



Rayonnements non ionisants- LASER

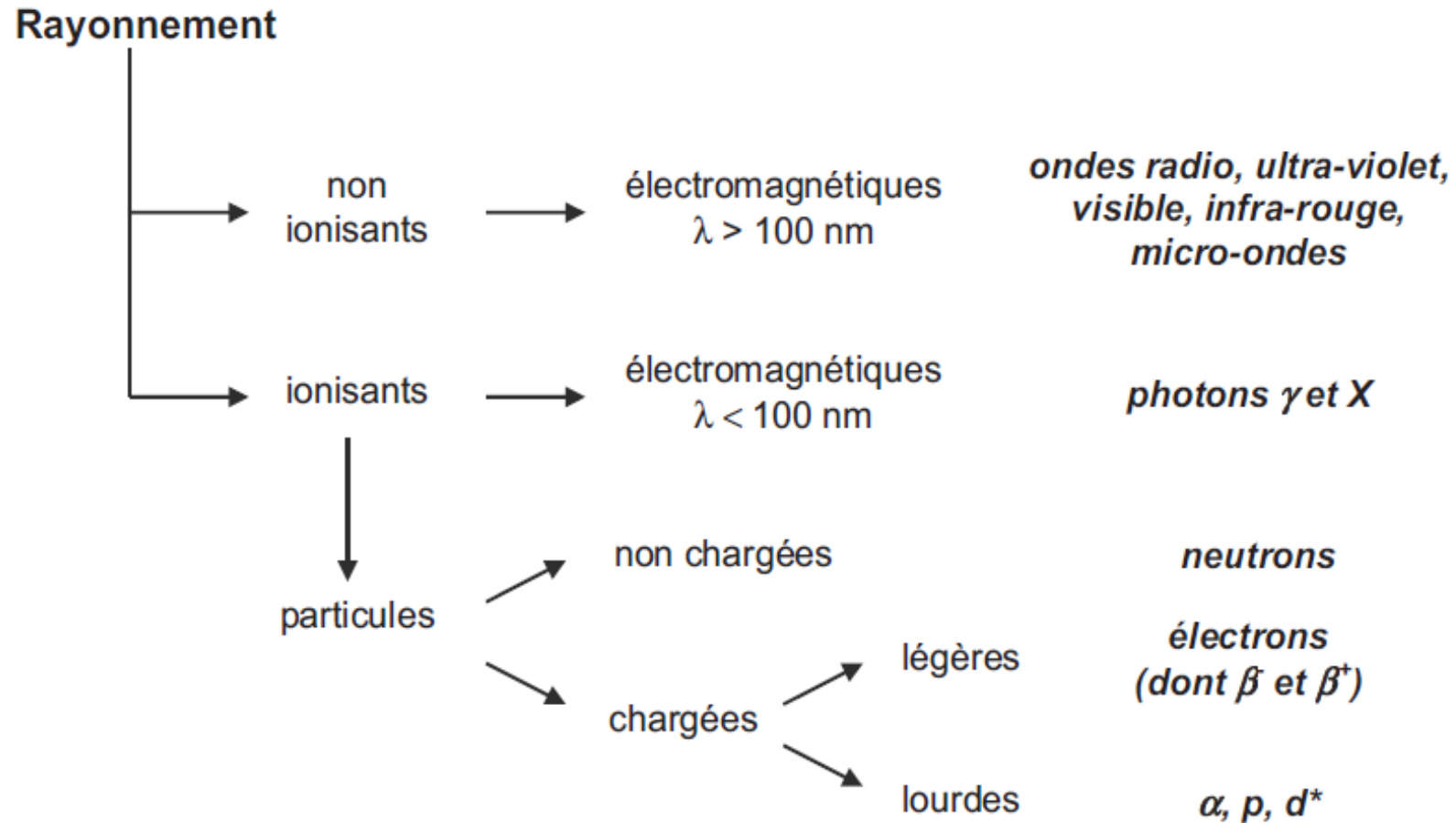
Pr. S.M. MEGHELLI

**Maitre de conférence A
en Biophysique Médicale
Faculté de médecine de Tlemcen**

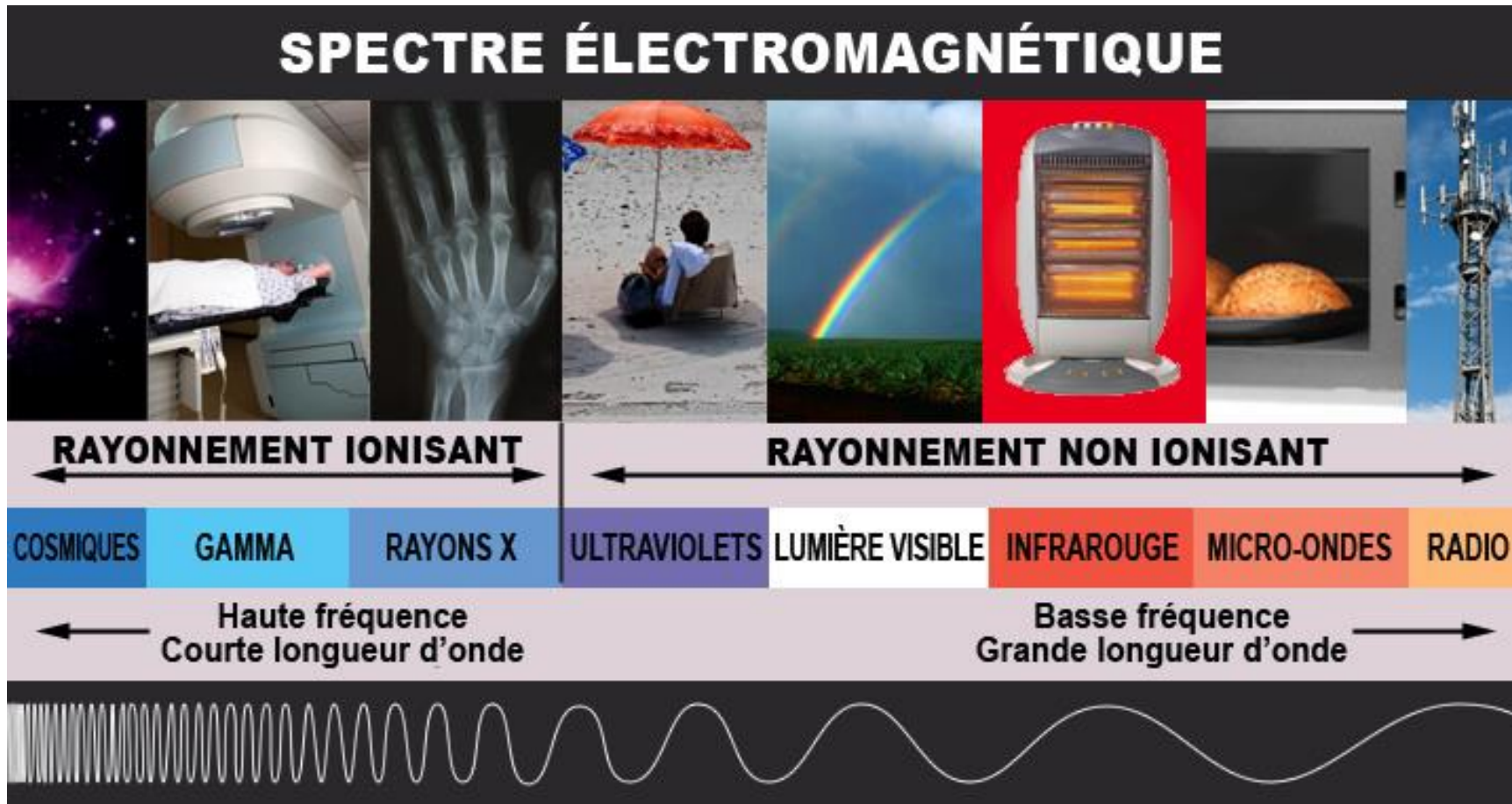
PLAN

- Classification des rayonnements
- Définition d'un rayonnement non ionisant (RNI)
- Classification des ondes électromagnétiques (OEM)
 - rayonnements ultraviolets (UV)
 - rayonnements infra-rouge (IR)
- Le LASER
 - Principe physique
 - Effets, risques et applications médicales du LASER

1) Classification des rayonnements



2) Classification des ondes électromagnétiques (OEM)



3) Définition d'un rayonnement non ionisant

- Par définition, un rayonnement non ionisant est une onde électromagnétique (OEM) dont **l'Energie est insuffisante pour ioniser la matière** ($E = h\nu < 13,6 \text{ eV}$).
- Ce type de rayonnement est constitué essentiellement de rayonnements électromagnétiques de longueur d'onde supérieure à 100 nm.
- Parmi ces rayonnements nous avons : les Ondes radioélectriques, le rayonnement ultraviolet UV (proche du visible), le visible et l'infrarouge IR

A) Les rayonnements ultraviolets (UV).

- **1. Mise en évidence.**

C'est en 1803 que RITTER et WOLLASTON découvrirent que le chlorure d'argent, soumis à un rayonnement situé au-delà de la limite violette du spectre visible, noircissait (par l'action photochimique des UV sur les sels d'argent).

Les radiations comprises entre 100 nm et 400 nm sont appelées radiations ultraviolettes.

- **2. Les sources de rayonnement ultraviolet.**

Le Soleil, des étincelles, des lampes à décharges (lampe à vapeur de mercure, lampe à xénon...) produisent des ultraviolets.

• 3 Propriétés des ultraviolets.

→ aspect chimique

- Les UV peuvent initier certaines réactions chimiques. C'est grâce à cette faculté que se forme la couche d'ozone qui nous protègent de certains rayonnements UV qui pourraient détruire toute vie sur Terre.

→ aspect biologique

- Les rayonnements UV sont utilisés pour désinfecter, pour stériliser les produits alimentaires ou pharmaceutiques, l'air et l'eau.
- Une irradiation modérée et progressive au UV permet le bronzage. Si elle devient excessive, elle peut induire un cancer cutané.
- Du point de vue thérapeutique, les UV sont utilisés pour le traitement du rachitisme (maladie de la croissance affectant le squelette due à un défaut de minéralisation osseuse par carence en vitamine D).

B) Les rayons infrarouges (IR).

• 1. Découvertes.

- En 1800, William Herschel (1738-1822) place un thermomètre au-delà du rouge du spectre de couleurs obtenu à l'aide d'un prisme par décomposition de la lumière du Soleil. Il constate que le thermomètre grimpe plus haut que lorsqu'il est placé dans le rouge !
- Conventionnellement, on délimite le spectre infrarouge aux ondes électromagnétiques dont la longueur d'onde est située entre $0,75 \mu\text{m}$ et 1 mm environ.

- **2. Propriétés.**

Les IR sont facilement absorbés par de nombreux corps et l'absorption s'accompagne, en général, d'une élévation de la température de l'absorbant.

- **3. Applications.**

- ▶ **Thermomètre auriculaire :**

Avec son mode de fonctionnement IR, il mesure la température du tympan irrigué par les mêmes flux sanguins que le centre de la régulation de la température situé dans le cerveau.

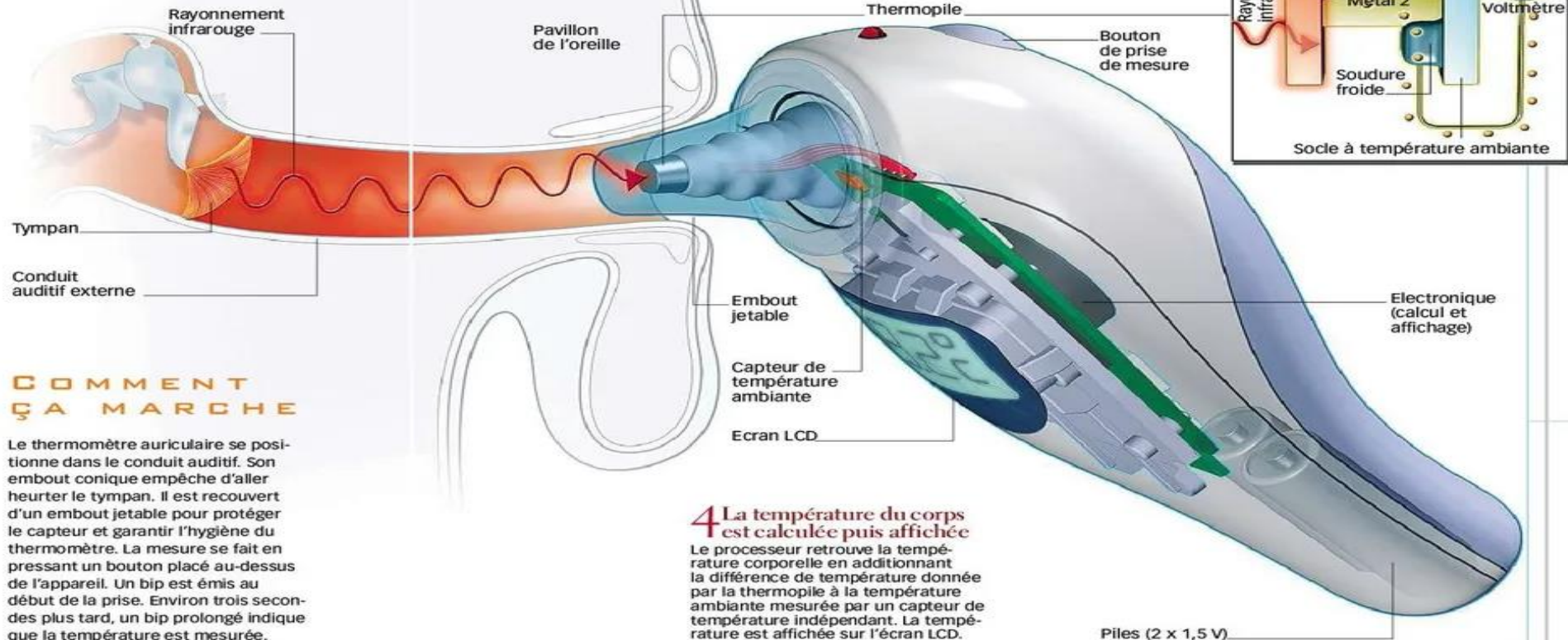
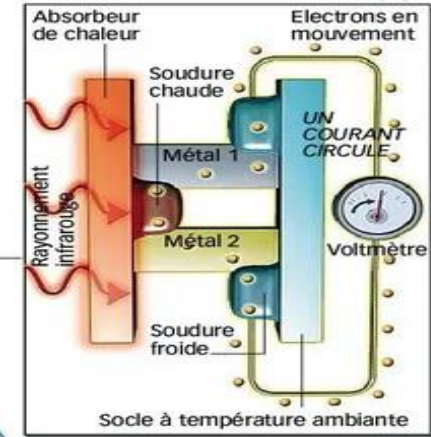
La sonde conique de l'appareil capte et mesure l'amplitude du rayonnement infrarouge lié à la chaleur dégagée par le tympan.

Principe du thermomètre auriculaire

1 En cas de fièvre, le tympan s'échauffe
Le tympan jouxte l'artère cérébrale utilisée par le cerveau pour réguler la température corporelle. Il donne donc accès à la "vraie" température, celle qui témoigne de l'état instantané du patient. Les autres sites de mesure, plus éloignés, ne donnent qu'une mesure décalée dans le temps de la température corporelle.

2 Un rayonnement infrarouge est émis
La chaleur d'un objet se caractérise par l'émission d'ondes infrarouges. Ces ondes invisibles à l'œil nu vont échauffer le capteur de chaleur, la thermopile, placée à l'extrémité du thermomètre.

3 Le capteur de chaleur du thermomètre s'échauffe
D'un côté du capteur se trouve un absorbeur de chaleur exposé au rayonnement infrarouge. De l'autre, un socle à température ambiante. Entre les deux, un assemblage de deux métaux dont les soudures sont en contact avec l'absorbeur et le socle. La différence de température fait naître dans ce circuit (incluant un voltmètre) un courant électrique dont la valeur sera proportionnelle à la différence de température.



COMMENT ÇA MARCHE

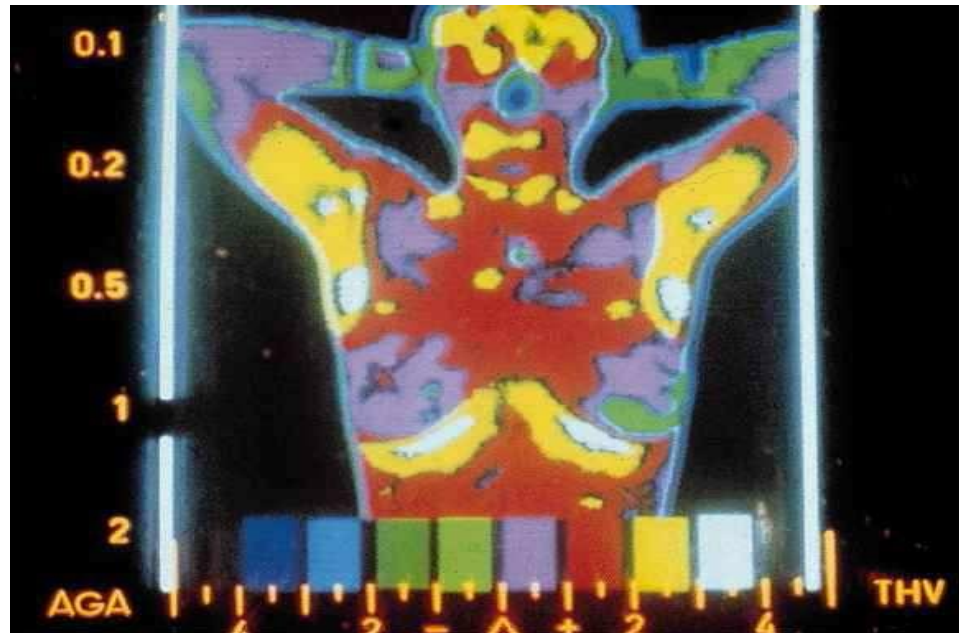
Le thermomètre auriculaire se positionne dans le conduit auditif. Son embout conique empêche d'aller heurter le tympan. Il est recouvert d'un embout jetable pour protéger le capteur et garantir l'hygiène du thermomètre. La mesure se fait en pressant un bouton placé au-dessus de l'appareil. Un bip est émis au début de la prise. Environ trois secondes plus tard, un bip prolongé indique que la température est mesurée.

4 La température du corps est calculée puis affichée
Le processeur retrouve la température corporelle en additionnant la différence de température donnée par la thermopile à la température ambiante mesurée par un capteur de température indépendant. La température est affichée sur l'écran LCD.

► Thermographie infrarouge

Une plaque contenant des cristaux liquides est appliquée sur la peau et, suivant la température au niveau de la surface de contact, la couleur de la lumière renvoyée par les cristaux diffère.

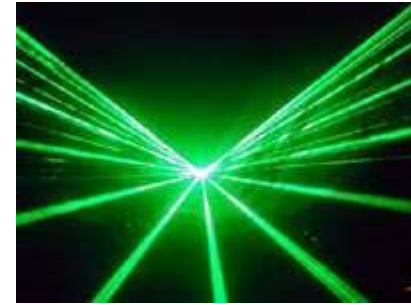
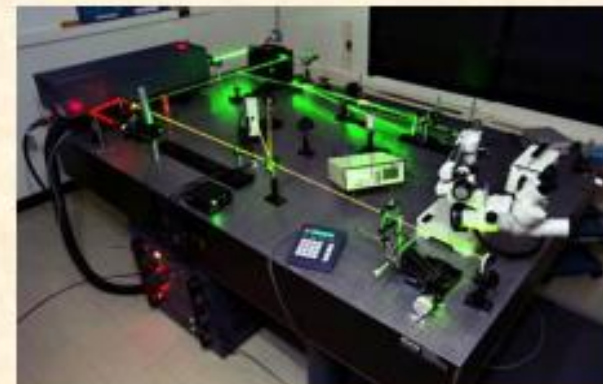
On peut fabriquer ainsi des thermomètres qui prennent des couleurs différentes suivant la température servant à détecter des tumeurs superficielles dont la température est plus élevée que celle des tissus environnants (tumeur du sein en particulier).



4) LE LASER

Qu'est-ce qu'un LASER?

- LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
- Appareil capable d'émettre de la lumière de manière très intense.
- De nombreuses applications dans la vie courante mais aussi en physique.

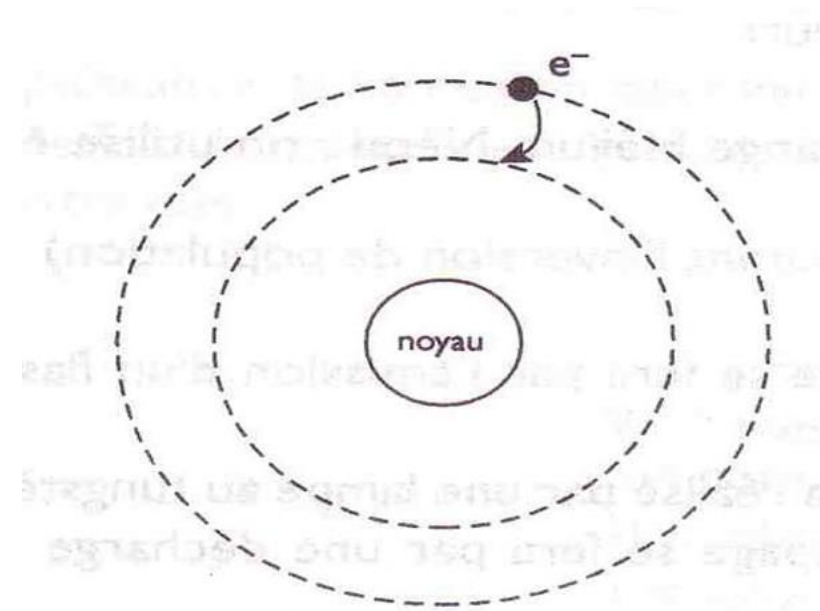


- 1. Bases du LASER

- 1. 1. Mode de production

- 1.1.1. Premier principe: émission stimulée

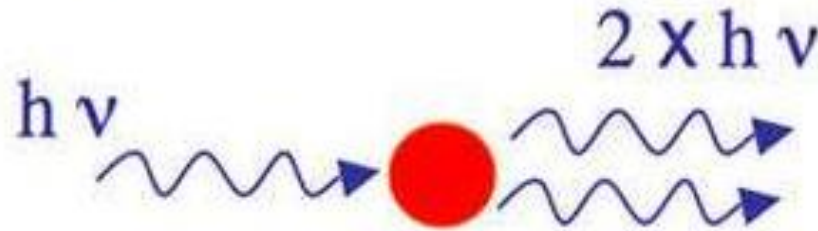
- **Rappel** : Un atome présente des niveaux d'énergies quantifiés. Lorsqu'il est excité, son énergie augmente soudain d'un niveau au suivant. Il retourne à un état plus stable en émettant spontanément (délai variable, quelques ns) un photon de fluorescence d'énergie $E = h\nu$



Il est possible de contrôler ou stimuler l'émission de ce photon de fluorescence

- Si un atome excité émettant spontanément un photon d'énergie $h\nu$ est stimulé par un photon d'énergie identique $h\nu$ (source d'énergie extérieur), alors il émet simultanément en phase et dans la même direction deux photons d'énergie $h\nu$ parfaitement identique

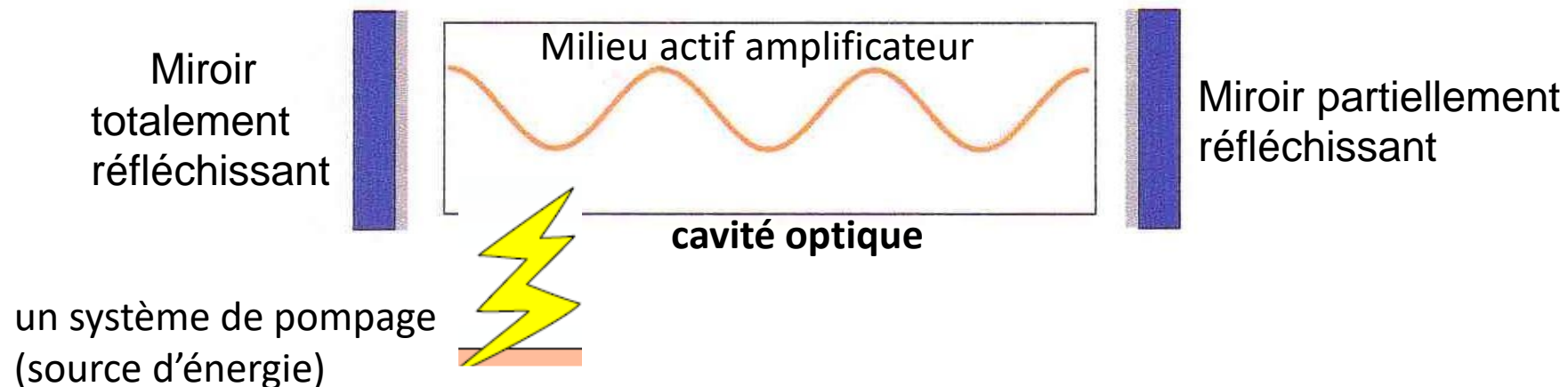
L'émission stimulée « photocopie » les photons



Le retour à l'état stable n'est plus spontané mais provoqué par le photon incident (source extérieur)

- **1.1.2. Deuxième principe : la multiplication**

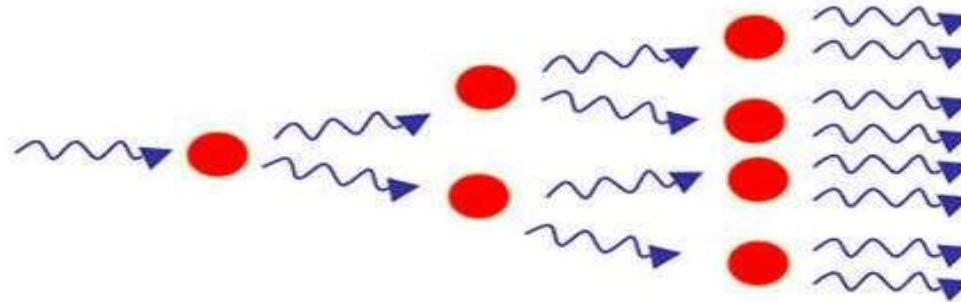
- La stimulation permet d'obtenir 2 photons cohérents c'est à dire :
 - de même énergie
 - en phase
 - de même direction
- **Pour obtenir un faisceau LASER** il est nécessaire de multiplier ce phénomène
- La multiplication se fait dans une cavité optique formée d'un cylindre qui renferme un milieu actif amplificateur (exp: gaz) bordé par 02 miroirs dont l'un est partiellement réfléchissant.
- Le milieu amplificateur est stimulé par un système de pompage (source d'énergie extérieur: électrique, optique...)



Les quelques photons émis amorcent le processus

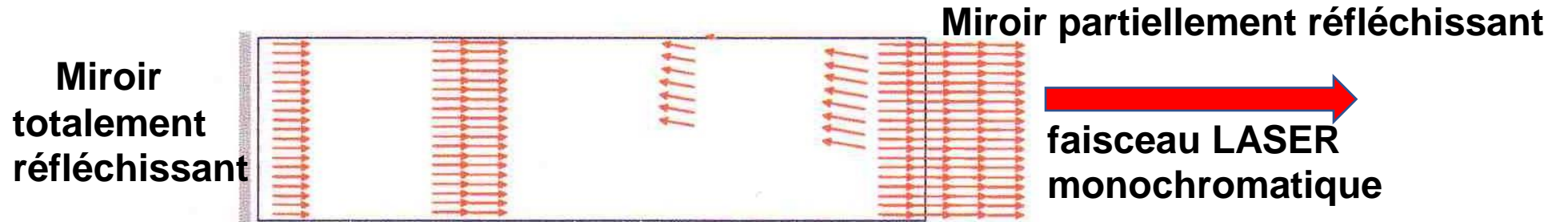
Chaque photon émis stimule à son tour les atomes excités du milieu qui émettent à leurs tours des photons qui sont tous en phase et de façon cohérente.

Amplification par l'émission stimulée



En plusieurs allers-retours entre les 2 miroirs :

- une sélection de direction s'opère
- le nombre de photons cohérents augmente



Quand le signal est suffisamment intense le miroir semi transparent laisse sortir le faisceau LASER

2. Effets et Applications

2. 1. Effets biologiques

Ils dépendent de la longueur d'onde λ , de la durée d'exposition, de l'énergie déposée, de la nature du tissu exposé, de l'absorption du rayonnement par la peau.

Effet thermique le plus fréquent

- 45° : hyperthermie tissulaire
- 50° : dénaturation des protéines
- 60° : effet de coagulation
- 80° : effet de dessiccation

Effet photochimique (LASER à courte longueur d'onde)

- destruction de certains acides aminés (tyrosine, tryptophane, phénylalanine).

2. 2. Effets mécaniques

- Ils sont mal connus
- Ils sont rencontrés avec des LASER de forte énergie avec des temps d'application brefs, ns ou ps) entraînant:
 - une propagation d'une onde de choc qui va engendrer un effet destructif (destruction des calculs?) = lithotripsie (fragmentation de calculs rénaux)



2. 3. Risques

Les risques sont liés principalement aux effets thermiques

⇒ Brûlures

⇒ Lésions oculaires

Ils sont accrus si la longueur d'onde n'est pas dans le spectre visible

Port obligatoire de lunettes protectrices et éviter les surfaces réfléchissantes

2.4. Applications médicales

Ophthalmologie

λ comprise entre 400 et 900nm.

⇒ Absence d'absorption par les milieux transparents (cornée, cristallin, vitrée)

⇒ Absorption importante par la mélanine (rétine) et hémoglobine (vaisseaux)

Traitement des décollements de rétine : photocoagulation à la périphérie des zones de déchirures pour les fixer

Traitement des rétinopathies exsudatives : coagulation des points de la paroi vasculaire où se produisent les exsudats.

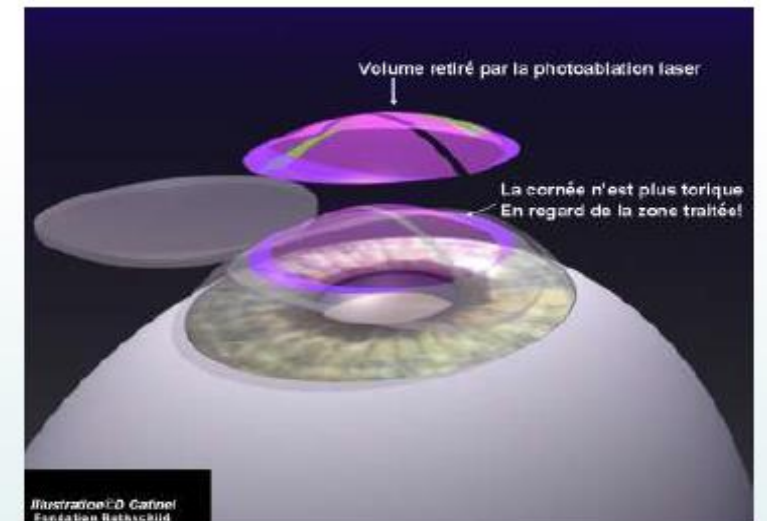
Chirurgie de la myopie (chirurgie réfractive)

Contre indication: hémorragie vitréenne, opacité cristallinienne

Traitement du décollement de la rétine
Laser vert



Chirurgie réfractive



Chirurgie :

- Hémostase
- Destruction tissulaire
- Découpe chirurgicale

Chirurgie de contact
" bistouri laser "



Dermatologie

- Destruction de tumeurs, angiomes, traitement de l'acné...

