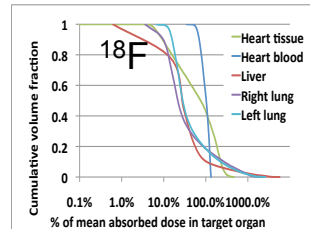
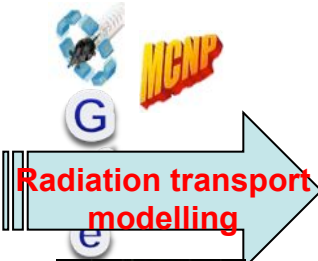
Incertitudes sur l'ensemble du processus dosimétrique

- Type of camera
- Sampling
- Image format
- Additional data

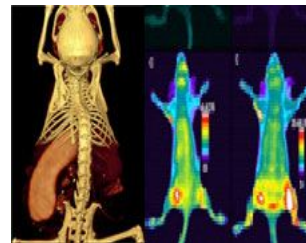
- Dosimetry
- Local results

Imagerie et radiothérapie interne vectorisée

Optimizing targeted radiotherapy



Dosimetry



Quantitative Imaging

Essai clinique «virtuel»  
Basé sur la simulation (Gate)  
Financement:

- CGO
- PhysiCancer
- EuraMET

MOBY

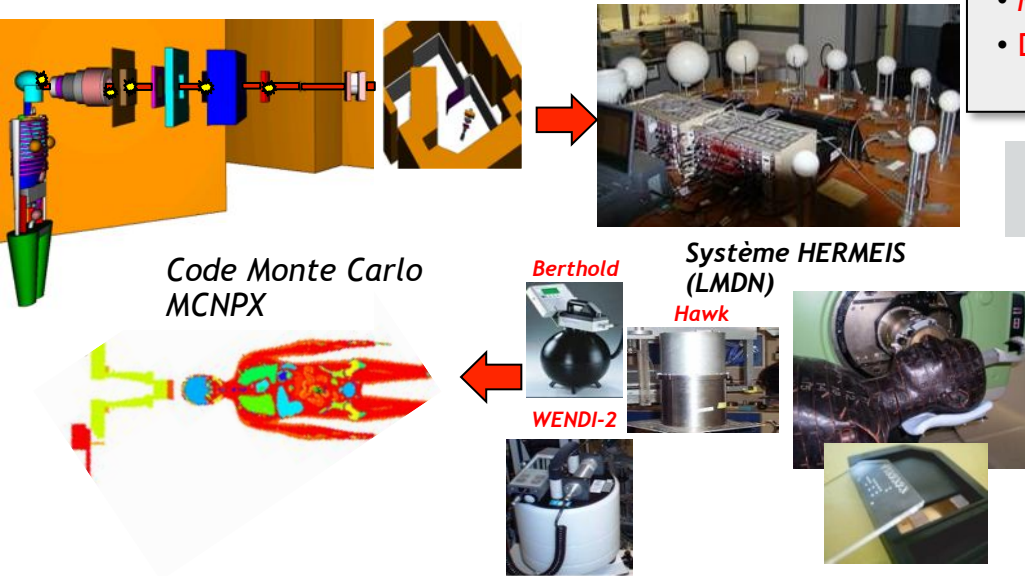
Absorbed dose to assess efficacy/toxicity

## d) IRSN (LEDI + LDRI)

Composition: 15+11 CDI, 3+4 CDD, 3+3 Thèses en cours, 3-4+3-4 stagiaires M2

Implications dans les formations: M2(Orsay),DQPRM (INSTN), LPDORA(Montbéliard)

Doses secondaires en protonthérapie



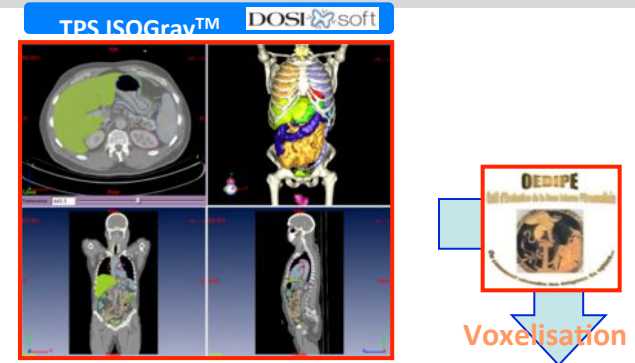
## 1. Radioprotection des patients

- Doses secondaires en protonthérapie
- Dosimétrie des mini-faisceaux de radiothérapie
- Dosimétrie en radiologie interventionnelle
- Projet ROSIRIS
- Radioimmunothérapie Alpha
- Dosimétrie en médecine nucléaire
- Microdosimétrie interne
- Dosimétrie cardiaque dans le cadre de la radiothérapie

LDRI

LEDI

Influence de la morphologie des patients sur la dosimétrie des radiopharmaceutiques



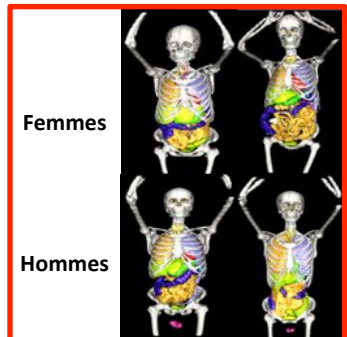
Segmentation de 28 organes

Fantômes voxélisés



Attribution des densités

Représentations 3D



Femmes

Hommes

## 2. Radioprotection des travailleurs

- Dosimétrie travailleur en RI et MN (projet européen ORAMED)
- Dosimétrie cristallin (projet européen ELDO)
- Dosimétrie interne dans le cadre de la médecine nucléaire

LDRI

LEDI



e) Autres :

**SIMAD Toulouse**

**EA-RTRI Nice**

**IRA Lausanne (Suisse)**

**NPI-DRD/UFJ Prague (Rép. Tchèque)**



*Structures comparables aux équipes « CNRS ou INSERM »*

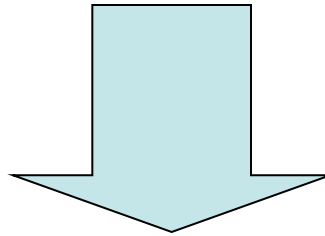


*Structures comparables aux équipes IRSN ou CEA*

**Physique**

« voies A + B (a,b,c,d,e) »

**Médicale**



## Bilan Général de la Recherche en Physique Médicale (F) :

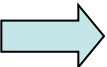
I) Aspects scientifiques :

Pertinence des thématiques traitées  
Publications – brevets - droits d'auteurs  
Collaborations nationales et internationales

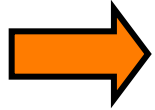


***Bilan positif***

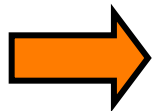
II) Aspects organisationnels ou administratifs : ***quelques obstacles***



## Problèmes de fond de la Recherche en Physique Médicale à long et moyen terme

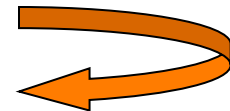


**Pratiquement aucune reconnaissance en tant que discipline scientifique dans le système universitaire français : très pénalisant pour l'ensemble de la discipline mais surtout pour les carrières dans la « voie A »**



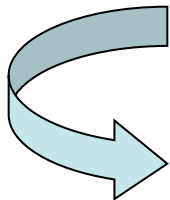
**La plus part des physiciens de terrain ignorent pratiquement tout sur le recrutement pour les carrières universitaires ou scientifiques**

### **Conséquences:**



**Accès très laborieux ou presque impossible à des carrières universitaires ou hospitalo-universitaires => ? Direction? ? Services de Physique?**

**Dispersion et affaiblissement progressif de la recherche fondamentale** (subventions, aides, soutiens...)



## **CNU ? Sections CNU ?**

**Actuellement les équipes de physique travaillant pour la Physique médicale ou la Radioprotection dans les L.A.R.D. sont dispersées dans les:**

**Section 28: Physique du solide**

**Section 29: Physique des particules**

**Section 30: Physique des milieux dilués**

**Section 31: Chimie- Physique**

**Section 63: Electronique**

**Section 39: Sciences Pharmaceutiques**

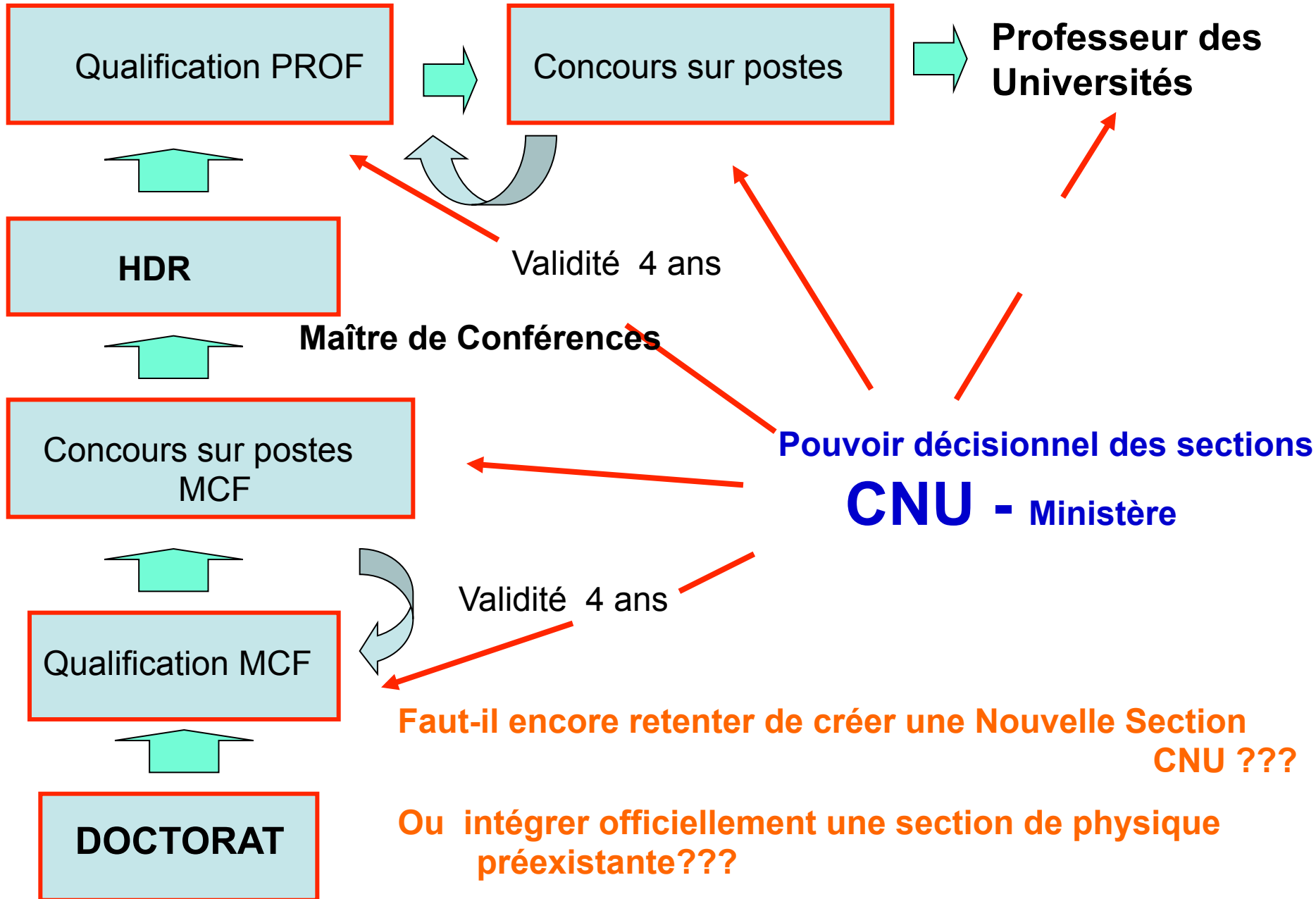
**Section 27: Informatique**

**.....???**

**\* AFFAIBLISSEMENT DE LA DISCIPLINE**

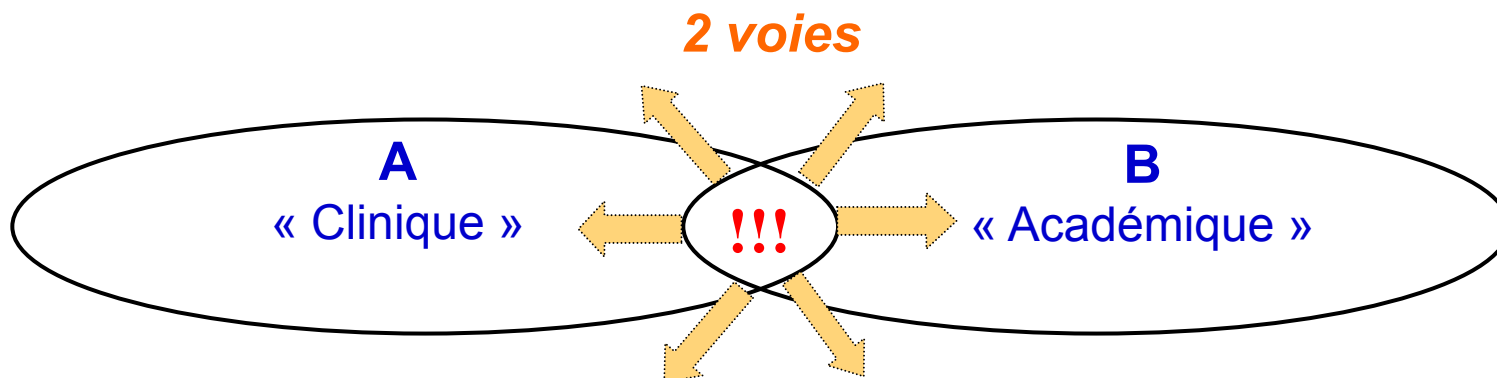
**\* RALENTISSEMENT DES CARRIERES**





**En attendant il ne reste qu' à**

**\* Maintenir et renforcer la collaboration**



**\* Equilibrer des échanges ( A  $\leftrightarrow$  B )**

**\* Travailler sur la reconnaissance de la Physique**

**Médicale**

***Merci pour votre attention !***