

Les ONDES

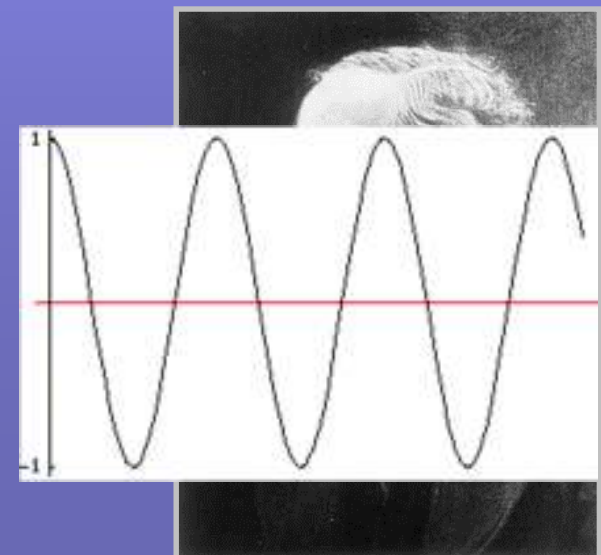


ÉLECTROMAGNÉTIQUES



***Les ONDES sont aussi des
PARTICULES avec une VITESSE
(v) et une ÉNERGIE (E).***

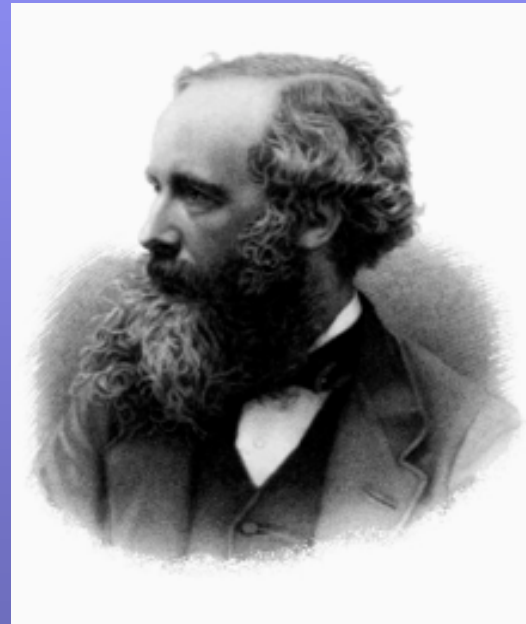
ondes radio	micro- ondes	IR	visible	UV	rayons X	rayons γ	rayons cosmiques
----------------	-----------------	----	---------	----	-------------	--------------------	---------------------



L'histoire de Faraday et Maxwell



FARADAY
1791-1867



MAXWELL
1831-1879

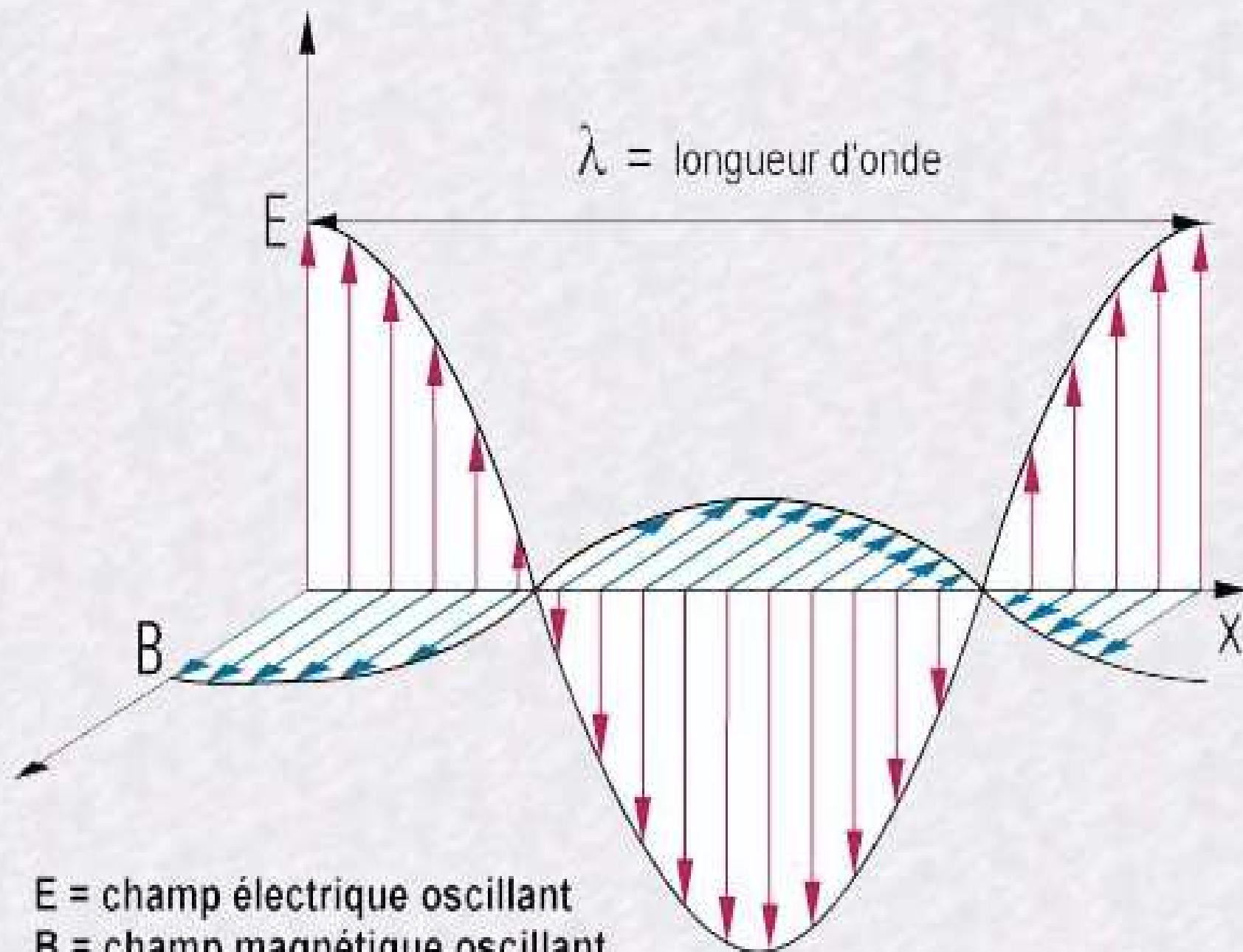
Ondes et propagation



Equation de propagation des ondes électromagnétiques

$$\Delta \vec{E} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

Mise en évidence expérimentalement par Hertz, 23 ans plus tard !



E = champ électrique oscillant
B = champ magnétique oscillant



*Voyons un peu plus en
détails ces ONDES.*

ondes radio	micro- ondes	IR	visible	UV	rayons X	rayons γ	rayons cosmiques
----------------	-----------------	----	---------	----	-------------	--------------------	---------------------



Relation de PLANK-EINSTEIN

$$E = h c / \lambda$$

E = énergie de la radiation / J

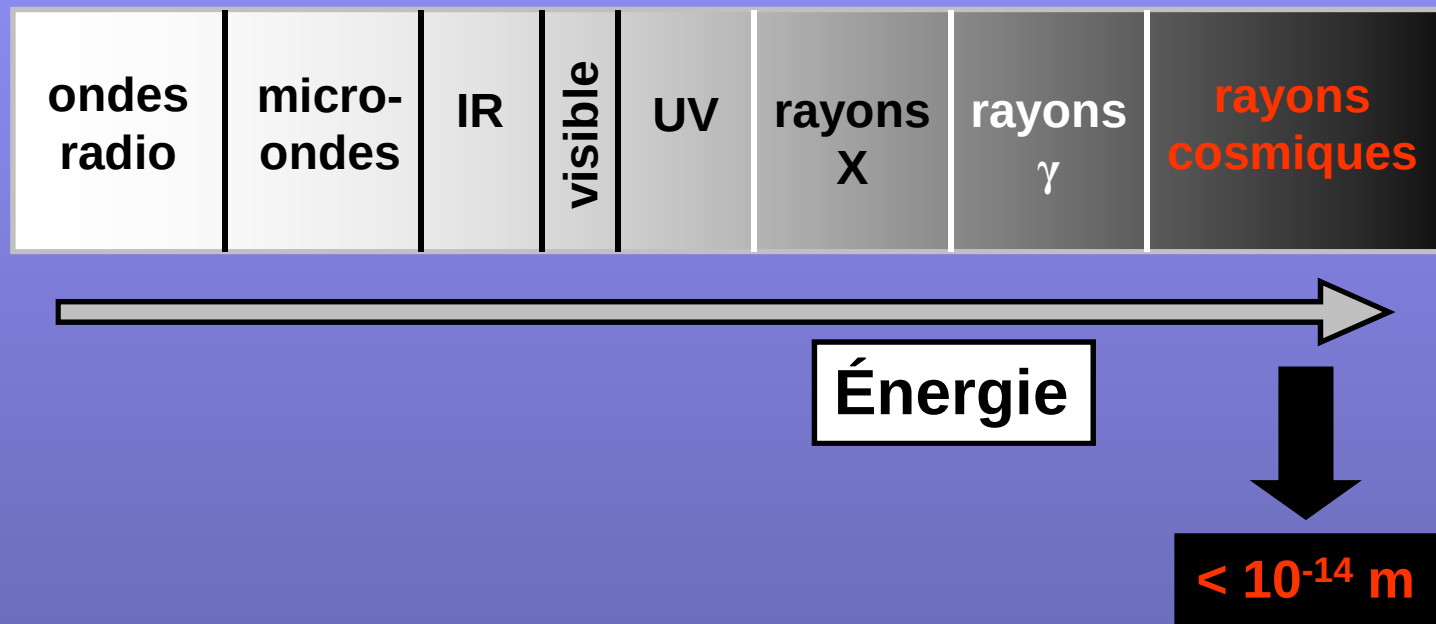
h = constante de Plank ($6,62 \times 10^{-34}$ / J s)

c = vitesse de la lumière dans le vide ($2,00 \times 10^8$ / m s⁻¹)

λ = longueur d'onde de la radiation / m



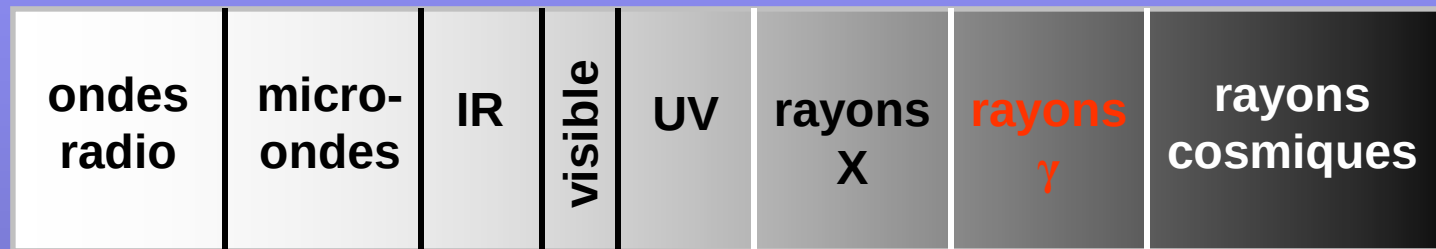
LES RAYONS COSMIQUES



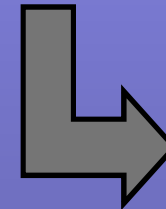
- Proviennent du soleil et de l'espace interstellaire et intergalactique
- Rayonnement le plus énergétique, arrêté par l'atmosphère



LES RAYONS γ



Énergie

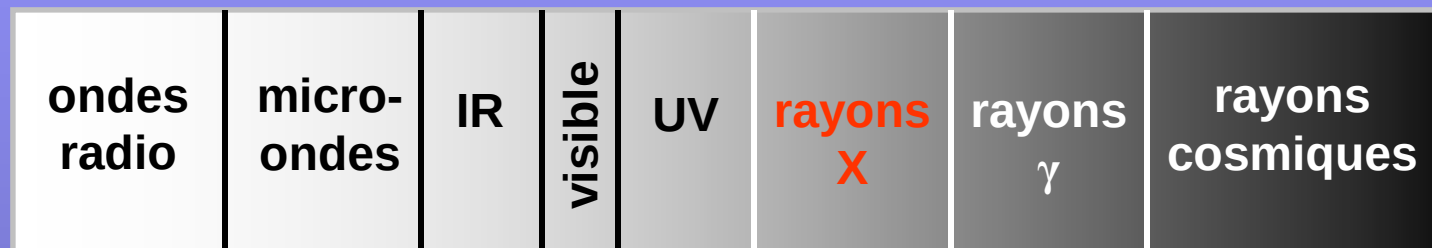


10^{-11} à 10^{-14} m

- ❖ Proviennent de la radioactivité ou des processus nucléaires (noyaux des atomes)
- ❖ Provoquent des brûlures, cancers et mutations génétiques



LES RAYONS X



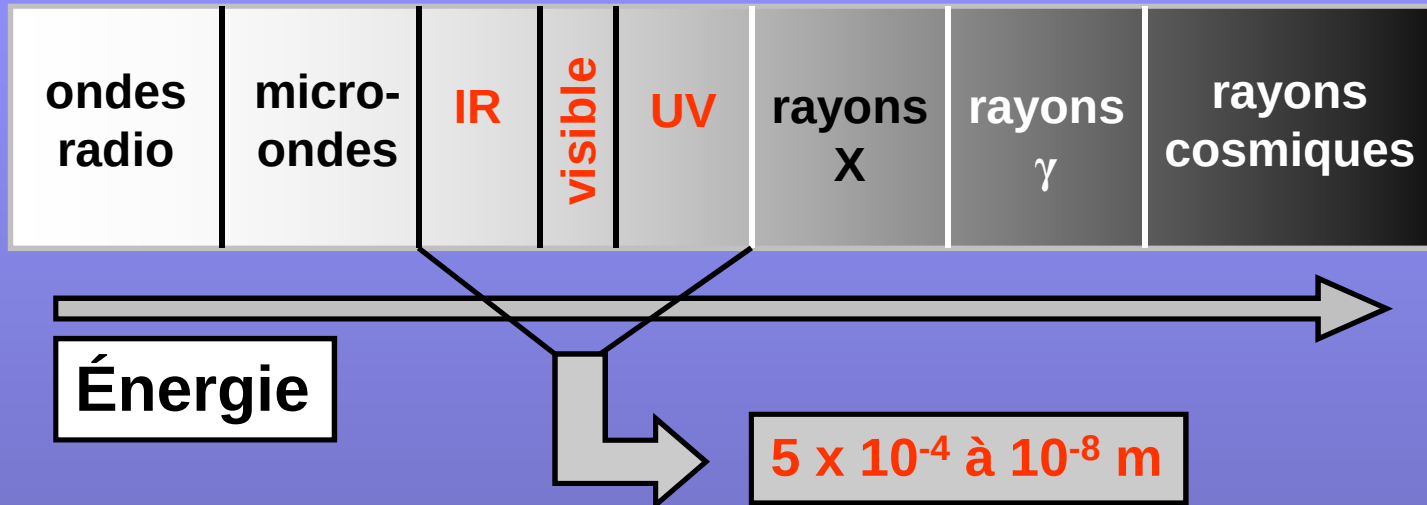
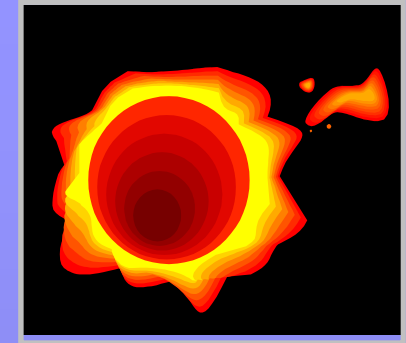
Énergie

10^{-8} à 10^{-11} m

- Proviennent des électrons des atomes
- Imagerie médicale et radiocristallographie
- Traversent la peau et arrêtés par les os



LES RAYONS UV, VISIBLES et IR



◆ Proviennent du soleil et de lampes spécifiques

◆ Technique de caractérisation des molécules

UV : Stérilisation

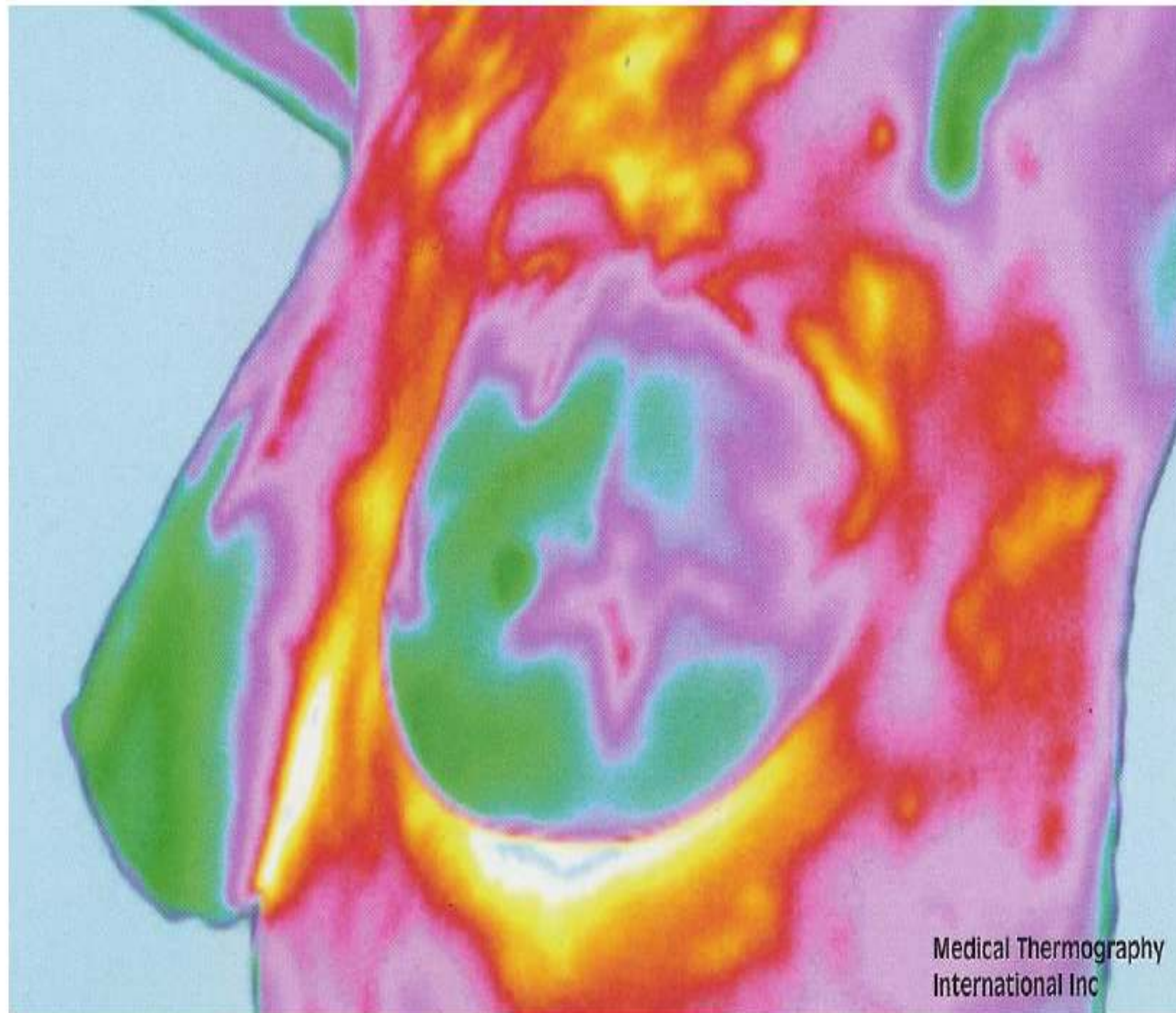
Visible : Lumière que l'on voit = couleur

IR : Vision de nuit, thermographie, communication à distance, robotique et dans les fibres optiques.



Un barbecue utilisant du charbon de bois.

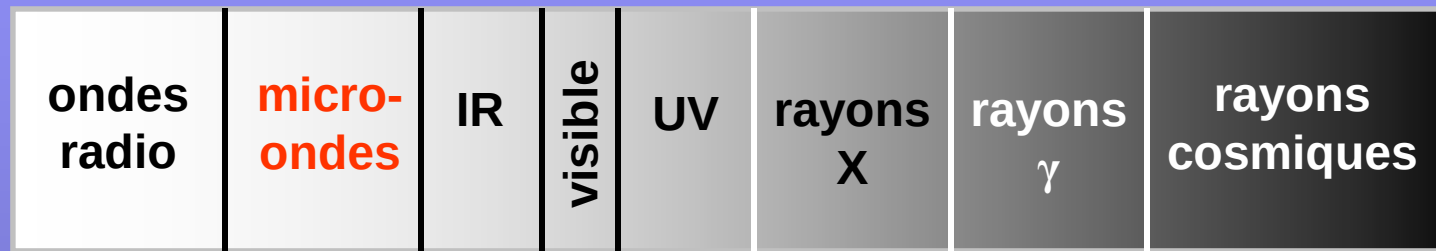
En médecine, la **thermographie**, en relevant les différences de température à la surface du corps, permet de diagnostiquer des cancers, une mauvaise circulation sanguine, des inflammations locales...



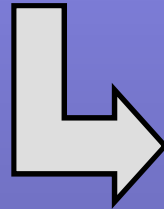
Une mammographie.



LES MICRO-ONDES



Énergie

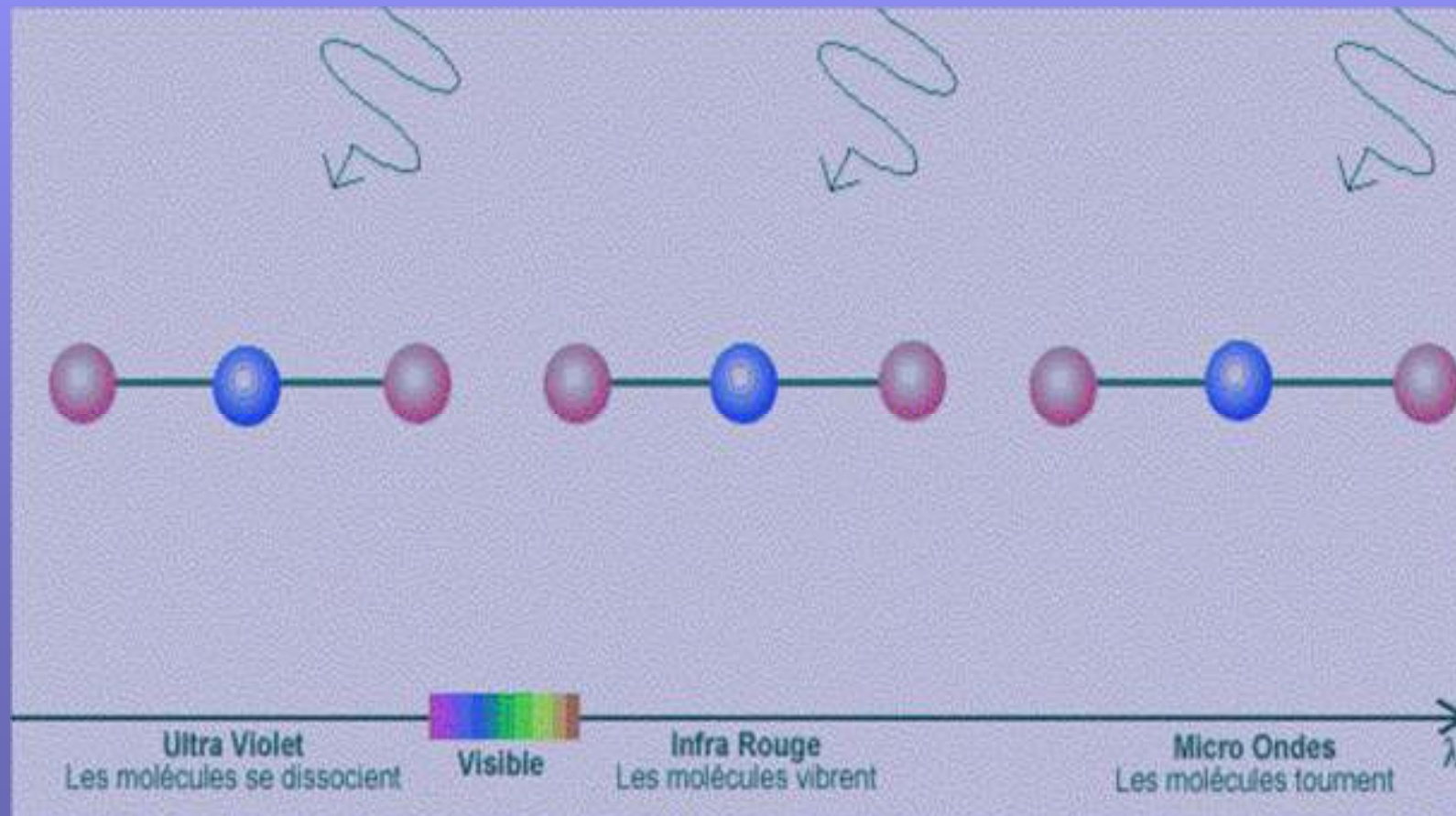


0,001 à 0,1 m ou 300 à 3 GHz

- ◆ Formées à partir d'un courant électrique
- ◆ Fours à micro-ondes, transmission par satellite, radars, télévision par câble, téléphonie mobile

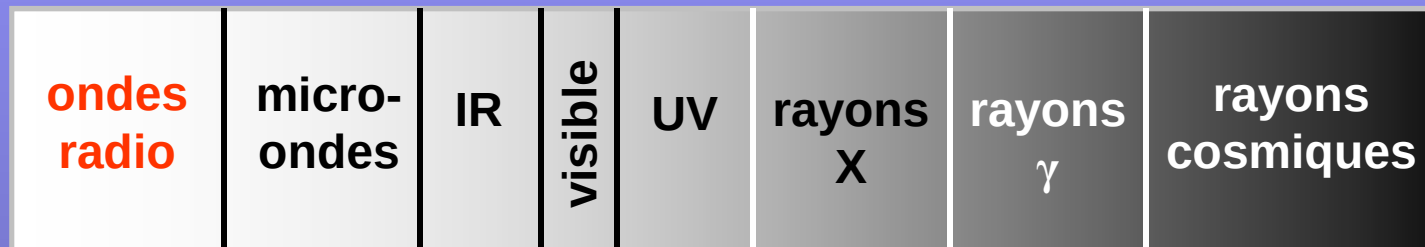
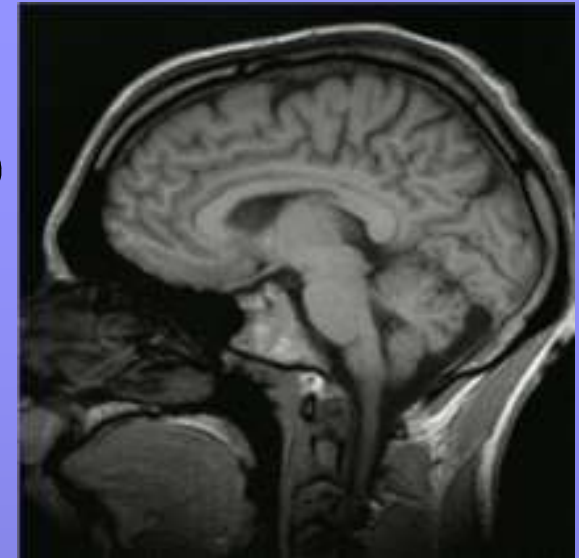


**Que font les rayonnements
UV, IR et les micro-ondes
sur les MOLÉCULES ?**

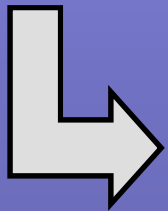




Et finalement
LES ONDES RADIO



Énergie



> 0,1 m ou 3Hz à 300 GHz

- ◆ Formées à partir d'un courant électrique
- ◆ Transmission d'information (radio, télévisions, radars), médecine et science (IRM et RMN)

Théorème de Gauss pour le champ électrique

$$\oiint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{\Sigma q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

$\oiint_S \vec{E} d\vec{S} = \iiint_V \vec{\nabla} \cdot \vec{E} dV = \frac{\Sigma q_{\text{int}}}{\epsilon_0} = \frac{\iiint \rho dV}{\epsilon_0} = \iiint \frac{\rho}{\epsilon_0} dV \Rightarrow \boxed{\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}}$

Th Ostogradski

divergence de $\vec{E}$

Des charges électriques au repos

crée un champ électrique

Théorème de Gauss pour le champ magnétique

$$\oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

$$\oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \vec{\nabla} \cdot \vec{B} \, dV = 0 \Rightarrow \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

Th Ostogradski divergence de $\vec{B}$

il n'existe pas de charges magnétiques

Loi de Faraday-Henry

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

$\underbrace{\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l}}_e = - \frac{d}{dt} \underbrace{\iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}}_{\Phi(\vec{B})}$

$$e = - \frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = \iint_S \boxed{\vec{\nabla} \wedge \vec{E}} \cdot d\vec{S} = - \frac{d}{dt} \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iint_S \boxed{\left(- \frac{d\vec{B}}{dt} \right)} \cdot d\vec{S} \Rightarrow \boxed{\vec{\nabla} \wedge \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}}$$

Th Stokes rotationnel de $\vec{E}$

champ magnétique variable

$\Rightarrow$ champ électrique

Loi d'Ampère-Maxwell

Théorème d'Ampère

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot I + \epsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

Th Stokes

$$\iint_S \vec{\nabla} \wedge \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

$$\mu_0 \cdot \iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

densité de courant

$$\iint_S \vec{\nabla} \wedge \vec{B} \cdot d\vec{S} = \mu_0 \cdot \iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

$$\iint_S \vec{\nabla} \wedge \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iint_S \left[\mu_0 \cdot \vec{j} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \right] \cdot d\vec{S} \Rightarrow$$

$$\vec{\nabla} \wedge \vec{B} = \mu_0 \cdot \vec{j} + \epsilon_0 \mu_0 \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

rotationnel de $\vec{B}$

champ électrique variable

+ des courants

$\Rightarrow$ **champ magnétique**

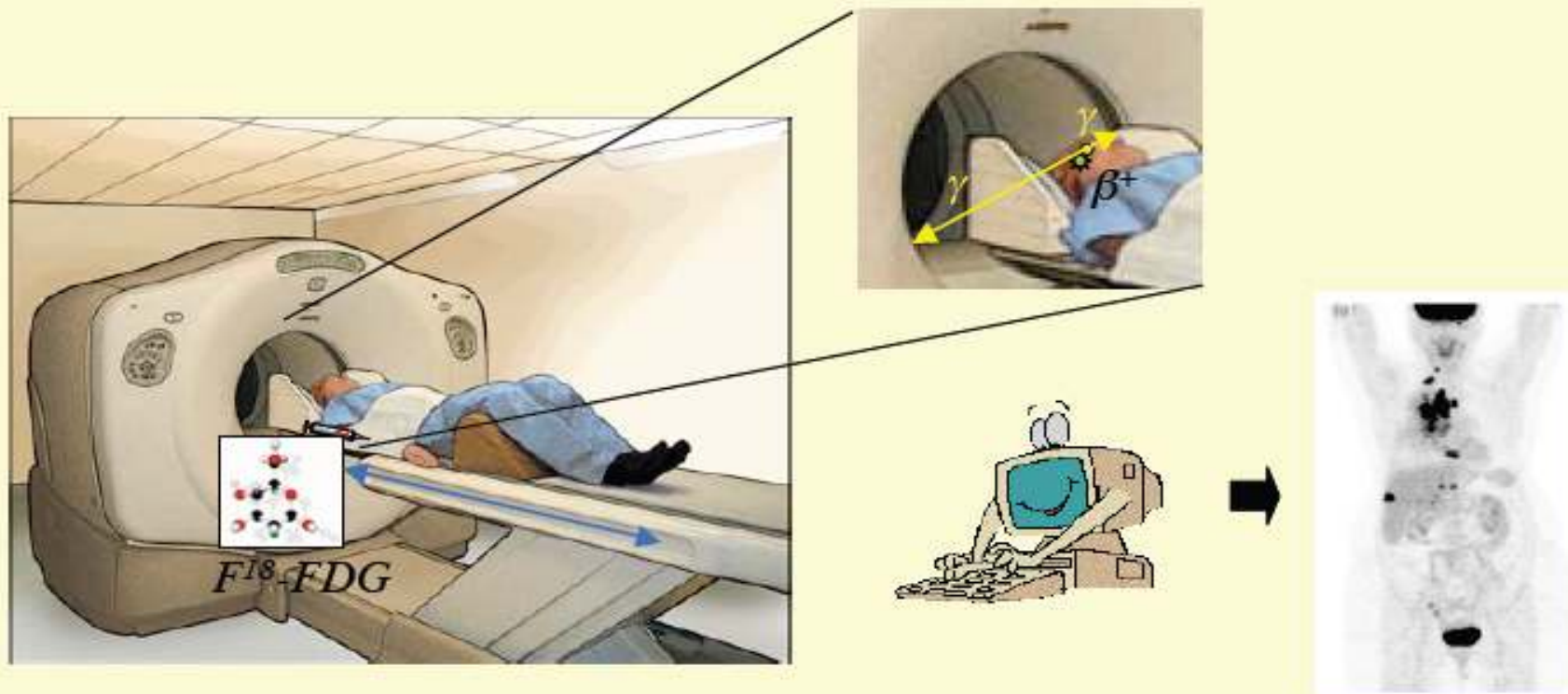
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

Charges en mouvement

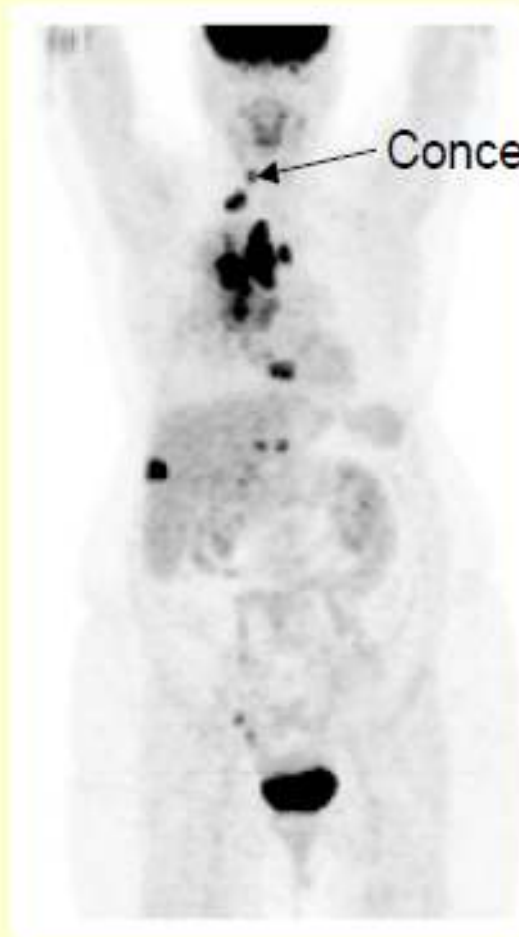
TEP(imagerie fonctionnelle)

Contexte : la tomographie par émission de positons (TEP)

- Méthode d'imagerie fonctionnelle permettant de visualiser le métabolisme d'une substance, en particulier d'un analogue du glucose, le FDG



Contexte : signification d'une image TEP

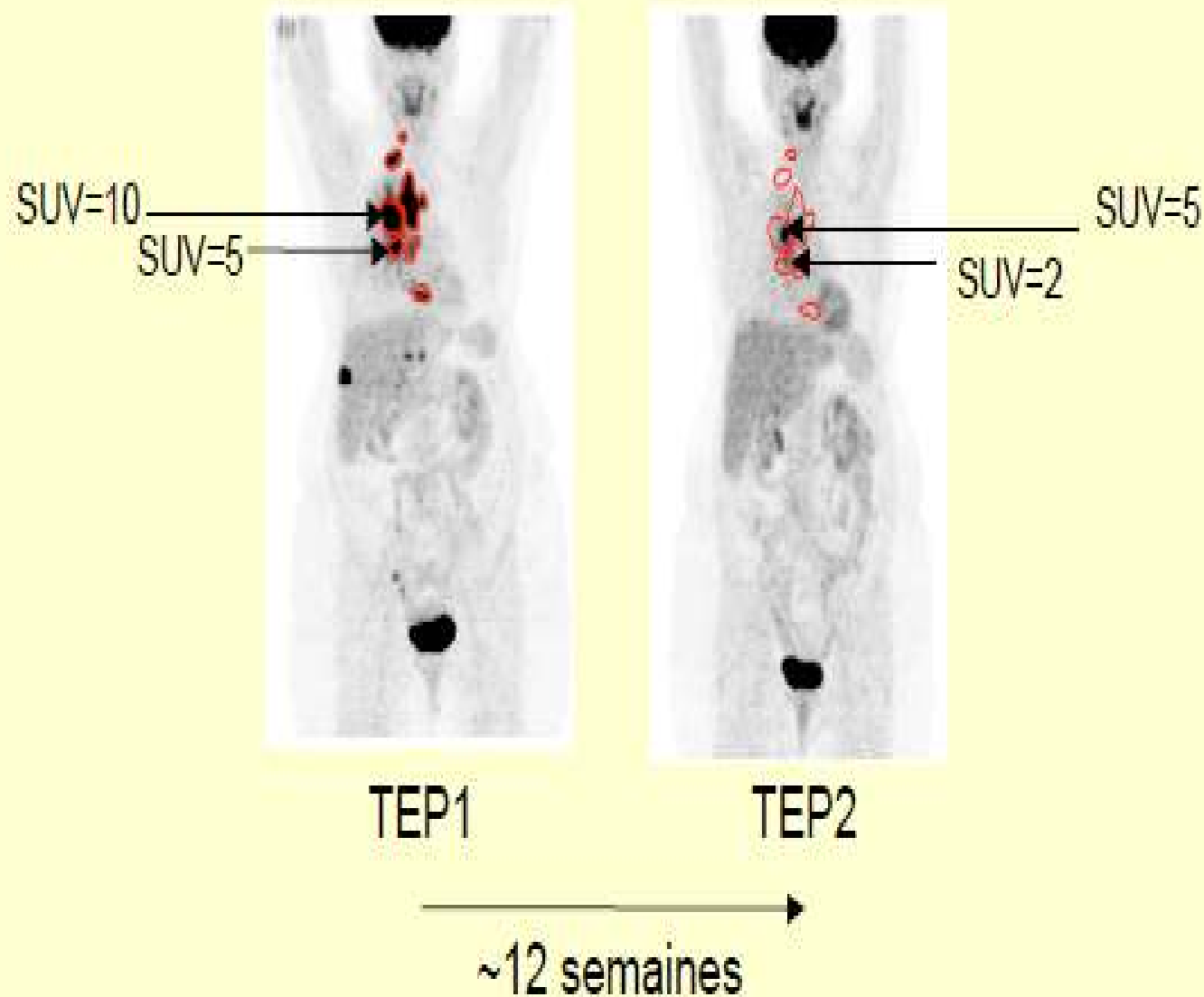


Concentration du radiotraceur (kBq/mL)

$$\text{SUV (Standardized Uptake Value)} = \frac{\text{Concentration du traceur}}{\text{Activité injectée / poids du patient}}$$

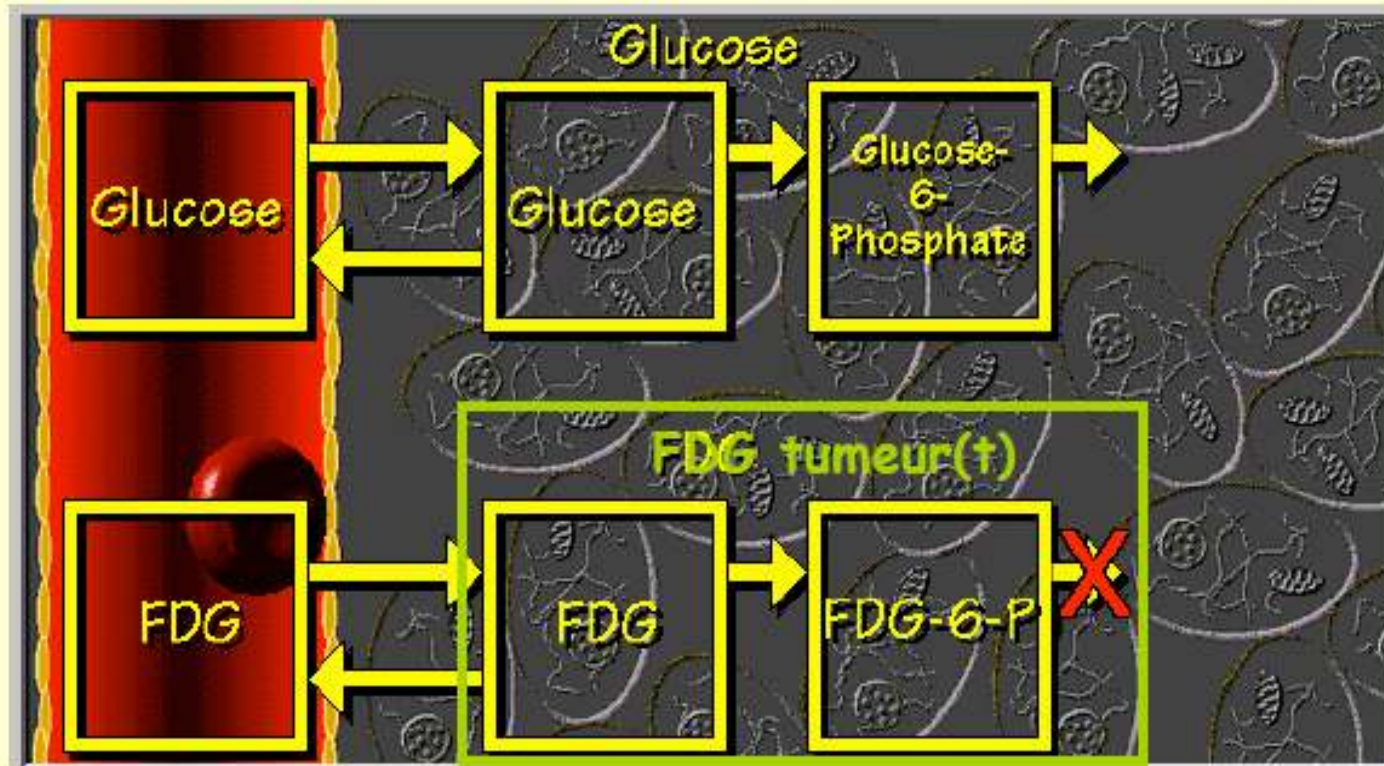
SUV ~ activité métabolique des cellules

Contexte : approche actuelle d'analyse



Modèle du FDG

- Approche la plus générale



$$\text{FDG tumeur}(t) = K_i \int_0^t \text{AIF}(\theta) d\theta + \text{FDG non métabolisé}(t)$$

↑
taux de métabolisation du glucose

↑
FDG disponible à la tumeur

Simplification du modèle : le SUV

$$\text{FDG tumeur}(t) = K_i \int_0^t \text{AIF}(\theta) d\theta + \text{FDG non métabolisé}(t)$$

$$K_i = \frac{\text{tumeur}(t) - \cancel{\text{FDG non métabolisé}}}{\int_0^t \text{AIF}(\theta) d\theta}$$

~ dose injectée / volume de dilution
~ dose injectée / poids du patient

$$\text{SUV} = \frac{\text{tumeur}(t)}{\text{dose injectée / poids du patient}}$$

Si distribution homogène dans tout l'organisme, SUV = 1

Moins précis que K_i



CHU Timone-Stéphanie Battini

	Tissue of interest			
	K^*	V^*	$\frac{K^*}{V^*}$	$\frac{SUV_{max}(TOI)}{SUV_{max}(TOR)}$
1	0.49	0.99	0.49	0.50; 0.59; 0.59; 0.64
2	80.07	24.63	3.25	5.65; 5.57; 5.48; 5.42
3	0.73	1.26	0.58	0.93; 1.02; 0.97; 1.0
4	4.47	2.51	1.78	4.19; 4.08; 4.47; 5.17
5	0.45	1.34	0.34	3.44; 3.28; 3.28; 3.33
6	0.10	1.98	0.05	XX
7	11.66	16.77	0.69	3.66; 4.41; 4.64; 4.0
8	2.06	1.31	1.57	0.73; 0.82; 0.93; 1.09

Table 2: *Data of the 8 patients: K^* (h^{-1}), V^* (dimensionless). TOI: Tissue of interest; TOR: Tissue of reference.*

Electrocardiogramme

Profil « normal »

