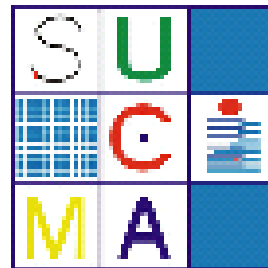
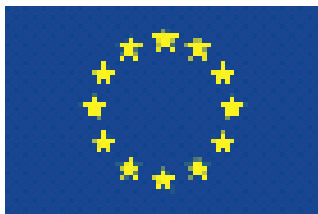


# Applications des M A P S\* ou capteurs à pixels C M O S\*\*

- \* **Monolithic Active Pixel Sensor**
- \*\* **Complementary Metal Oxide Semiconductor**

# Application à la Médecine : le projet européen S U C I M A

Silicon **U**ltra fast **C**ameras for electron and gamma sources **I**n **M**edical **A**pplications  
Projet financé par la Communauté Européenne - 5<sup>ème</sup> PCRD



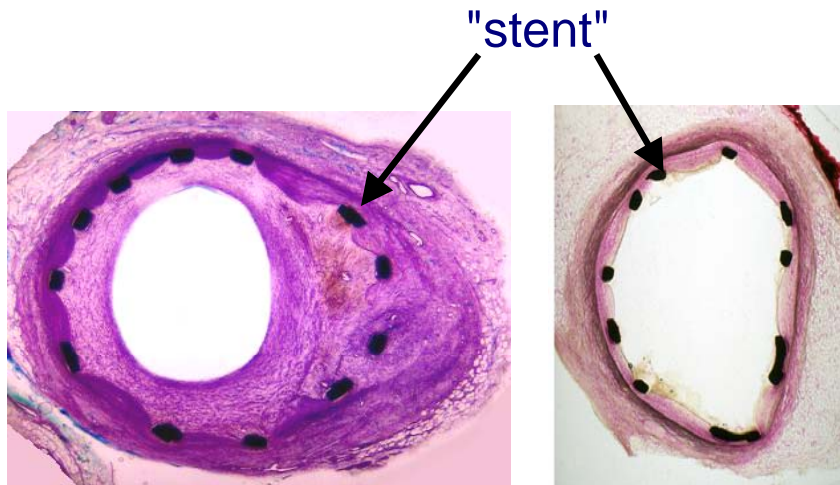
- 11 partenaires européens : 6 Universités (dont ULP Strasbourg - LEPSI), 3 Centres de Recherches et 2 Sociétés privées
- Durée du projet : 3 ans - Novembre 2001 à Octobre 2004
- Moyens : 1000 homme-mois; budget global de 3,3 millions d'euros
- Objectifs de SUCIMA :  
**"Développement d'une technique avancée d'imagerie des sources radioactives utilisées dans des applications médicales".**

# Curiethérapie endovasculaire

## Mesure du rayonnement $\beta$ de la source destinée à être implantée

- Les maladies coronariennes nécessitent souvent, après traitement, la pose de "stent" (prothèse placée à l'intérieur de l'artère - photo ci-contre), sorte de petit ressort métallique sensé empêcher la réobstruction du vaisseau dilaté.

Mais la prolifération cellulaire et l'inflammation favorisent les resténoses. Pour lutter contre cette nouvelle obstruction on a recouru à la pose de barrettes d'éléments radioactifs émetteur  $\beta$  (les photos ci-dessous montrent l'état de l'artère avant et après irradiation).

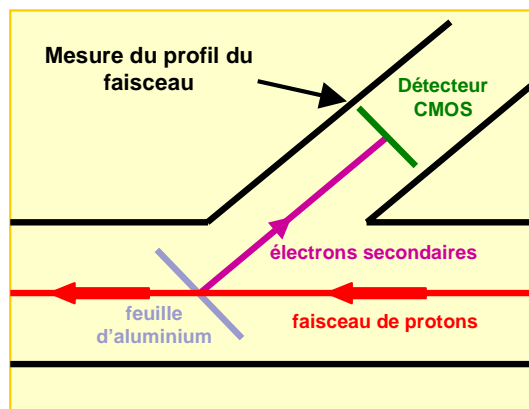


- Le but de la collaboration SUCIMA est donc de mettre au point un appareil fiable et facile d'emploi pour le **contrôle précis des doses émises par ces sources radioactives afin d'implanter la quantité de radioéléments adaptée au traitement.**

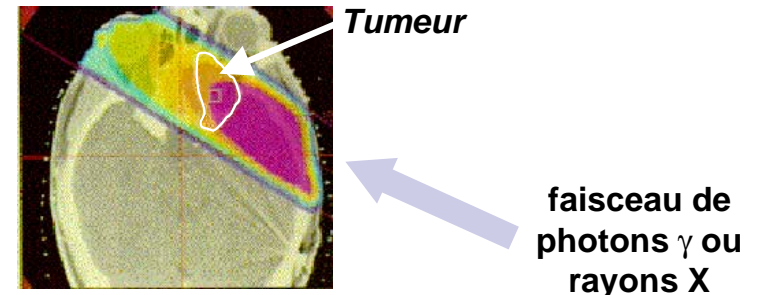
# Hadronthérapie

## Contrôle du flux de particules (protons et ions) arrivant sur le patient lors d'un traitement.

- Le traitement de nombreux cancers passent désormais par des thérapies d'irradiation avec des particules chargées ce qui permet d'atteindre des zones profondes de l'organisme avec une grande précision et sans trop irradier les zones saines (images ci-contre).
- Il s'agit de mesurer la quantité de rayonnement émis par le faisceau de particules issu de l'accélérateur, ainsi que la dose reçue et la cartographie de celle-ci.



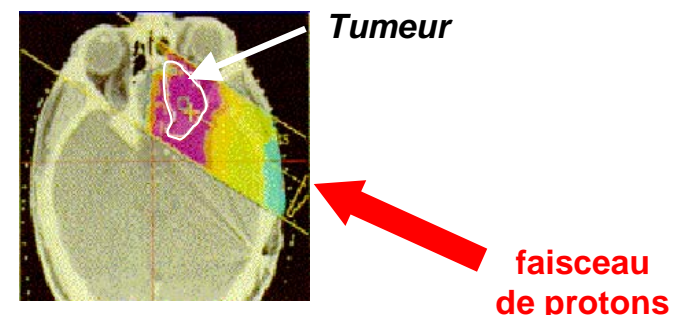
Projet de recherche en collaboration avec la fondation **TERA** (TErapia con Radiazioni Adroniche, Thérapie avec des Rayonnements Hadroniques).



Images d'une tumeur irradiée par :

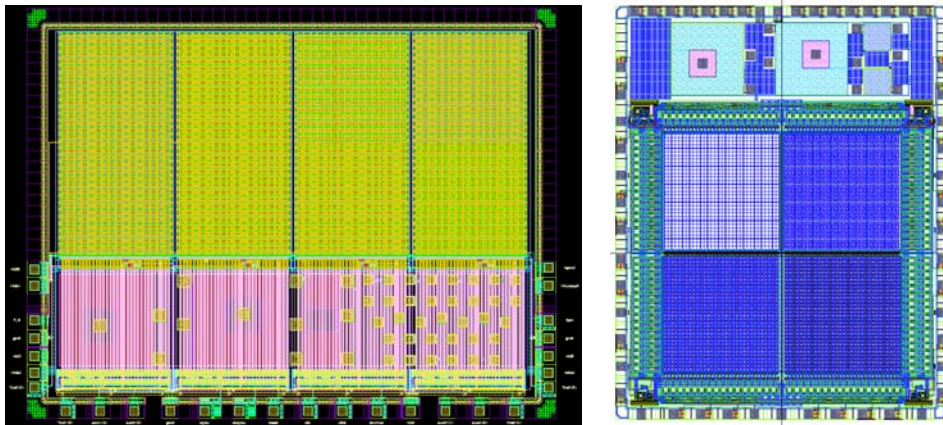
- rayons X (ci-dessus)
- un faisceau de protons (ci-dessous)

On voit que la zone à traiter qui reçoit la dose maximale en rose est beaucoup mieux cernée avec un faisceau de protons et sans atteindre l'œil gauche.



## Contribution du LEPSI au projet SUCIMA

- Développement de MAPS avec une électronique intégrée spécifique à chaque application
- But à atteindre:
  - des capteurs de grandes dimensions
    - 70 x 30 mm<sup>2</sup> pour la curiethérapie
    - 70 x 70 mm<sup>2</sup> pour l'hadronthérapie
  - des capteurs résistants aux radiations



**Dessins des circuits SUCCESSOR\* 1 et 2,  
conçus et testés au LEPSI  
tailles : 4,6 x 3,6 mm<sup>2</sup> et 3,4 x 3,6 mm<sup>2</sup>**

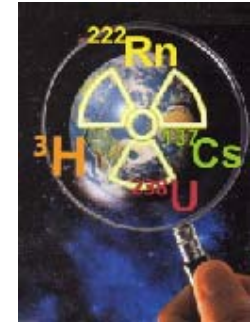
Les différentes matrices de 32 x 32 pixels ont permis de tester :

- la résistance aux radiations ionisantes,
  - la tenue en température,
  - les différentes tailles et configurations de pixels :
    - 30 µm et 60 µm pour SUCCESSOR 1
    - 37,5 µm pour SUCCESSOR 2
- avec différentes fonctionnalités électroniques implantées sur les pixels.

**\*SUCIMA ChargE SenSOR**

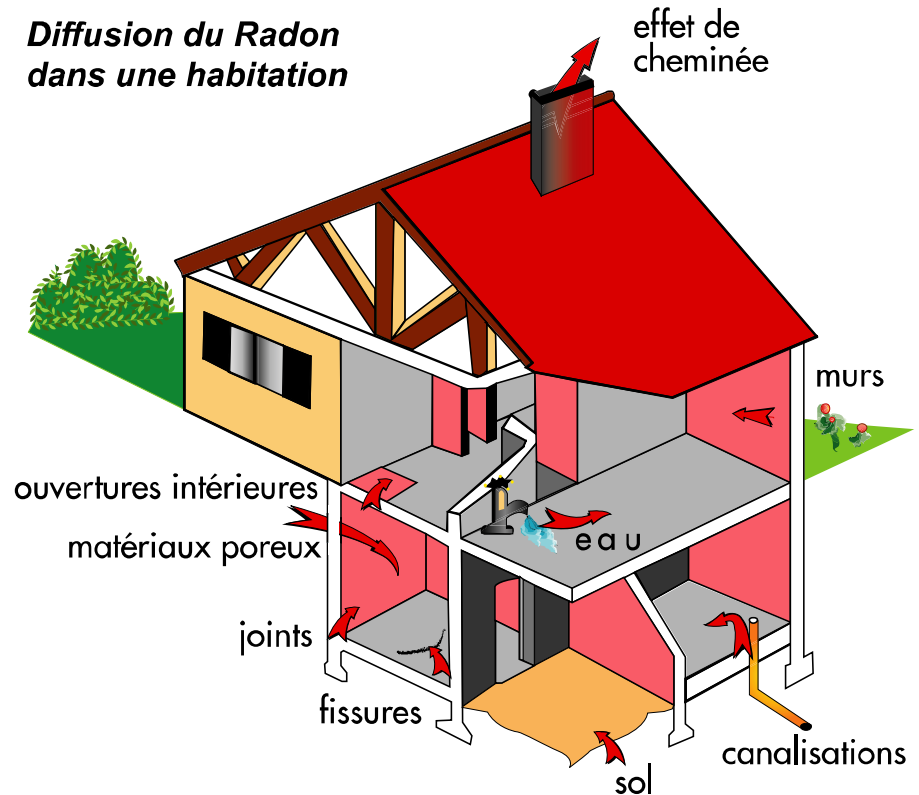


# La Dosimétrie du Radon



Le groupe RaMsEs\* de l'IREs s'est investi depuis 2 ans, avec le LEPSI, dans le développement d'un dosimètre opérationnel pour la mesure du Radon.

En effet le gaz Radon est un émetteur naturel de particules  $\alpha$ , ce qui pose le problème du contrôle et du dosage quantitatif de ce gaz dans les habitations.



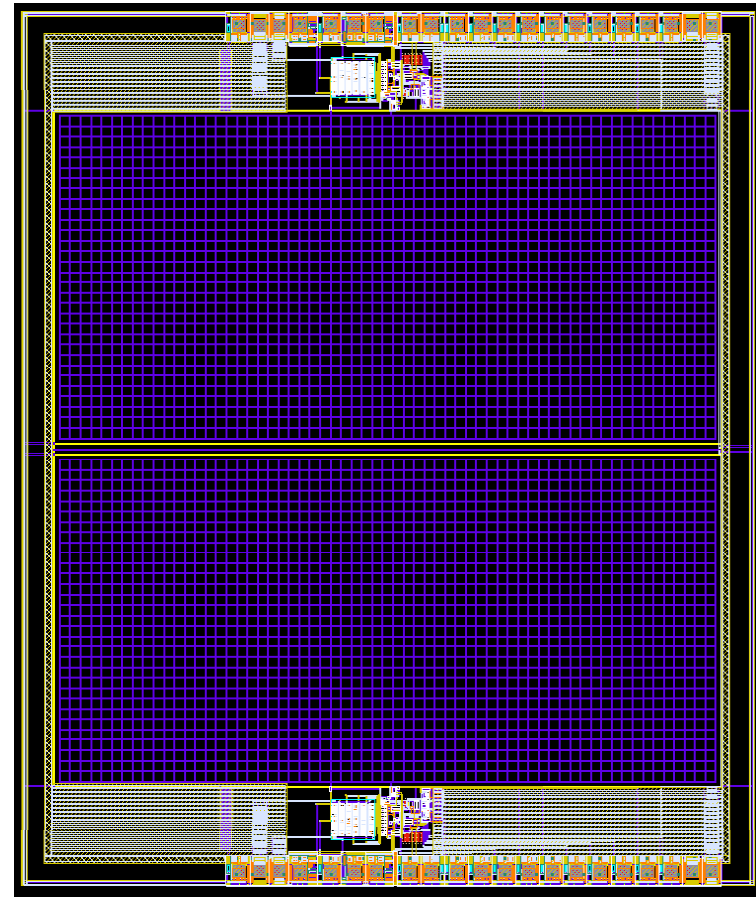
\* Radioprotection et Mesures Environnementales

# Un capteur CMOS pour la dosimétrie du Radon

Les tests effectués avec le circuit MIMOSA I ont pu démontrer **l'efficacité de détection des particules  $\alpha$  - 100%** - ainsi que la transparence au rayonnement  $\gamma$  qui accompagne l'émission  $\alpha$ .

Un **circuit optimisé pour le comptage  $\alpha$**  au niveau du Bq est en cours de test. Ce nouveau circuit - **ALPHARAD 1.0** - est un **ensemble mixte analogique-digital** intégrant les fonctions de capteur, d'amplification du signal, de réjection du bruit et de discriminateur pour une sortie purement numérique.

Ce circuit est constitué de deux matrices actives - 32 x 64 micro-diodes inspirées des capteurs MIMOSA - pour collecter les paires électrons-trous créées par le passage de particules  $\alpha$  d'énergies différentes. Une rangée de diodes assure un découplage entre les deux matrices en captant les paires d'électrons-trous qui seraient créées par le passage d'une particule alpha entre les deux matrices.



**Dessin du circuit ALPHARAD**

*taille du circuit : 5,6 x 6,7 mm<sup>2</sup>*

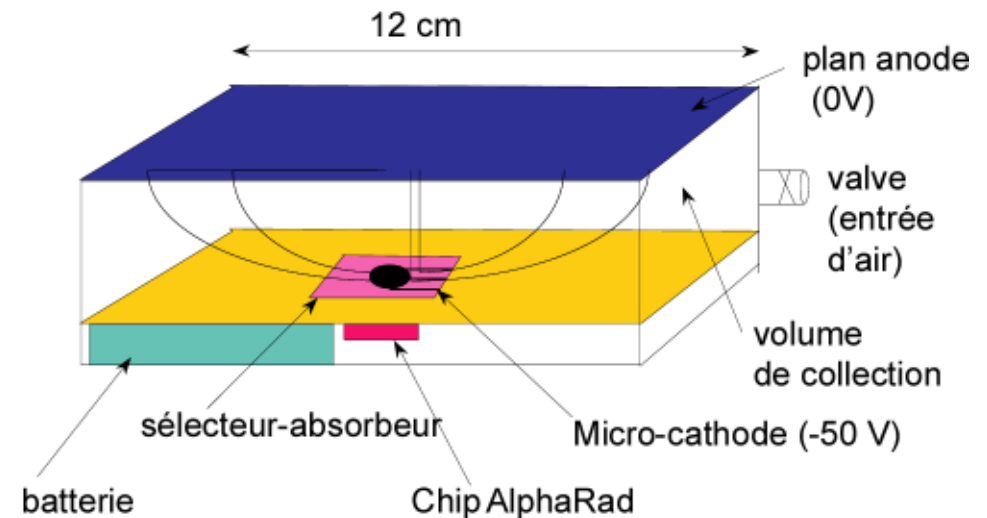
*technologie: CMOS AMS 0,6  $\mu$ m*

# Un dosimètre pour le radon

Un **dispositif dosimétrique** original a été développé et a fait l'objet d'un dépôt de **brevet européen**.

Points forts du dispositif:

- petit volume
- autonomie
- simplicité
- comptage direct résolu en temps
- absence de haute tension



*Vue schématique du dosimètre*

Un **prolongement naturel est envisagé**, à plus long terme, **vers le comptage et l'imagerie de neutrons** auprès de sources variées : coeur de centrales nucléaires, laboratoires de stockage de produits radioactifs, sites cyclotrons en milieu hospitalier.