

Quand le patient rencontre la recherche

jeudi 24 octobre 2013 de 13h à 20h

Château Sans Soucis, 36 avenue Lacassagne, 69003 LYON

Préprogramme

13h **Accueil des participants**

14h **Ouverture des sessions** par Monsieur le Maire du 3^{ème} arrondissement
et présentation du programme par Anne CHEVREL

*

14h30 **Session "Organisation des Recherches en oncologie"**

La recherche fondamentale par Stéphane ANSIEAU

Chemin décisionnel pour l'obtention de fonds et utilisation des dons dans les laboratoires par Julien MARIE

Comment aller de la recherche vers le patient par David MELODELIMA

*

15h10 **Session "Pratiques médicales innovantes"**

La place de la physique et de l'informatique par David SARRUT

Quelques pistes de radiothérapies innovantes par Michaël BEUVE

*

15h50 **Pause café**

*

16h20 **Session "Comment améliorer la connaissance mutuelle et le dialogue entre les chercheurs et les patients ?"**

Stéphane ANSIEAU, Julien MARIE, David MELODELIMA, David SARRUT, Michaël BEUVE, Bernadette DEVICTOR et Guy LEGAL

Questions-réponses animées par Anne CHEVREL

*

17h20 **Clôture des sessions** par Guy LEGAL

*

17h30 **Cocktail de rencontres, exposition photo "Quand c'est rose"**

par Amandine et Aline

pas la tumeur
potate tu meurs
potate tumeur



Amandine

sy
ms
ur
g

Quand le patient rencontre la recherche

pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

Restaurer les mécanismes de
sécurité: un approche thérapeutique
en devenir

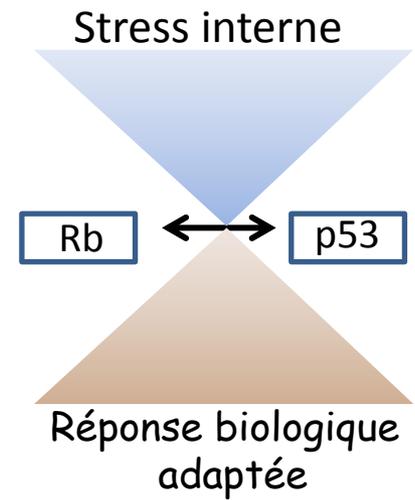
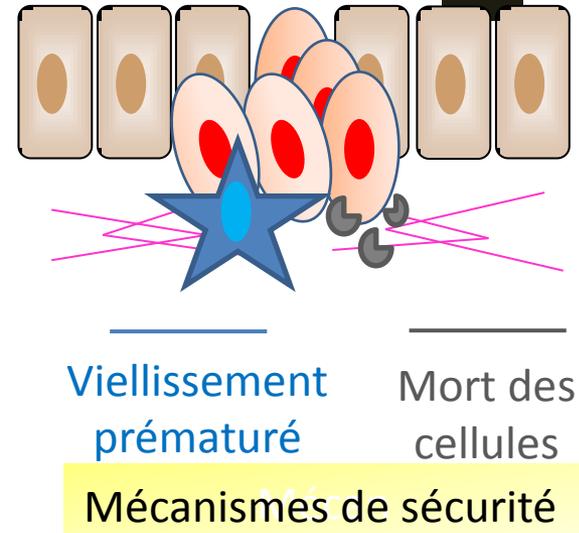
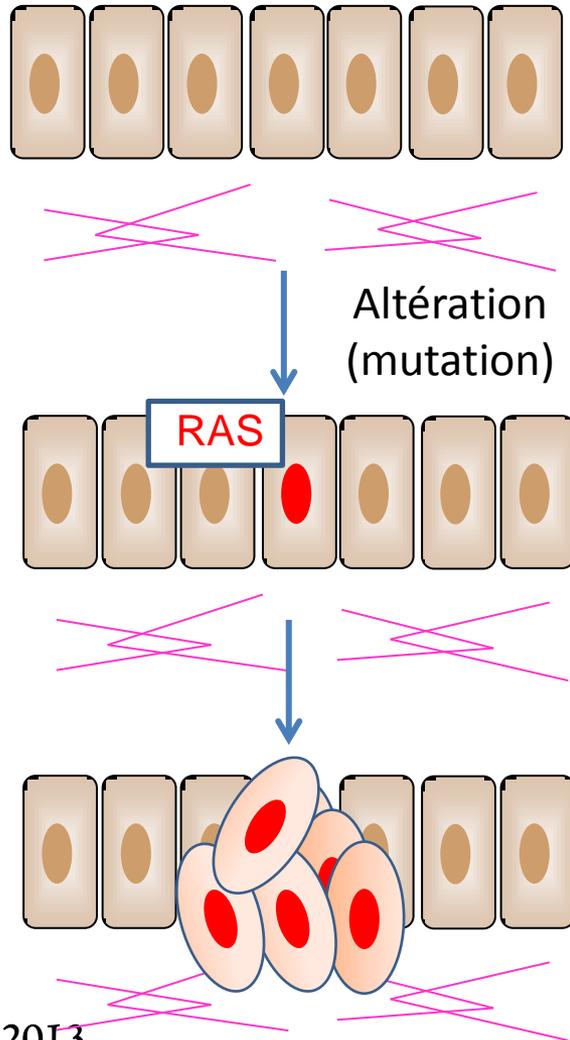
Quand le patient rencontre la recherche

*pas la tumeur
pas la tumeur
pas la tumeur*



Amandine

Les mécanismes de sécurité de la cellule



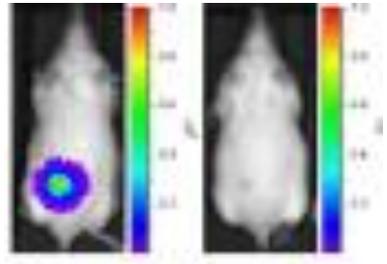
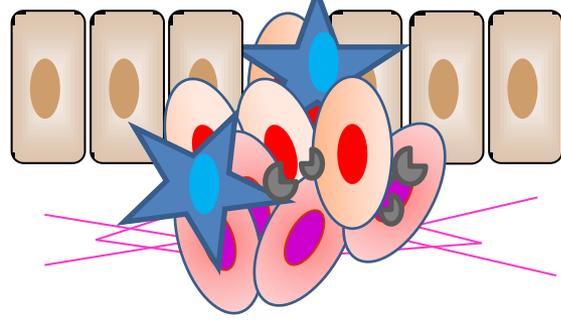
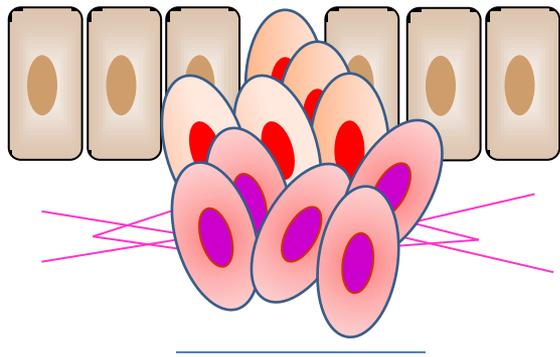
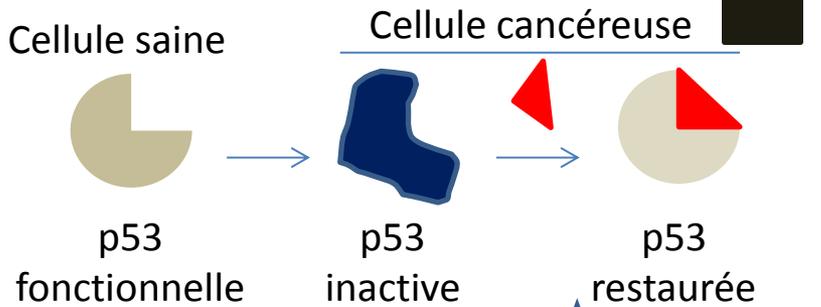
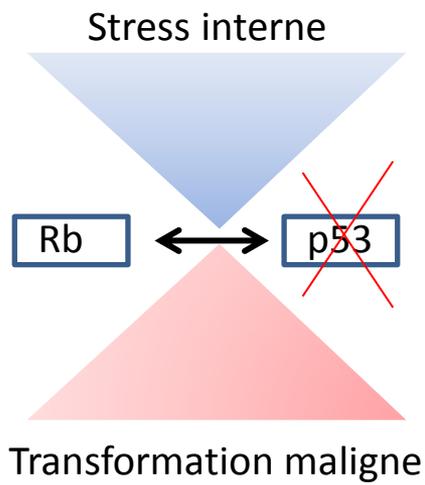
Quand le patient rencontre la recherche

*pas la tumeur
pas la tumeur
pas la tumeur*



Amandine

Une nouvelle approche pour éliminer les cellules cancéreuses



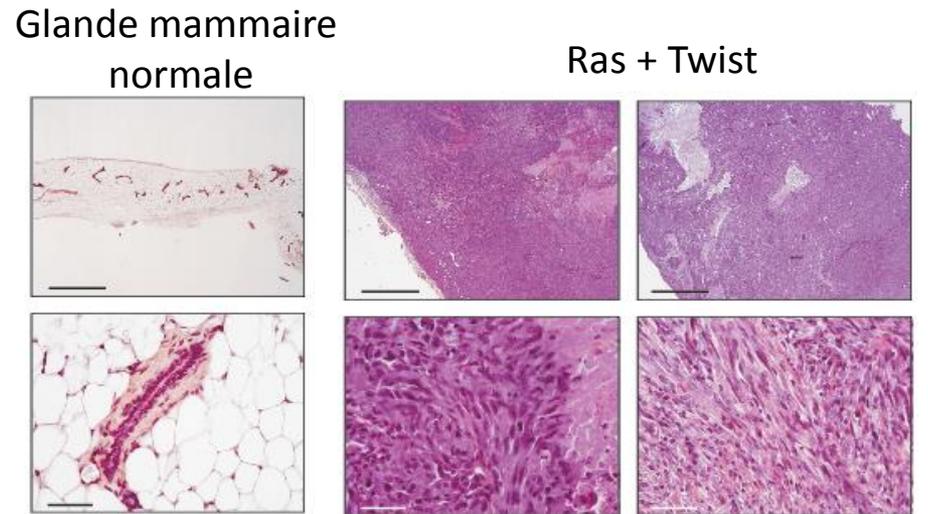
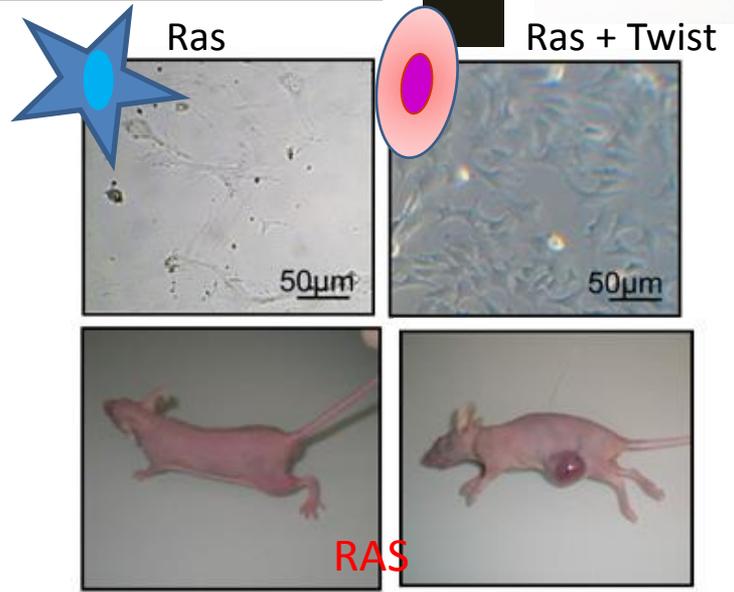
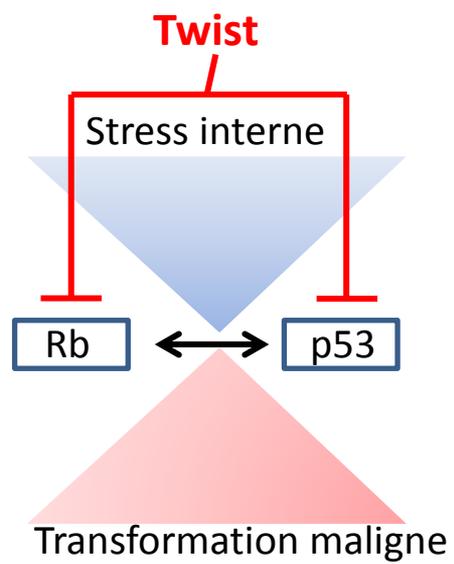
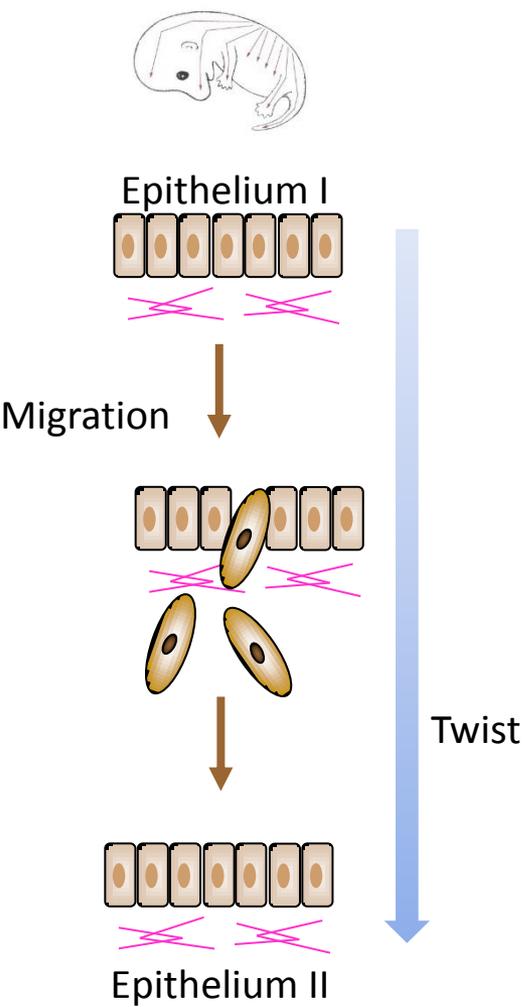
Quand le patient rencontre la recherche

*pas la tumeur
pas la tumeur
pas la tumeur*



Amandine

Le facteur embryonnaire Twist inhibe les systèmes de sécurité



Quand le patient rencontre la recherche

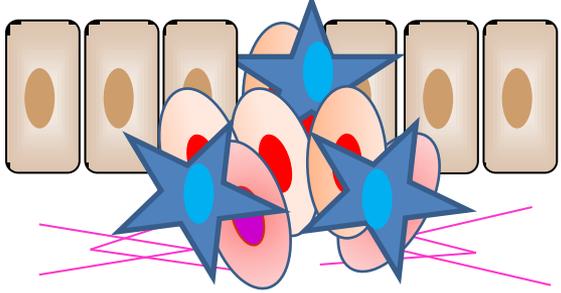
*pas la tumeur
prostate tu meurs
prostate tumeur*



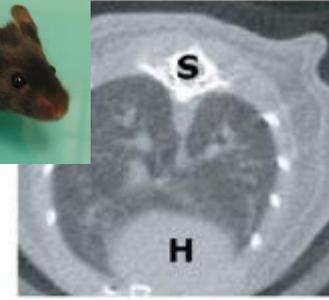
Amandine

L'inhibition de l'expression de Twist restaure les systèmes de sécurité

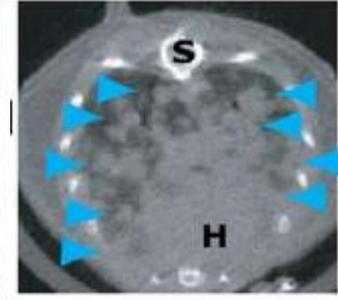
Inhibition de Twist



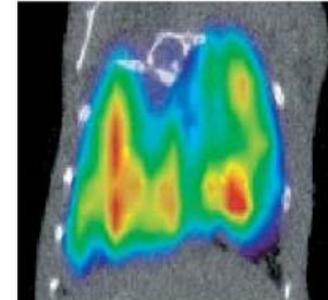
Ras



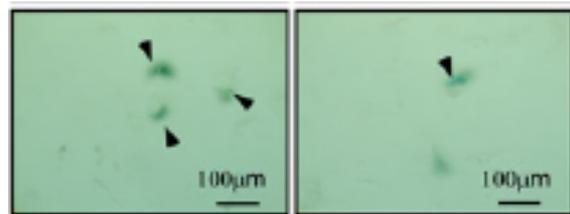
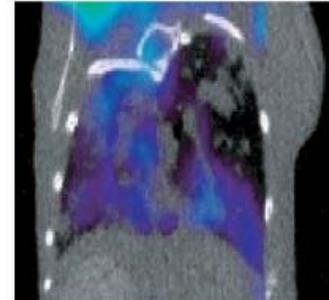
Ras + Twist



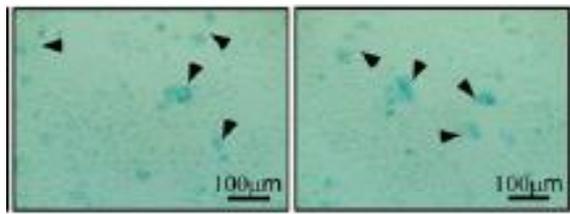
+ Twist



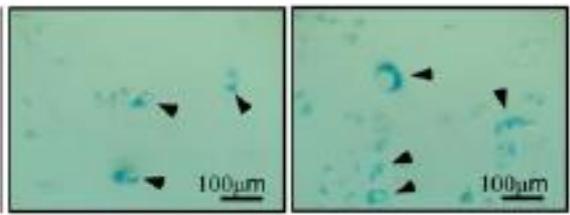
- Twist



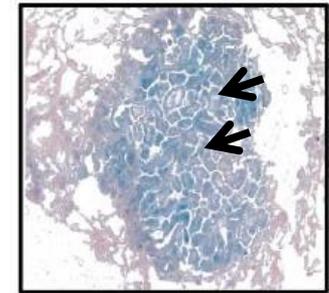
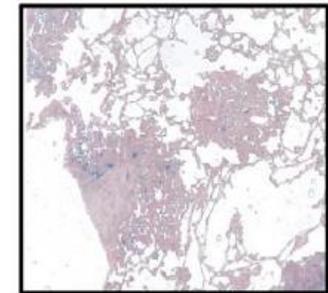
Cancer du sein



Mélanome



Cancer du sein



Effet
cytostatique

Quand le patient rencontre la recherche

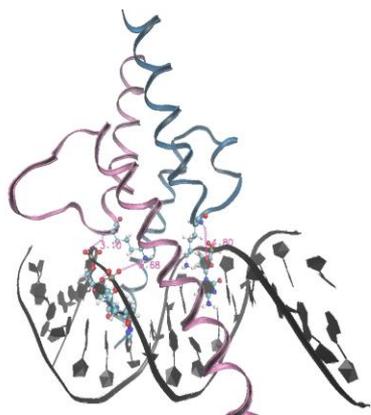
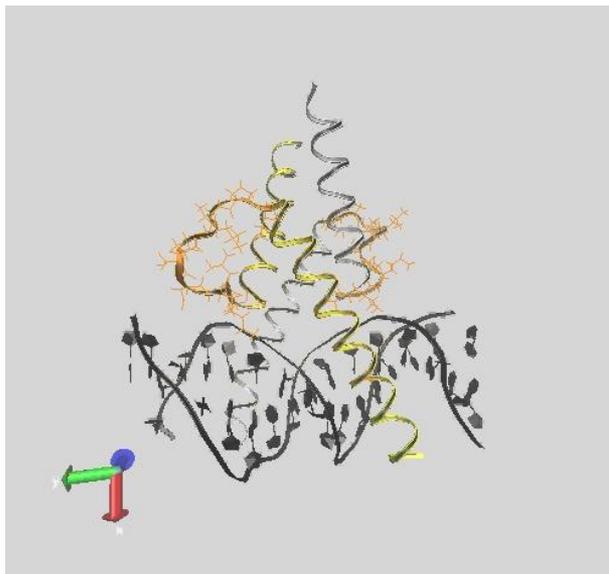
pro la tumeur
prostate tu muscle
prostate tumeur



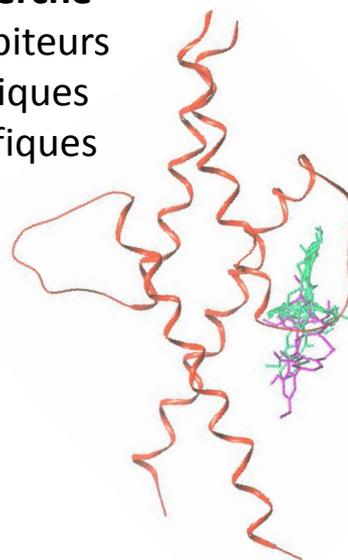
Amandine

Recherche de molécules capâbles d'activer Twist

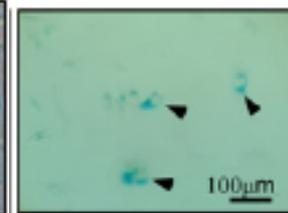
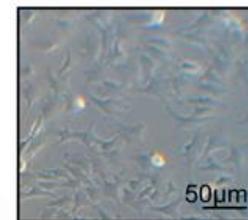
Structure de la protéine



Recherche
d'inhibiteurs
chimiques
spécifiques



Tests *in vitro*



Tests *in vivo*



Optimisation

Dr Léa Payen Charlotte Bouard



Quand le patient rencontre la recherche



Un événement co-organisé par:



Un événement soutenu par :



Quand le patient rencontre la recherche

pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

Chemin décisionnel pour l'obtention
de fonds et utilisation des dons dans
les laboratoires

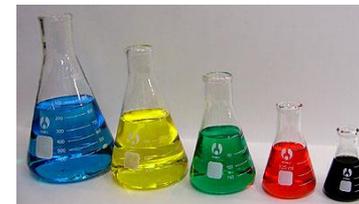
Quand le patient rencontre la recherche



Une hypothèse



Proposition
d'expériences



Réalisation
de l'expérience



Estimation
du coût



Obtention
des fonds



Demande de fonds



Quand le patient rencontre la recherche



La demande de fonds

- Origine des fonds :
 - L'état français et l'Europe financent directement 40%
 - Les associations, comités, partenaires privés 60%

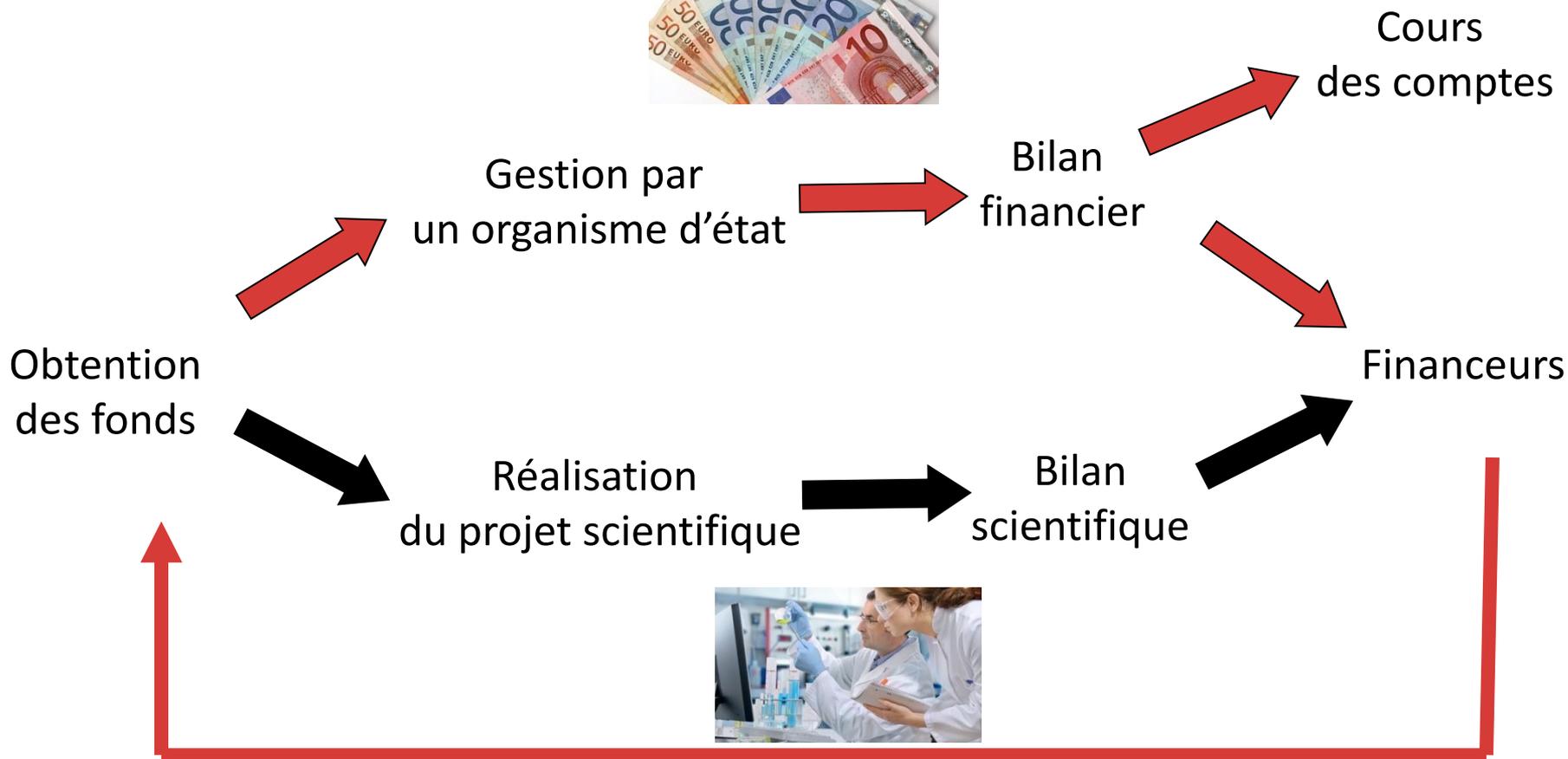


- Durée moyenne : 6 mois (certains 2 ans)
- Taux de réussite moyen : 1 chance sur 4

Quand le patient rencontre la recherche



La gestion des fonds



Quand le patient rencontre la recherche

pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

Pourquoi autant d'argent?

- Estimation du coût annuel d'un laboratoire de 5 personnes dont un fonctionnaire
 - Masse salariale chargée hors fonctionnaire (200 000 euros)
 - Maintenance de l'activité (30 000 euros)

- Illustration de prix

Tube : prix unitaire 10 centimes



Quand le patient rencontre la recherche

Centrifugeuse: Prix unitaire 20 000 euros



pas la tumeur
pas la tumeur
pas la tumeur



Amandine

Quand le patient rencontre la recherche

Cytomètre: Prix Unitaire 1 000 000 euros



ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

En moyenne

- Un projet impliquant des études cellulaires sera de l'ordre de 75 000 par an
- Un projet impliquant des études cellulaires et animales de l'ordre de 150 000 par an
- Un projet impliquant des études cellulaires, animales, et une phase clinique 500 000 par an.

Durée du projet : 3-4 ans

Quand le patient rencontre la recherche



Un événement co-organisé par:



Un événement soutenu par:



Institut national
de la santé et de la recherche médicale



Hôpitaux de Lyon



Quand le patient rencontre la recherche

pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

Comment aller de la recherche vers le patient



Quand le patient rencontre la recherche

*pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur*

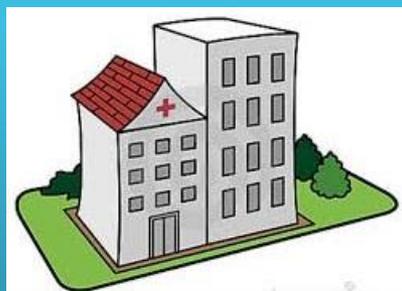


Amandine

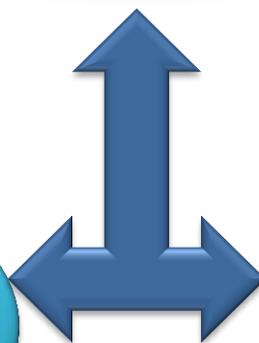
Laboratoire



Centre clinique



Industriel

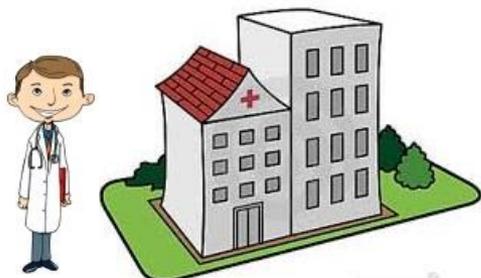


Quand le patient rencontre la recherche

pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine



CENTRE HOSPITALIER

Contexte médical : Besoin pour les patients



LABORATOIRE

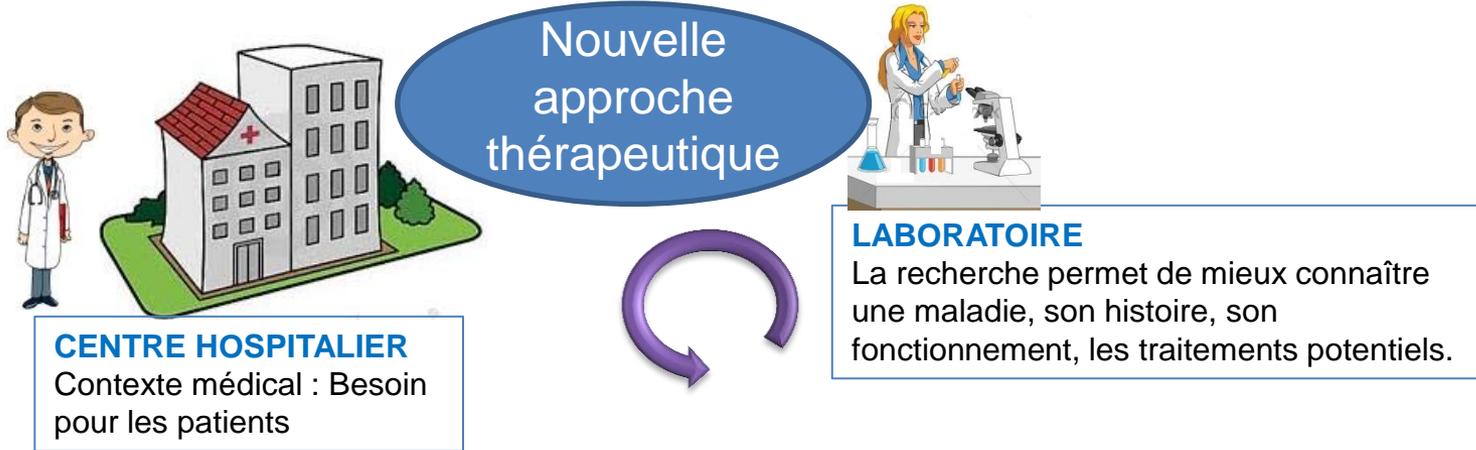
La recherche permet de mieux connaître une maladie, son histoire, son fonctionnement, les traitements potentiels.

Quand le patient rencontre la recherche

pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

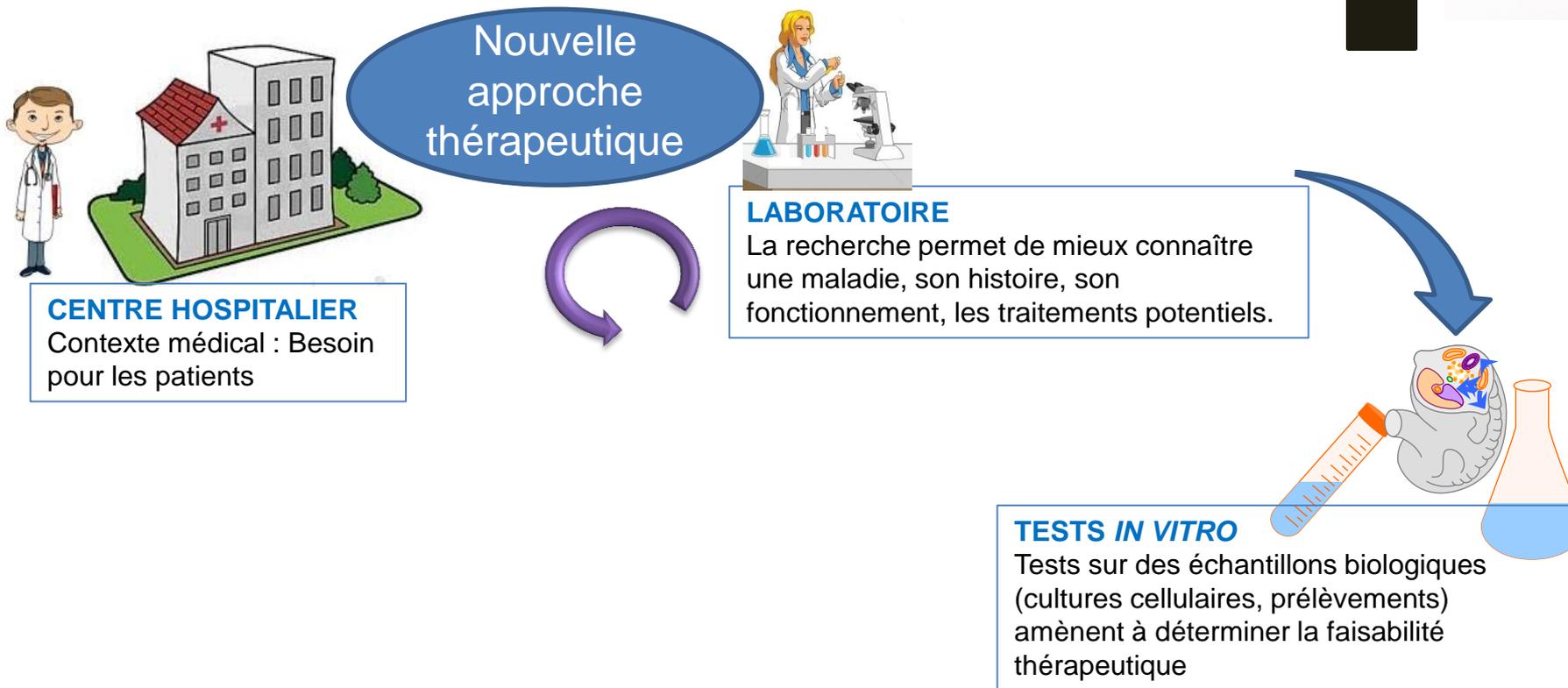


Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine



Quand le patient rencontre la recherche

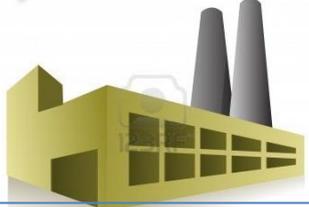


CENTRE HOSPITALIER
Contexte médical : Besoin pour les patients

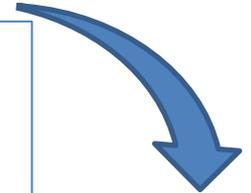
Nouvelle approche thérapeutique



LABORATOIRE
La recherche permet de mieux connaître une maladie, son histoire, son fonctionnement, les traitements potentiels.



INDUSTRIEL
Mise en conformité, normes, législation



TESTS IN VITRO
Tests sur des échantillons biologiques (cultures cellulaires, prélèvements) amènent à déterminer la faisabilité thérapeutique



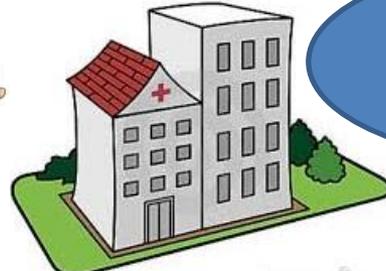
BREVETS
Assure la protection des innovations pour permettre à terme leur mise sur le marché

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine



CENTRE HOSPITALIER

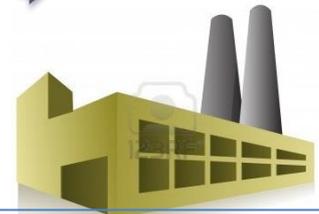
Contexte médical : Besoin pour les patients

Nouvelle approche thérapeutique



LABORATOIRE

La recherche permet de mieux connaître une maladie, son histoire, son fonctionnement, les traitements potentiels.



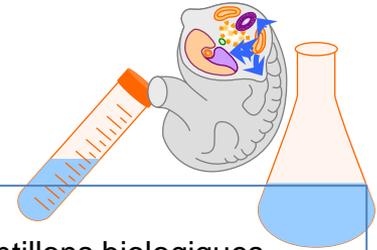
INDUSTRIEL

Mise en conformité, normes, législation



EVALUATION PRECLINIQUE

Tests sur animaux étape préliminaire indispensable pour déterminer les mécanismes d'action du traitement, estimation de la dose utile sans effet toxique chez l'Homme



TESTS IN VITRO

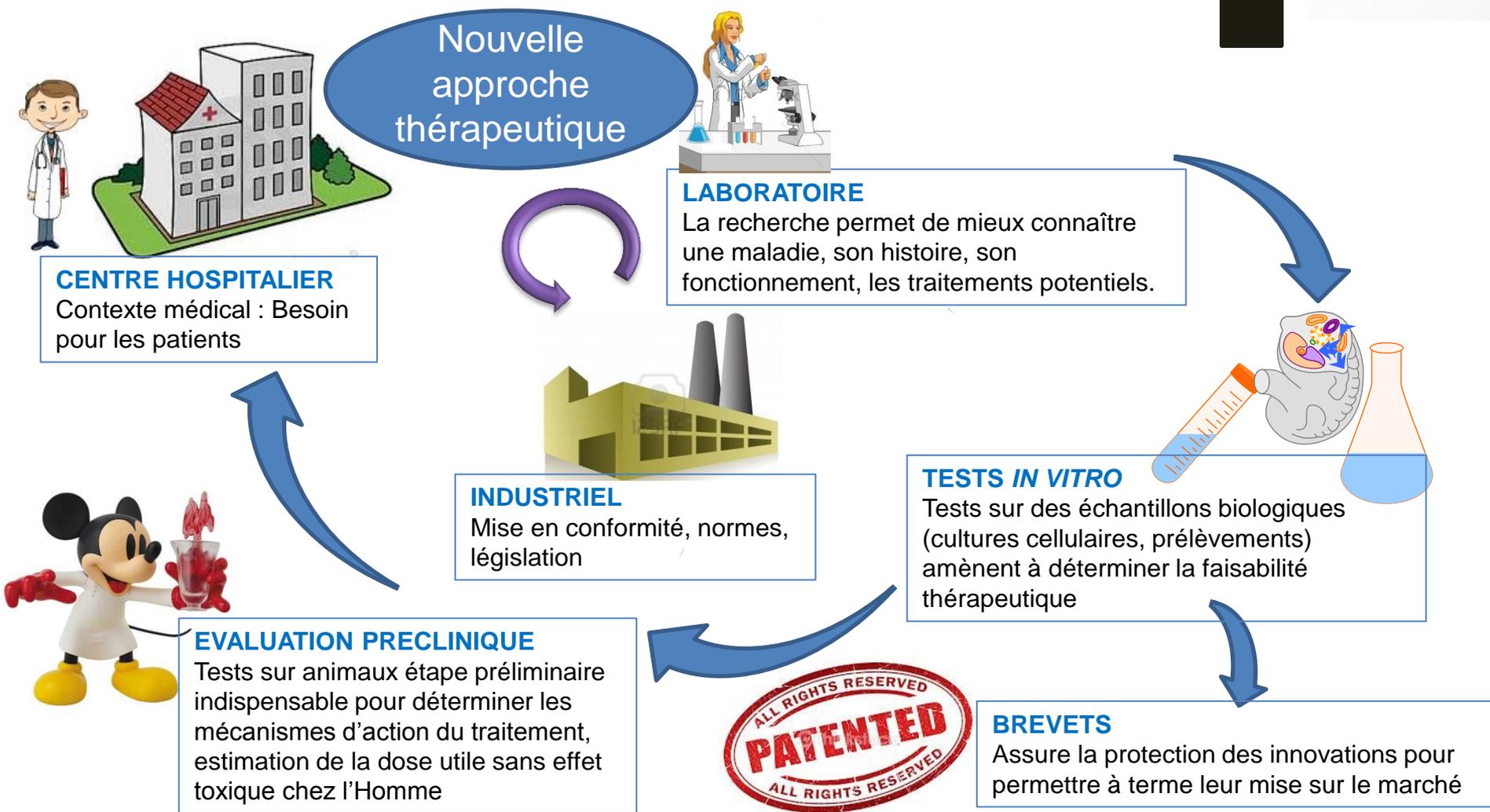
Tests sur des échantillons biologiques (cultures cellulaires, prélèvements) amènent à déterminer la faisabilité thérapeutique



BREVETS

Assure la protection des innovations pour permettre à terme leur mise sur le marché

Quand le patient rencontre la recherche

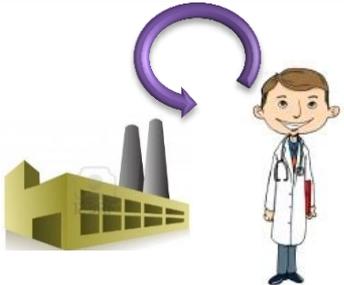




du patient rencontre la recherche

LABORATOIRE

Mise au point du traitement, évaluation préclinique



L'INVESTIGATEUR

Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai

ma tumeur
faitate tu meus
faitate tumeur



Amandine



d le p

LABORATOIRE

Mise au point du traitement, évaluation préclinique

LE PROMOTEUR

Etablissement à l'initiative et responsable de l'essai (gestion, financement, conformité)

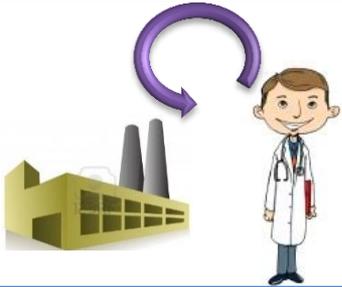
rencontre la recherche



ma tumeur
faitate tu meus
faitate tumeur



Amandine

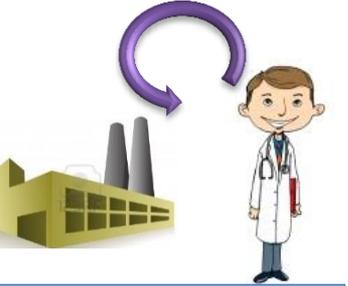


L'INVESTIGATEUR

Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai



LABORATOIRE
Mise au point du traitement, évaluation préclinique



L'INVESTIGATEUR
Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai



LE PROMOTEUR
Etablissement à l'initiative et responsable de l'essai (gestion, financement, conformité)

rencontre la recherche

LE COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES
Avis favorable requis pour débiter un essai clinique. Agréé par le ministre en charge de la santé, leur composition doit garantir leur indépendance.



AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE
Garantit la sécurité des produits de santé à usage humain – tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché (AMM)

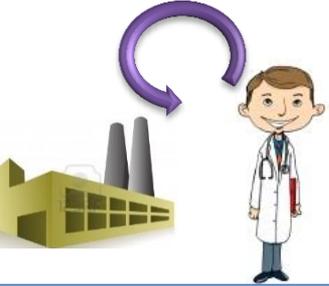
*pas la fumure
moteur tu meus
moteur tumeur*

Amandine

d le p



LABORATOIRE
Mise au point du traitement, évaluation préclinique



L'INVESTIGATEUR
Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai

LE PROMOTEUR
Etablissement à l'initiative et responsable de l'essai (gestion, financement, conformité)



rencontre la recherche

LE COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES
Avis favorable requis pour débuter un essai clinique. Agréé par le ministre en charge de la santé, leur composition doit garantir leur indépendance.

*pas de fumure
moteur tu meurs
moteur tumeur*



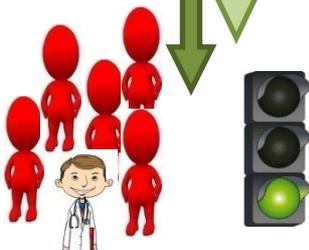
Amandine



Autorisation ANSM
Avis favorable CPP
Lancement essai clinique



AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE
Garantit la sécurité des produits de santé à usage humain – tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché (AMM)

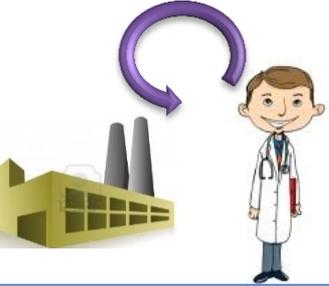


PHASE I
Sûreté - tolérance
Premier test chez l'Homme, nombre restreint de volontaires (10 – 80)

d le p



LABORATOIRE
Mise au point du traitement, évaluation préclinique



L'INVESTIGATEUR
Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai

LE PROMOTEUR
Etablissement à l'initiative et responsable de l'essai (gestion, financement, conformité)



rencontre la recherche

LE COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES
Avis favorable requis pour débuter un essai clinique. Agréé par le ministre en charge de la santé, leur composition doit garantir leur indépendance.

*pas de fumure
moteur tu meuls
moteur tumeur*



Amandine



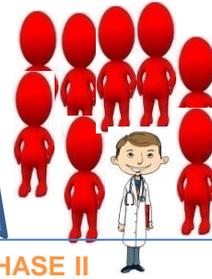
Autorisation ANSM
Avis favorable CPP
Lancement essai clinique



AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE
Garantit la sécurité des produits de santé à usage humain – tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché (AMM)



PHASE I
Sûreté - tolérance
Premier test chez l'Homme, nombre restreint de volontaires (10 – 80)

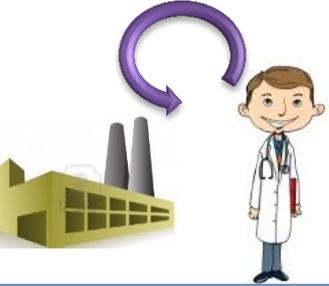


PHASE II
Etude pilote
Déterminer la dose minimale efficace, identifier un bénéfice thérapeutique et d'éventuels effets inattendus, 100 – 300 personnes malades



d le p

LABORATOIRE
Mise au point du traitement, évaluation préclinique



L'INVESTIGATEUR
Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai

LE PROMOTEUR
Etablissement à l'initiative et responsable de l'essai (gestion, financement, conformité)



rencontre la

LE COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES
Avis favorable requis pour débuter un essai clinique. Agréé par le ministre en charge de la santé, leur composition doit garantir leur indépendance.

*pas la fumure
moteur tu meus
moteur tumeur*

Amandine



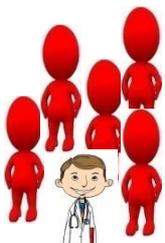
CPP



ANSM

Autorisation ANSM
Avis favorable CPP
Lancement essai clinique

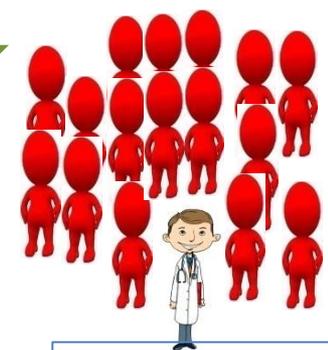
AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE
Garantit la sécurité des produits de santé à usage humain – tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché (AMM)



PHASE I
Sûreté - tolérance
Premier test chez l'Homme, nombre restreint de volontaires (10 – 80)



PHASE II
Etude pilote
Déterminer la dose minimale efficace, identifier un bénéfice thérapeutique et d'éventuels effets inattendus, 100 – 300 personnes malades



PHASE III
Preuve d'efficacité
Evaluation comparative placebo/traitement de référence, ≈100 (cancer) ≈1000 (maladies fréquentes)

d le p



LABORATOIRE

Mise au point du traitement, évaluation préclinique



L'INVESTIGATEUR

Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai

LE PROMOTEUR

Etablissement à l'initiative et responsable de l'essai (gestion, financement, conformité)

rencontre la recherche

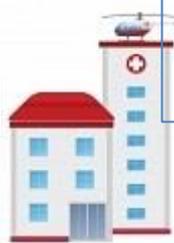
LE COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES

Avis favorable requis pour débuter un essai clinique. Agréé par le ministre en charge de la santé, leur composition doit garantir leur indépendance.

*pas de fumure
matate tu meuls
matate tumeur*



Amandine



Autorisation ANSM
Avis favorable CPP
Lancement essai clinique

AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE

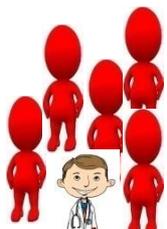
Garantit la sécurité des produits de santé à usage humain – tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché (AMM)

PHASE IV

Pharmacovigilance

Surveillance de l'utilisation du produit à long terme.

Démonstration efficacité et absence d'effet nocif grave : AMM



PHASE I

Sûreté - tolérance

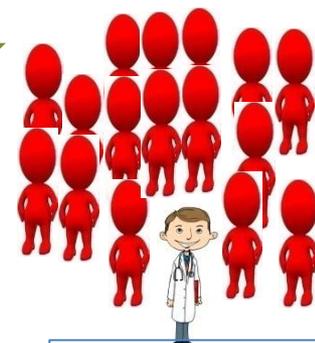
Premier test chez l'Homme, nombre restreint de volontaires (10 – 80)



PHASE II

Etude pilote

Déterminer la dose minimale efficace, identifier un bénéfice thérapeutique et d'éventuels effets inattendus, 100 – 300 personnes malades



PHASE III

Preuve d'efficacité

Evaluation comparative placebo/traitement de référence, ≈100 (cancer) ≈1000 (maladies fréquentes)

d le p

LE PROMOTEUR

Etablissement à l'initiative et responsable de l'essai (gestion, financement, conformité)

rencontre la recherche

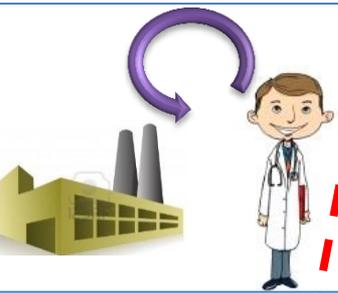
LE COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES

Avis favorable requis pour débuter un essai clinique. Agréé par le ministre en charge de la santé, leur composition doit garantir leur indépendance.

pro la fumure
mote tu meus
mote tumeur
Amandine

LABORATOIRE

Mise au point du traitement, évaluation préclinique



L'INVESTIGATEUR

Médecin expérimenté qui dirige et surveille la réalisation de l'essai

Evènements et effets indésirables graves sont signalés au promoteur à l'ANSM et au CPP



Autorisation ANSM
Avis favorable CPP
Lancement essai clinique

AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE

Garantit la sécurité des produits de santé à usage humain – tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché (AMM)

PHASE IV

Pharmacovigilance
Surveillance de l'utilisation du produit à long terme.

Démonstration efficacité et absence d'effet nocif grave : AMM



PHASE I

Sûreté - tolérance

Premier test chez l'Homme, nombre restreint de volontaires (10 – 80)



PHASE II

Etude pilote

Déterminer la dose minimale efficace, identifier un bénéfice thérapeutique et d'éventuels effets inattendus, 100 – 300 personnes malades



PHASE III

Preuve d'efficacité
Evaluation comparative placebo/traitement de référence, ≈100 (cancer) ≈1000 (maladies fréquentes)

Quand le patient rencontre la recherche

Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche
thérapeutique

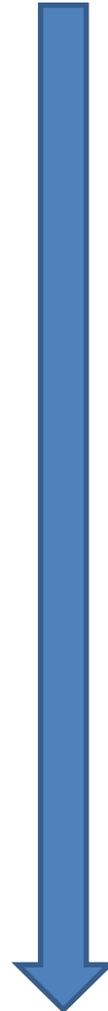
Développement laboratoire, tests
in vitro

Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

Essais cliniques
Marquage CE

Industrialisation – Essais
multicentriques



ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

Quand le patient rencontre la recherche

L'idée d'utiliser des ultrasons pour réaliser des destructions à distance n'est pas récente

*pas la fumure
patate tu meurs
d'ultrasons*



Amandine

Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche thérapeutique

Développement laboratoire, tests in vitro

Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

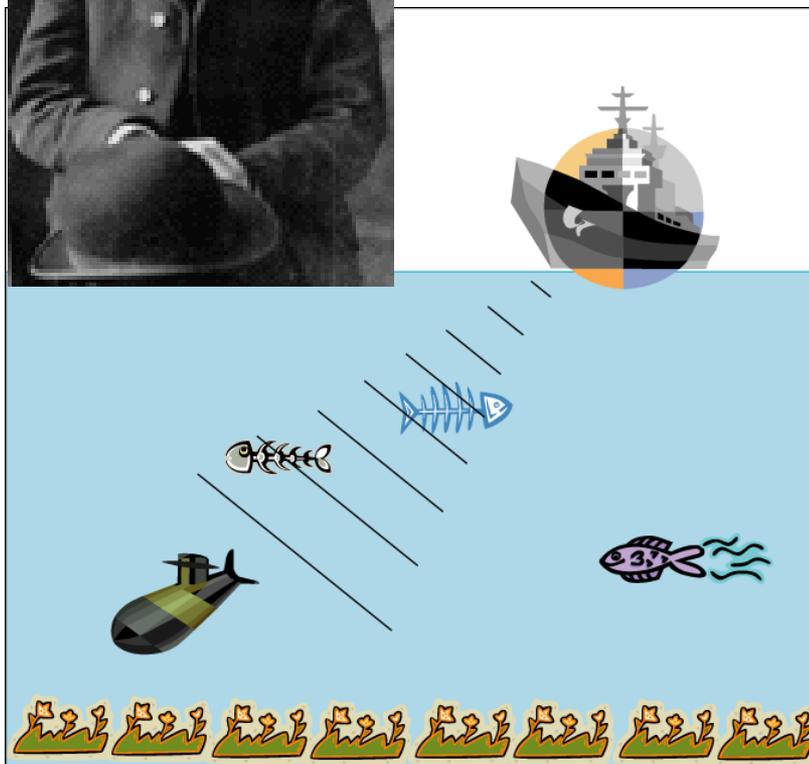
Essais cliniques
Marquage CE

Industrialisation – Essais multicentriques



Paul Langevin 1872-1946

Mise au point des sonars à Toulon en 1917



Quand le patient rencontre la recherche

L'idée d'utiliser des ultrasons pour réaliser des destructions à distance n'est pas récente



Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche thérapeutique

Développement laboratoire, tests in vitro

Validation préclinique

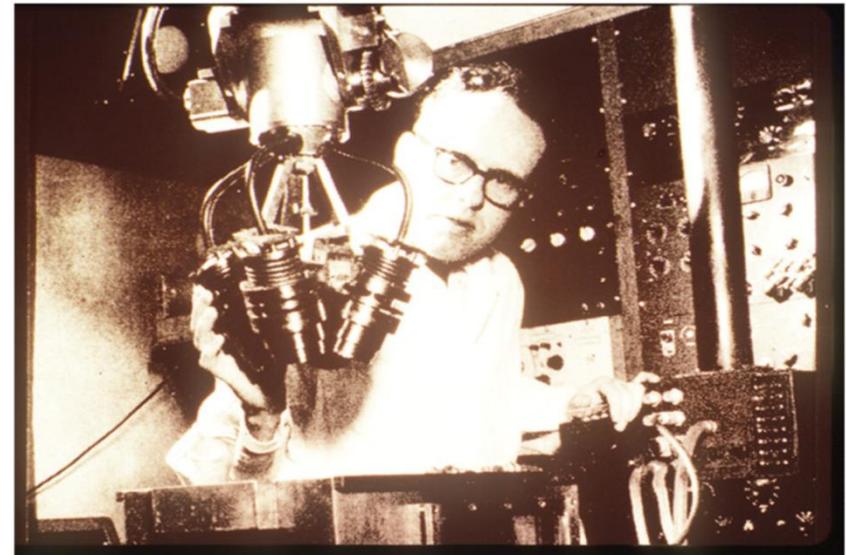
Mise en conformité du prototype

Essais cliniques
Marquage CE

Industrialisation – Essais multicentriques

1942

Première applications thérapeutiques



Quand le patient rencontre la recherche

Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche thérapeutique

Développement laboratoire, tests in vitro

Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

Essais cliniques
Marquage CE

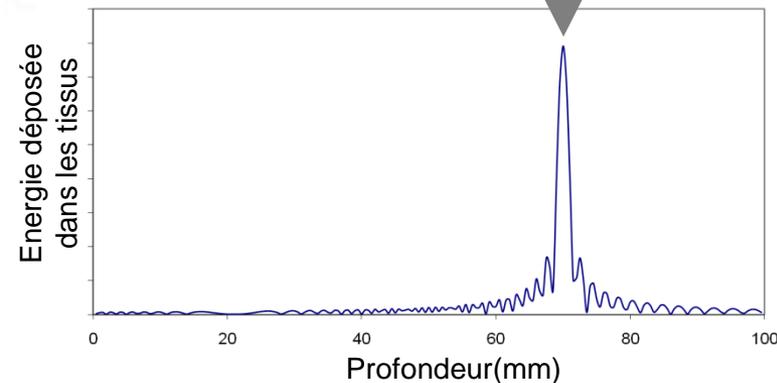
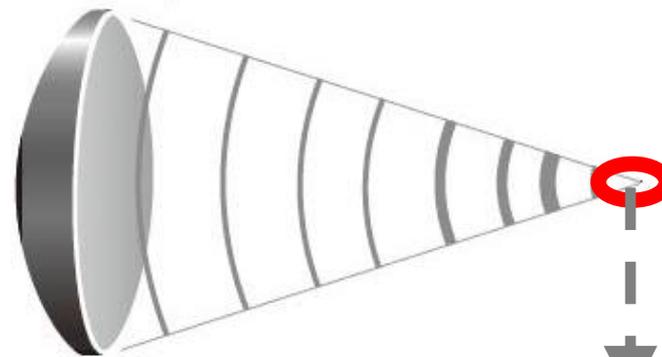
Industrialisation – Essais multicentriques

L'idée d'utiliser des ultrasons pour réaliser des destructions à distance n'est pas récente



Amandine

Il est possible de focaliser les ultrasons comme une loupe focalise les rayons du soleil



Quand le patient rencontre la recherche



Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche
thérapeutique

2005

Développement laboratoire, tests
in vitro

Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

Essais cliniques
Marquage CE

Industrialisation – Essais
multicentriques

Métastases hépatiques de cancers
colorectaux



Chirurgie : Seule option curative mais
faisable que chez 10 à 20% des patients
Survie à 5 ans : 3-7%

Quand le patient rencontre la recherche

*pas la tumeur
pas la tumeur
pas la tumeur*



Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche
thérapeutique

2005

Développement laboratoire, tests
in vitro

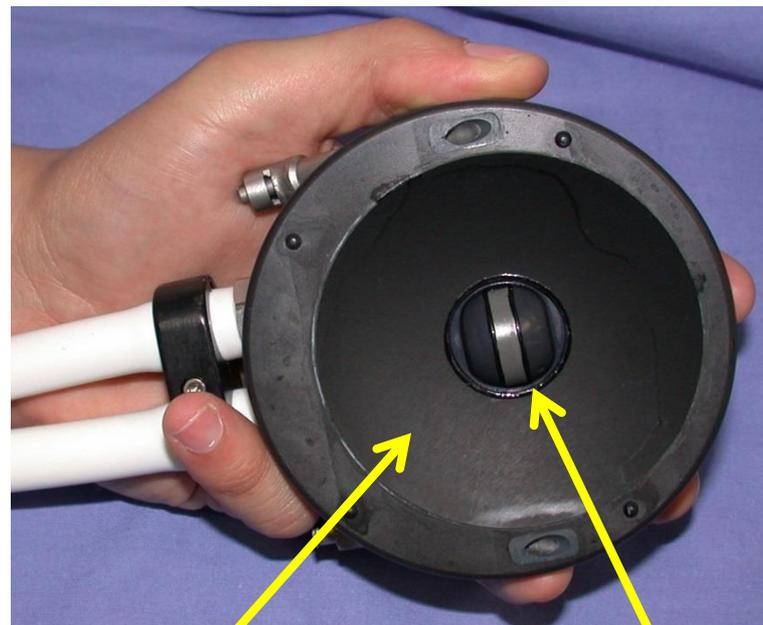
Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

Essais cliniques
Marquage CE

Industrialisation – Essais
multicentriques

Développement d'un traitement par
ultrasons guidé par échographie utilisable
durant le geste chirurgical



Emetteur d'ultrasons
thérapeutiques

Sonde
échographique

Quand le patient rencontre la recherche

proteine tumourale
protéine du muscle
protéine tumourale



Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche thérapeutique

2005

Développement laboratoire, tests in vitro

2005

2009

Validation préclinique

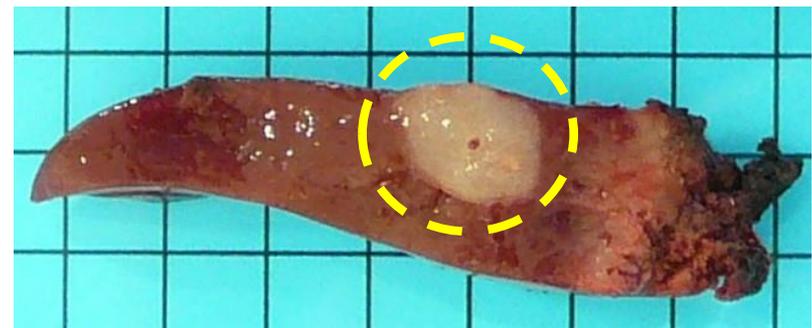
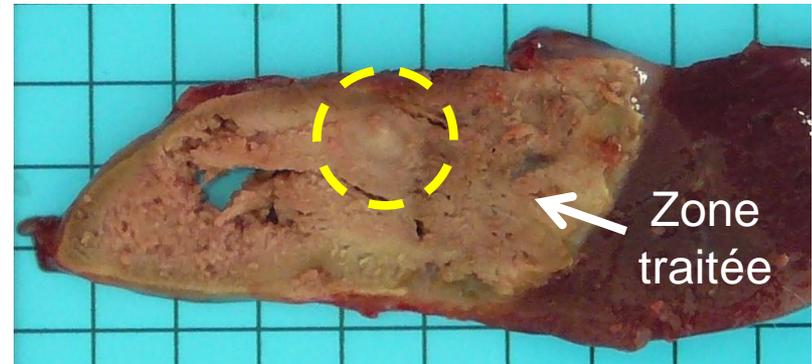
Mise en conformité du prototype

Essais cliniques

Marquage CE

Industrialisation – Essais multicentriques

Etude de faisabilité : L'efficacité carcinologique est démontrée grâce à un effet thermique prépondérant. Possibilité de détruire les tumeurs.



Quand le patient rencontre la recherche

*prosta tumeur
prostate tu muscle
prostate tumeur*



Amandine

Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche
thérapeutique

Développement laboratoire, tests
in vitro

Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

Essais cliniques
Marquage CE

Industrialisation – Essais
multicentriques

2005

2005

2009

2010

Avis favorable du CPP

Autorisation de l'ANSM



Quand le patient rencontre la recherche

*pro la tumeur
metate tu muelo
metate tumeur*



Amandine

Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche thérapeutique

Développement laboratoire, tests in vitro

Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

Essais cliniques

Marquage CE

Industrialisation – Essais multicentriques

2005

2005

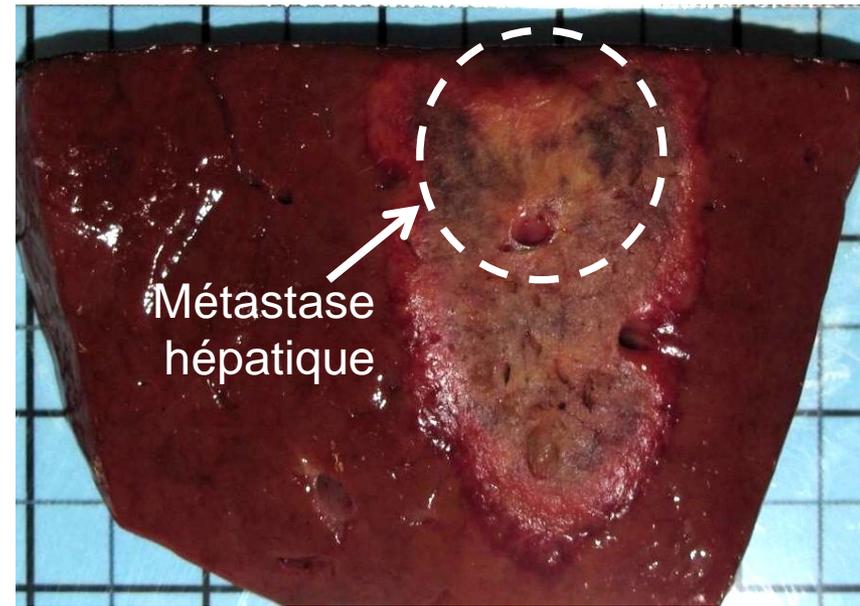
2009

2010

2010

2016

19 patients traités (38 traitements prévus)
6 PHASE I (Mars 2010 – Septembre 2010)
9 PHASE IIa (Janvier 2011 – Novembre 2011)
4 PHASE IIb (Septembre 2012 - ...)



Métastase hépatique de 1 cm de diamètre traitée en 40 secondes

Quand le patient rencontre la recherche



Connaissances scientifiques

Contexte médical

Choix d'une nouvelle approche
thérapeutique

Développement laboratoire, tests
in vitro

Validation préclinique

Mise en conformité du prototype

Essais cliniques

Marquage CE

Industrialisation – Essais
multicentriques

2005

2005

2009

2010

2010

2016

2015

...

Développement d'un dispositif médical :

5 ans entre le laboratoire et l'essai clinique

6 ans d'essais de Phase I – II

10 – 15 ans d'essais multicentriques de
Phase III

20 – 25 ans entre le laboratoire et
une utilisation très large échelle

Quand le patient rencontre la recherche



Un événement co-organisé par:



Un événement soutenu par :



Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
faitate tu meus
faitate tumeur



Amandine

Des chercheurs luttent contre le cancer
La place de la physique et de l'informatique

David Sarrut

Directeur de recherche CNRS

Université de Lyon, France

CREATIS ; Centre Léon Bérard



24 octobre 2013

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
pâte à modeler
pâte à tumeur



Amandine

La recherche en cancérologie

Des souris et des Hommes ?

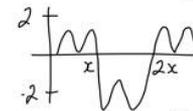


... Mais aussi :



$$(a+b)^3 = (a-b)(a^2+2ab)$$

$$x+y-2 < 2$$



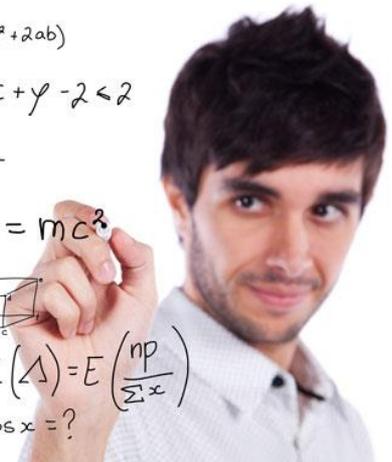
$$e = mc^2$$

$$\sum_{n=-m}^{\infty} x_n$$



$$E(\Delta) = E\left(\frac{np}{\sum x}\right)$$

$$\sin^2 x + \sin^2 x \cos x = ?$$



Quand le patient rencontre la recherche

prostate tumeur
prostate tumeur
prostate tumeur



Amandine

De la physique ?

Pour l'imagerie médicale



Scanner X

Rayons X



Image

Quand le patient rencontre la recherche

pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

De la physique ?

Pour l'imagerie médicale



W. Röntgen
1895

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
prostate tu meurs
prostate tumeur



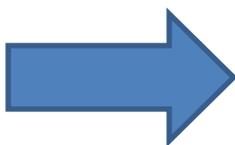
Amandine

De la physique ?

Pour l'imagerie médicale



PET scan



Rayons B+



Image

Quand le patient rencontre la recherche

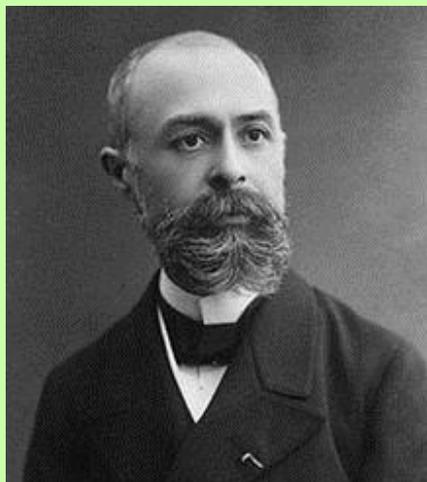
ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

De la physique ?

Pour l'imagerie médicale



M. Curie
H. Becquerel
1896

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
prostate tu meurs
prostate tumeur



Amandine

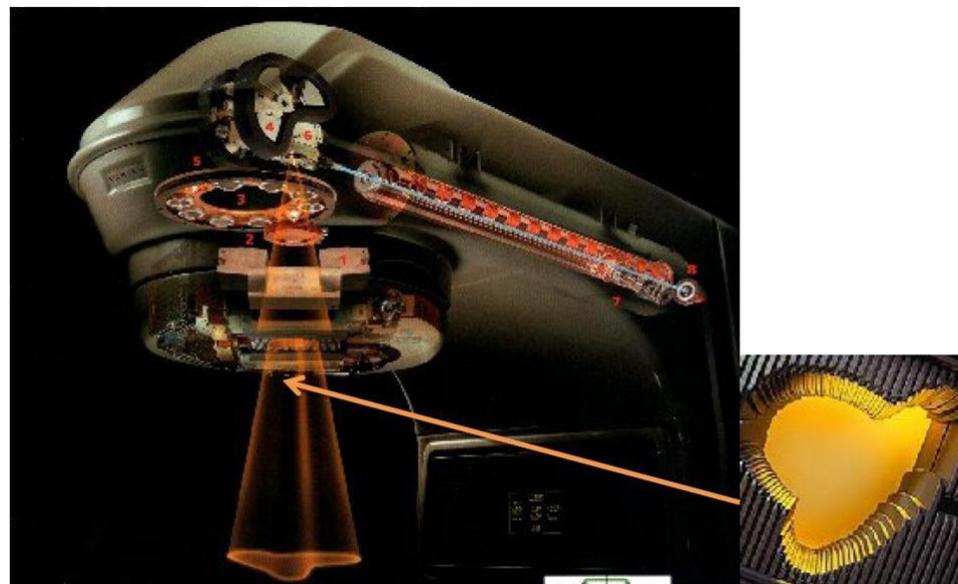
De la physique ?

Pour les traitements

La radiothérapie : environ 2/3 des patients



Accélérateur linéaire



Quand le patient rencontre la recherche

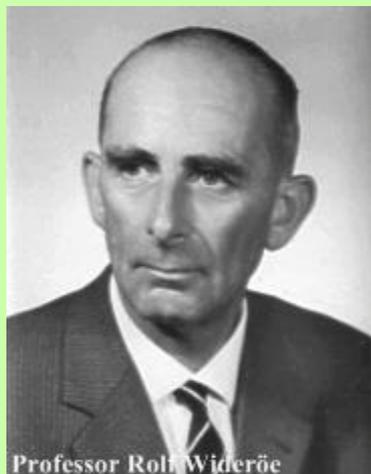
ma tumeur
prostate tu meurs
prostate tumeur



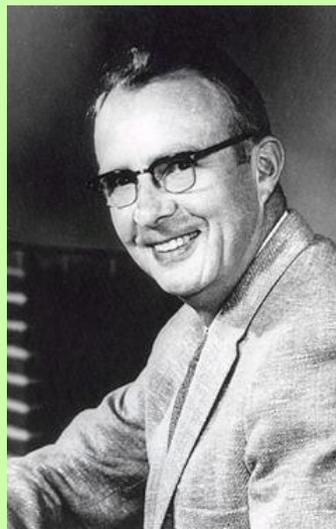
Amandine

De la physique ?

Pour les traitements



Professor Rolf Wideröe



R. Wideröe
1928

LW. Alvarez
1947

Quand le patient rencontre la recherche

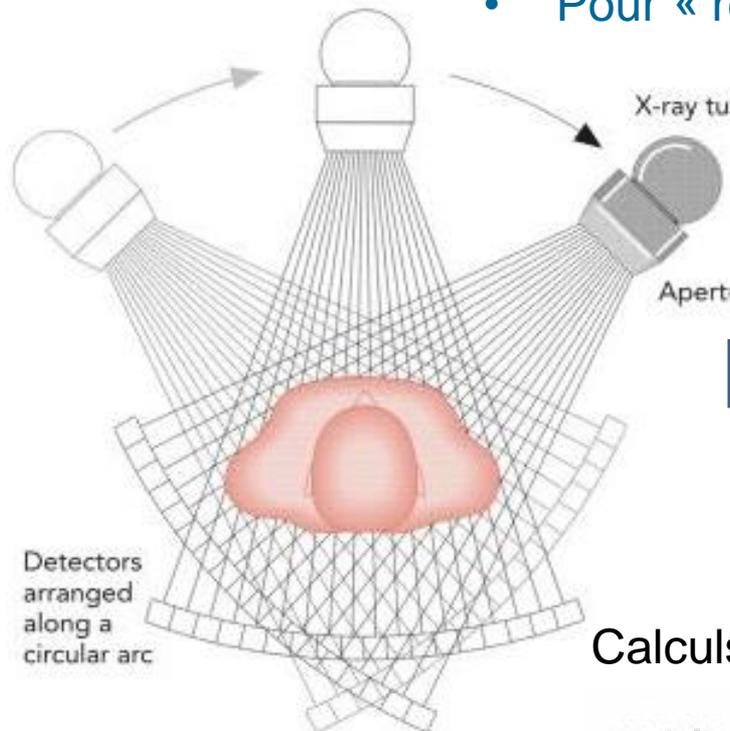
pas la tumeur
patate tu meus
patate tumeur



Amandine

De l'informatique ?

- Informatique -> pas bureautique ! Mais de l'algorithmie
- Pour « reconstruire » les images



Calculs (tomographie)

$$R_{\theta}(x') = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x' \cos \theta - y' \sin \theta, x' \sin \theta + y' \cos \theta) dy'$$

Quand le patient rencontre la recherche

pro la tumeur
patate tu mure
patate tumeur



Amandine

De l'informatique ?



J. Radon
1917

G. Hounsfield
1971

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



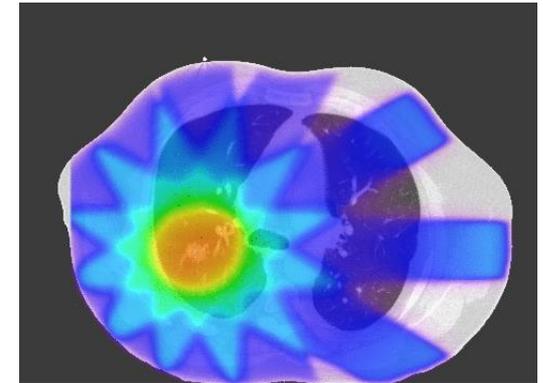
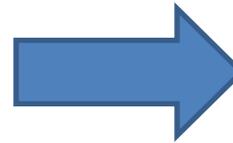
Amandine

De l'informatique ?

- Pour effectuer des **simulations** (prévoir !)
- 100% des traitements en radiothérapie



Calcul de dose



$$-\frac{dE}{dX} = 4\hat{N} \frac{e^4 Z_{eff}^2}{m_e c^2 \beta^2} Z_T \left[\ln\left(\frac{2m_e \beta^2}{I(1-\beta^2)}\right) - \beta^2 \right]$$

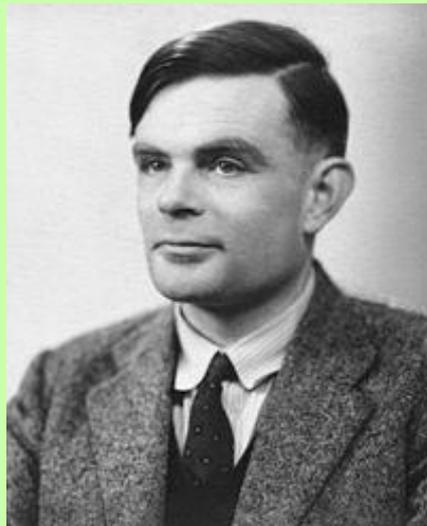
Quand le patient rencontre la recherche

ma la tumeur
patate tu meus
patate tumeur



Amandine

De l'informatique ?



A. Turing
1936

S. Ulam
1949

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

Conclusion

- La lutte contre le cancer: médecins, chercheurs en biologie mais aussi physique, informatique, mathématique, etc ... !
- Multidisciplinaire
- Recherche fondamentale (physique des particules, algorithmique)
- Quelques dizaines de grands noms, mais : des milliers de petits pas ...



Quand le patient rencontre la recherche



Un évènement co-organisé par:



Un évènement soutenu par:





Quelques pistes de radiothérapies innovantes

Michaël Beuve

Professeur à l'Université Claude Bernard Lyon 1

Institut de Physique Nucléaire

LabEx PRIMES



Plan

- 6 exemples d'axes de recherche
 - Parmi les questions abordées par le LaBeX PRIMES
- Hadronthérapie par faisceaux d'ions Carbone
- Faut-il que le chercheur soit proche des patients?

Quand le patient rencontre la recherche



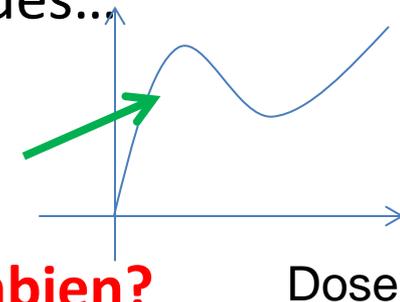
6 exemples d'axes de recherche

1- Estimer le risque des rayonnements ionisants pour la santé

– Effets des faibles doses (cancer radio-induits)

- Génotoxicité, aberrations chromosomiques...
- Mal connu ex: hypersensibilité

Hyper-sensibilité



Ex : Fréquence des mammographies? Combien?

– Effets des fortes doses

- Dysfonctionnements et dommages à l' échelle des organes...

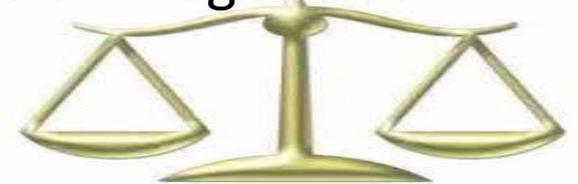
Ex: « D'abord ne pas nuire »



6 exemples d'axes de recherche

2- Maximiser la dose dans les cellules tumorales

- Ex: Faisceaux d'ions de haute énergie (Hadronthérapie)
 - Tumeurs localisées (protons) radio-résistantes (carbone)
- Thérapie vectorisée (radio-isotopes alpha et beta-)
 - Cellules non visibles par les méthodes d'imagerie ou délocalisées
- Microfaisceau
 - Rayonnement synchrotron



Contrôle
tumeur

Complications
Tissus sains

❖ **Challenges de ces thérapies innovantes**

Quand le patient rencontre la recherche

ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine

6 exemples d'axes de recherche

- 3- Elucider les mécanismes fondamentaux impliqués
 - Depuis les effets **physico-chimiques précoces**....
...jusqu' aux conséquences les plus tardives
 - Cible:
 - ADN, Mitochondries, Membrane cellulaire ou...
....cellule voisine!!!! (bystander)

6 exemples d'axes de recherche

- 4- Développer/valider des marqueurs biologiques
 - de sensibilité individuelle et de réponse tumorale pour personnaliser
 - L'estimation du risque des radiations
 - les plans de traitements

ma tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



Amandine



6 exemples d'axes de recherche

- 5- Accroître le bénéfice des traitements en associant aux thérapies des adjuvants.
 - Éléments lourds
 - PAZ (Photon Activation par éléments Lourds)
 - nano particules
 - Déplétion en glutathion



6 exemples d'axes de recherche

6- Développer des modèles biophysiques

- Synthétiser, comprendre et prédire
- Effets = f(**individu/tumeur**, **irradiation**)
 - **Individu / Tumeur**
= **organes concernés, radiosensibilité individuelle, tumeur**
 - **Irradiation**
= **dose, particule, énergie, débit de dose, fractionnement**

- ❖ Planification des traitements
 - ❖ Estimation du risque

Quand le patient rencontre la recherche

*pas la tumeur
pas la tumeur
pas la tumeur*



Amandine

Hadronthérapie par faisceau d'ions Carbone

Centre ETOILE

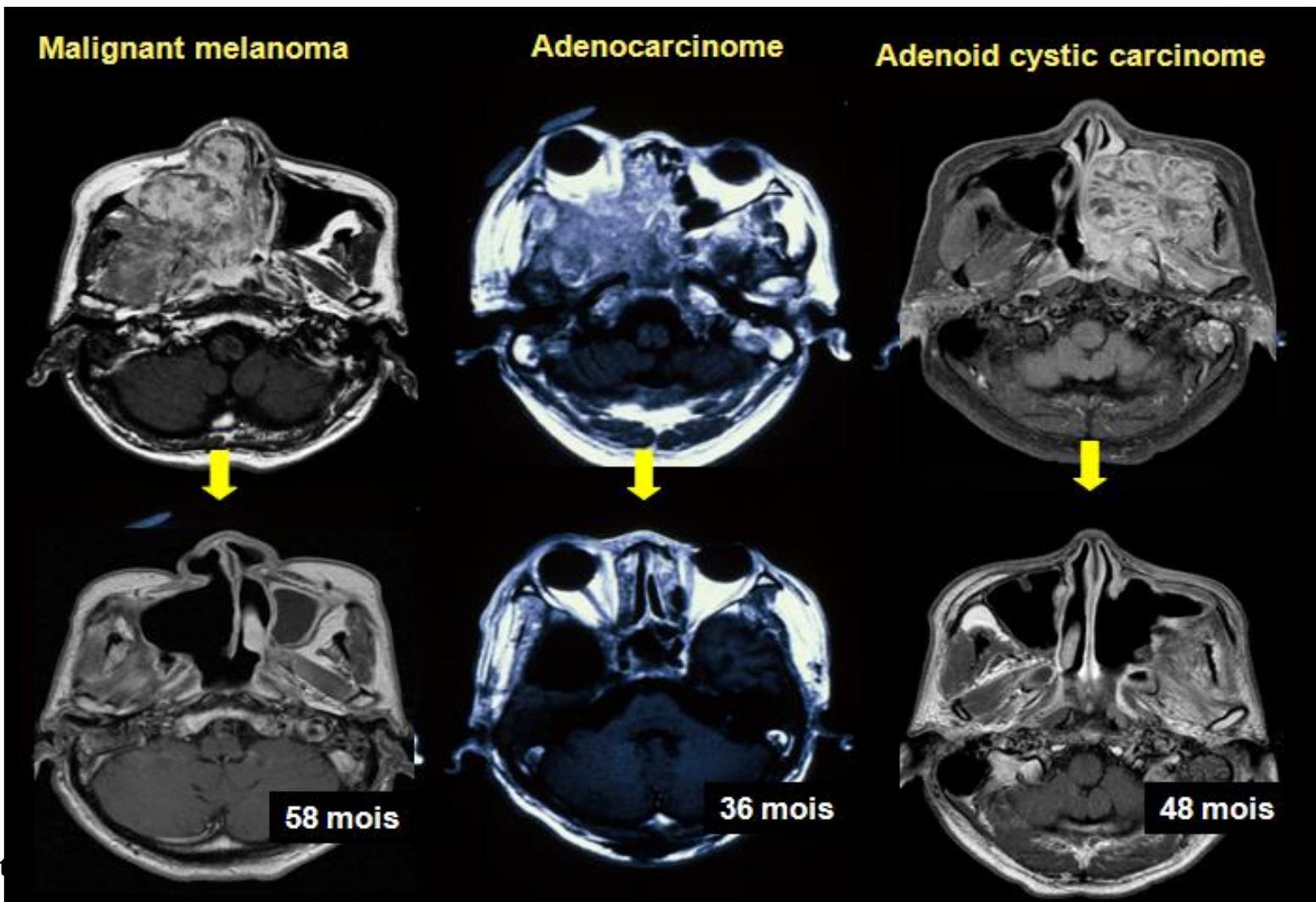
Quand le patient rencontre la recherche

Exemples de résultats issue du NIRS (Japon)

prosta tumeur
prostate tu muscle
prostate tumeur



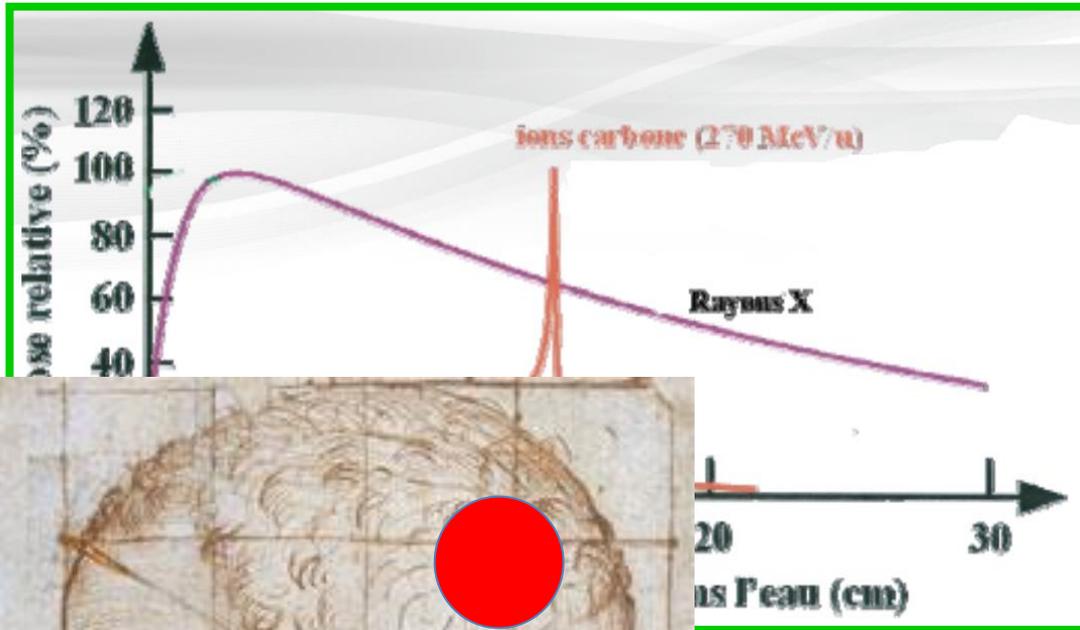
Amandine



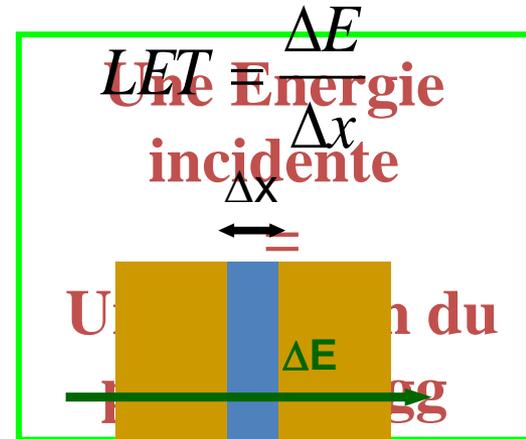
Quand le patient rencontre la recherche



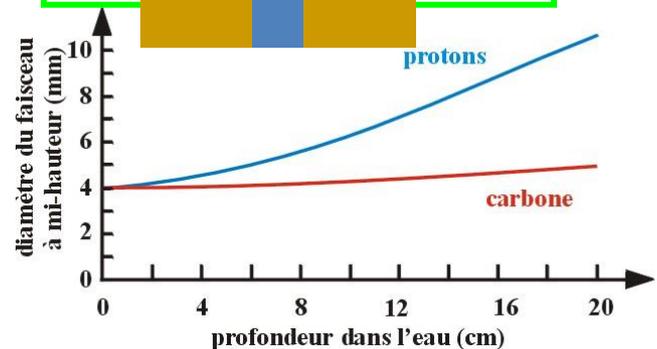
1- Pic de Bragg (1/2)



Linear Energy Transfer



Profondeurs profondes



Elargissement du faisceau

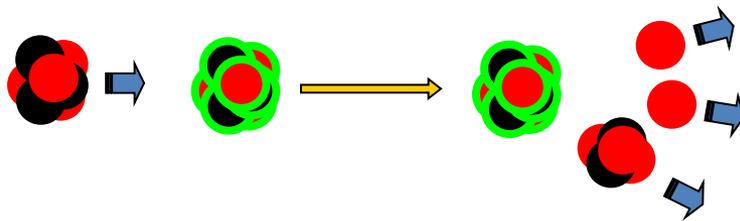
Quand le patient rencontre la recherche

prosta tumor
prostate tu muscle
prostate tumor

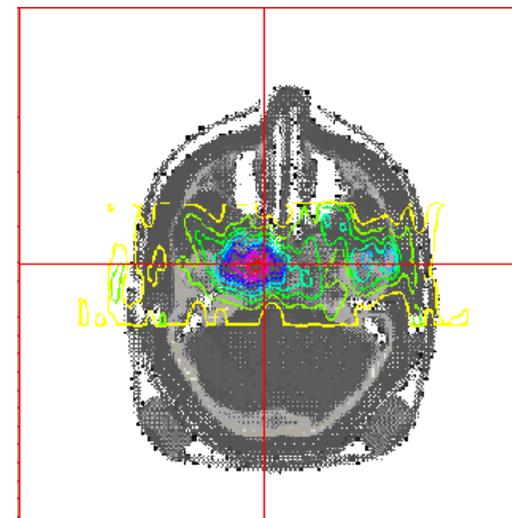
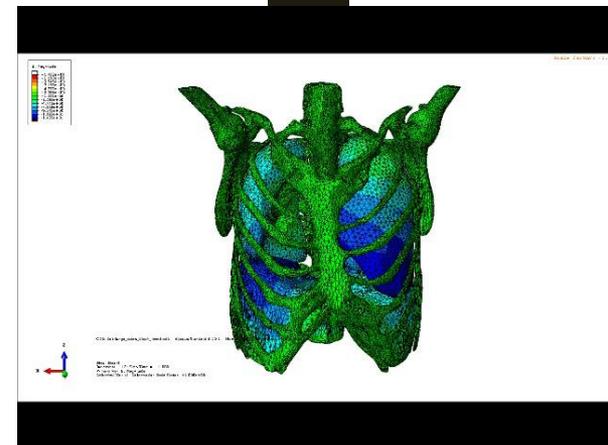
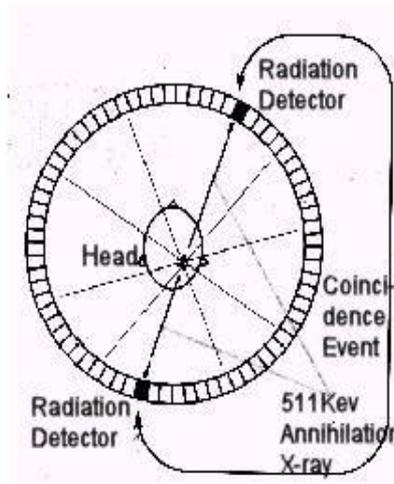
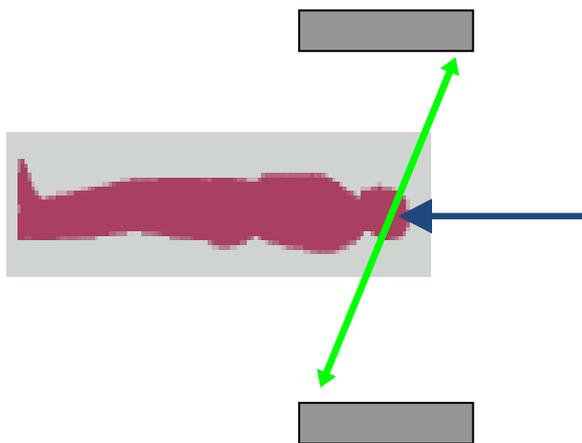


Amandine

2- Imagerie



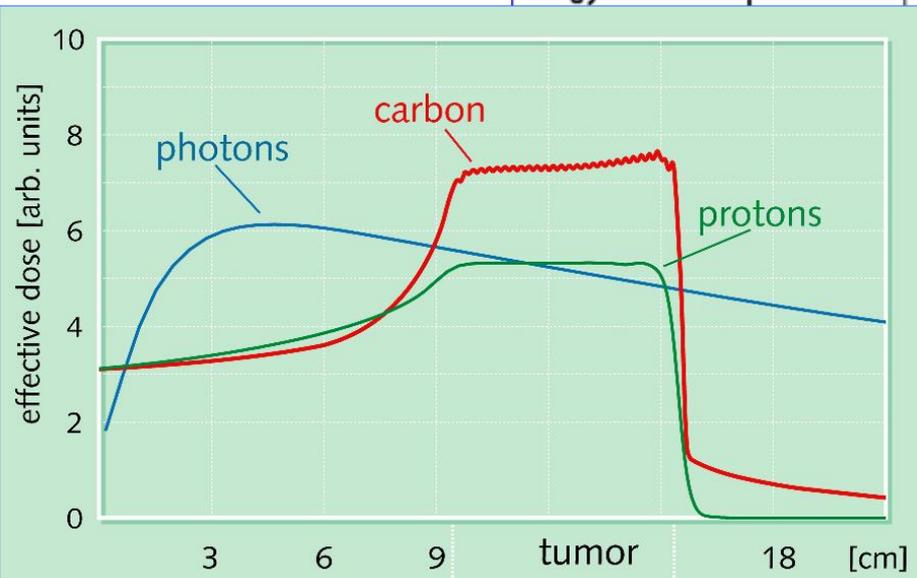
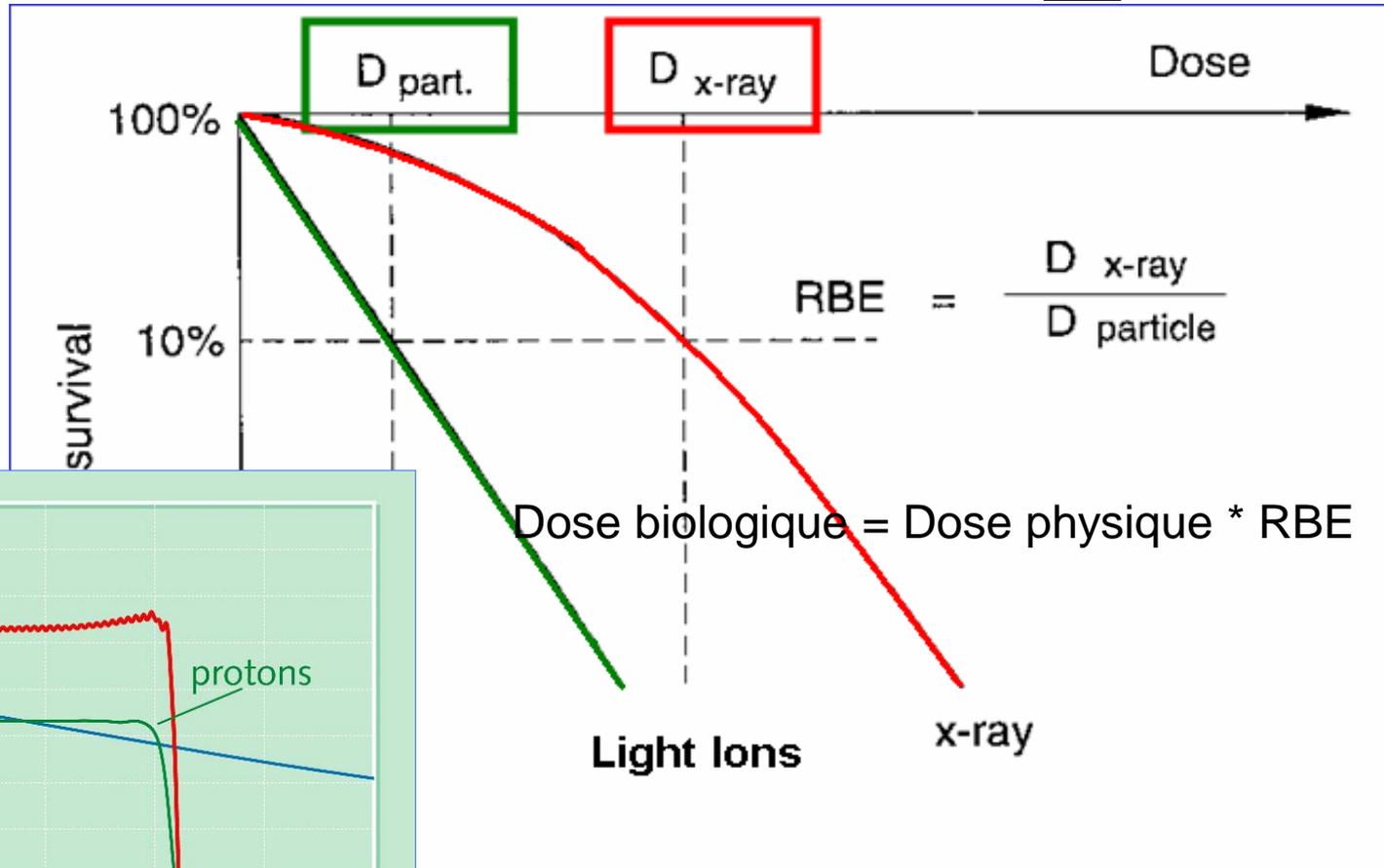
Tomographie par Emission de Positron
(actuellement hors ligne)



Quand le patient rencontre la recherche



3- Efficacité Biologique Relative EBR (RBE)



$$Dose\ Bio. = f(Z_p, E_p, Dose\ Phys.)$$



Histoire de l'Hadronthérapie

- Radiothérapie
 - **1895 : Rayons X** Wilhem Conrad Röntgen
 - **1896 : Premier essai clinique** France (Lyon) Victor Despeignes
- Hadrontherapy
 - **1930 : invention du cyclotron** (Ernest Lawrence)
 - 1946 Robert Wilson suggère une application clinique [*Radiology* **47**, 487]
 - **1950's La thérapie proton** commence au LBL (Lawrence Berkeley Laboratory)
 - 1957 Université de Uppsala
 - 1961 au MGH (Massachusetts General Hospital),
 - **1970's ions lourds** de la biologie à l'essai clinique (Berkeley)
- Première infrastructure ion hospitalière
 - Proton : LLUMC (Loma Linda University Medical Center)
 - **Carbone : 1996** HIMAC au NIRS (National Institute)

Quand le patient rencontre la recherche

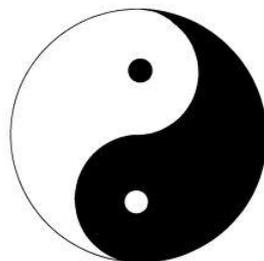
pas la tumeur
patate tu meurs
patate tumeur



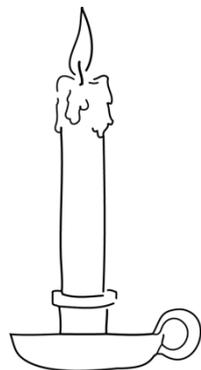
Amandine

Faut-il que le chercheur soit proche des patients?

Il faut qu'il
soit proche



Il faut qu'il
soit loin



Quand le patient rencontre la recherche



Un évènement co-organisé par:



Un évènement soutenu par:

