

De « l'utilité » de la recherche scientifique

(pour un pays, et en particulier, pour Andorre)

Clément Sire

Laboratoire de Physique Théorique

CNRS & Université Paul Sabatier

Toulouse, France

www.lpt.ups-tlse.fr

Célébration des 40 ans de

[L'Institut d'Estudis Andorrans](#)

30 juin 2016

La recherche scientifique

- ***« A quoi ça sert ? » (pour tout le monde)***
- ***« A quoi ça sert ? » (pour un pays)***
- ***« A quoi ça sert ? » (pour Andorre)***

- ***Vision humaniste (naïve ?) :***
La recherche fondamentale vise à **découvrir et comprendre** les phénomènes encore inconnus
La quête de la connaissance prend du temps...

Mais bon, à quoi ça sert vraiment ?

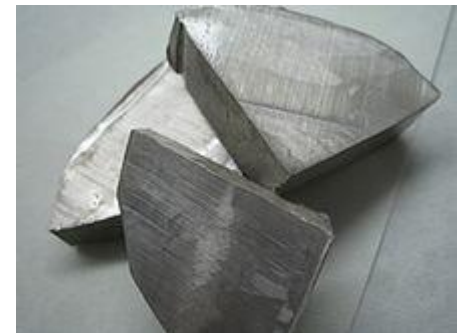
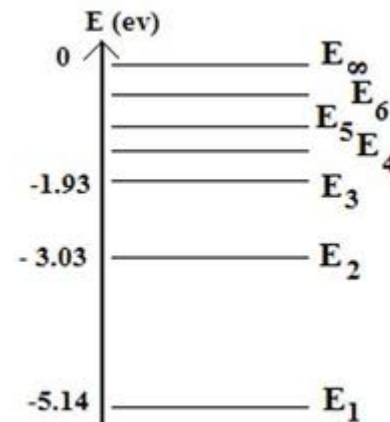
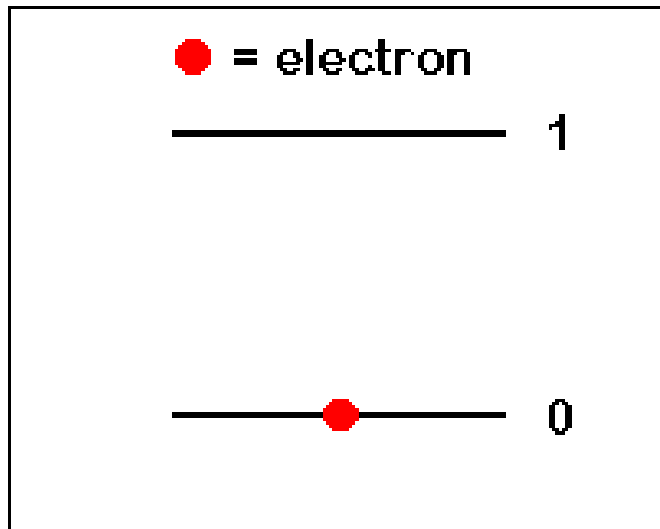
- La recherche fondamentale permet de **découvrir et comprendre** des phénomènes encore inconnus. **Leur étude prend du temps...**
- Les applications technologiques les plus spectaculaires sont le fruit de **recherches fondamentales longues et maîtrisées** qui n'ont pas forcément pu (ou même cherché à) **anticiper** les applications futures
« Avant de découvrir la poudre, il faut maîtriser le feu »
- La recherche permet de (tenter et souvent réussir à) répondre à des **grands défis sociétaux et humains** (énergie, santé, climat, espace...)
- *Attention* : notre société est de plus en plus **impatiente et motivée par le pur progrès technologique** (qui se prépare en amont) et les **enjeux sociétaux du moment** (qui auraient pu/dû être anticipés... comme doivent être anticipés au mieux ceux du futur)
- *Attention* : trop **aiguiller la recherche fondamentale** vers les applications réduit son champ d'investigation. Les applications futures sont souvent **inimaginables** au moment de la découverte fondamentale

Le Laser : un exemple typique

- Un atome se « désexcite » quand un électron passe d'un niveau d'énergie à un niveau inférieur en émettant un photon d'énergie (et de fréquence ν)

$$\Delta E = h\nu = E_1 - E_0$$

On parle d'*émission spontanée*



Exemple du Sodium

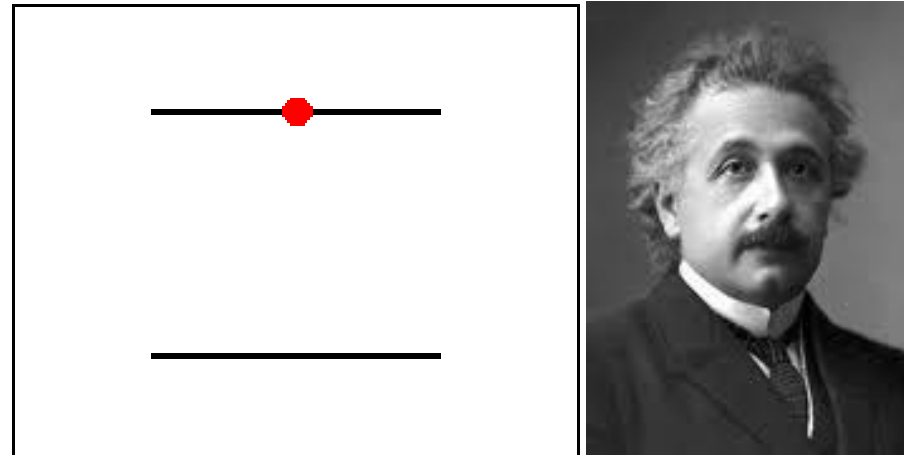
Na²³ (11 protons, 12 neutrons)

Le Laser : émission stimulée

- En 1917, Albert Einstein (encore lui ! Prix Nobel 1921) prédit théoriquement que l'on peut **stimuler** la désexcitation d'un atome entre deux niveaux, en l'éclairant par de la lumière de fréquence (d'énergie) :

$$h\nu = E_1 - E_0$$

On parle d'**émission stimulée**

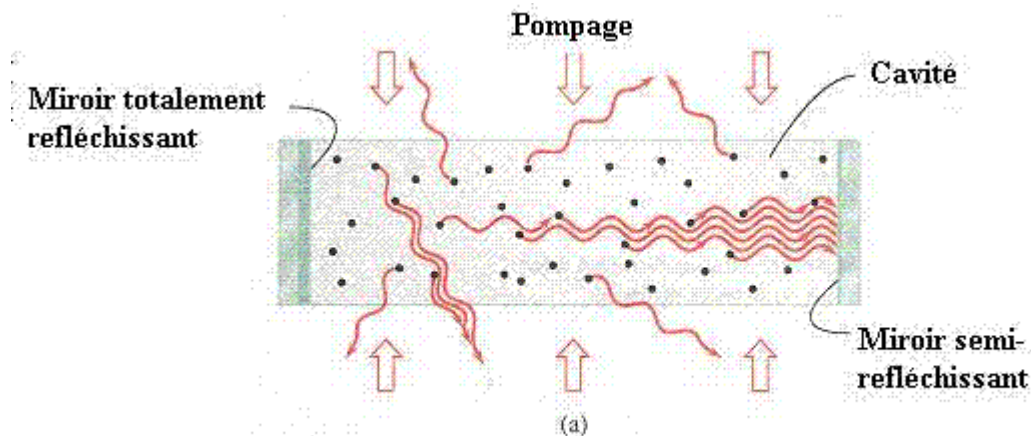


- Le second photon émis est « **identique** » (énergie, direction, phase, polarisation) à celui ayant stimulé la désexcitation

La lumière est amplifiée de manière cohérente

Le Laser : émission stimulée et pompage optique

- De 1928 (Rudolf Ladenburg) à 1947 (Willis Lamb), la **réalité expérimentale** de l'émission stimulée est confirmée. En 1939, Valentin Fabrikant prédit l'utilisation effective de ce phénomène pour amplifier la lumière
- En 1950, Alfred Kastler (Prix Nobel 1966) à l'ENS Paris propose la méthode du **pompage optique** pour entretenir l'émission stimulée



Le Laser : découverte du Maser et du Laser

- En 1953, Charles Hard Townes *et al.* (Prix Nobel 1964) à Bell Labs créent le premier amplificateur de micro-ondes (Maser)



- En 1960, Theodore Maiman, fait fonctionner le premier Laser, un terme inventé par Gordon Gould, en 1959 :

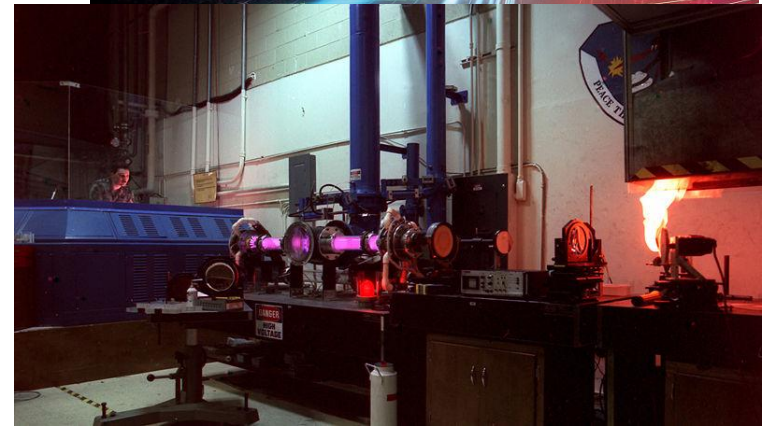
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Le Laser : applications

- **1965** : perçage de diamants industriels (4,7mm x 2mm) en 15 minutes, au lieu de 24 heures
- **1967** : première prototype de tête de découpe industrielle (découpe de plaques d'acier de 2.5mm d'épaisseur à 1m/min).
Les premières plates-formes industrielles apparaissent à la fin des années 70 (1980, en France).
- **~1970** : premières applications ophtalmologiques du Laser ; LASIK en 1989
- **1974** : lecteur de codes barres
- **1975** : première imprimante Laser industrielle (IBM ; inventée par Xerox en 1971) ; première imprimante commerciale en 1981 (Xerox ; 17000\$)
- **1978** : introduction du Laserdisc (brevet 1961), puis en 1982 du Compact Disc (application à la musique par Sony en 1976 et Phillips en 1979)
- ...

Le Laser : applications

- **Scientifiques** : spectroscopie, refroidissement laser, interférométrie, métrologie, microscopie, fusion nucléaire, astronomie...
- **Médicales** : chirurgie, ophtalmologie, dermatologie...
- **Industrielles et commerciales** : découpe, gravure, photolithographie, mesures de précision, communications optiques, diodes laser, électronique grand public, événementiel...
- **Militaires** : pointage et guidage, arme, contre-mesure...



La recherche scientifique...

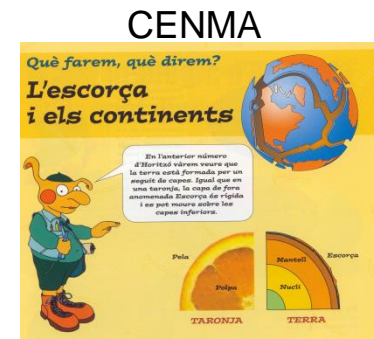
- ***« A quoi ça sert ? » pour un pays (et en particulier, Andorre)***
 - **Préparer** les activités, les métiers, les politiques, les solutions d'**avenir**
 - Mission **éducative**
(du citoyen au futur « décideur »)
 - Savoir dans quel monde on vit
 - Anticiper au mieux dans quel monde on vivra
 - Mieux se **connaître** (et connaître l'autre) et se faire connaître
 - Connaître sa **place** dans le monde/l'humanité

Préparer les activités, les métiers, les politiques, les solutions d'avenir

- Les sources d'énergie d'avenir
 - Expériences sur des territoires de taille comparable à celle d'Andorre (exemple : énergies renouvelables ; en particulier, le solaire)
- Ou retrouver les emplois d'une industrie en déclin?
 - Des technologies immatérielles peu productrices d'emplois
- L'organisation sociale du future
 - Exemple : le revenu de base (Finlande, Brésil, Singapour, USA (Alaska)... Espagne (Catalogne), Suisse...)
 - Bonifier l'expertise d'une population croissante à la retraite, et vivant plus longtemps en bonne santé

Mission éducative (du citoyen au futur « décideur »)

- Savoir dans quel monde on vit
- Anticiper au mieux dans quel monde on vivra
 - **Comment agir** dans le présent et **préparer** l'avenir (dans un monde si marqué par la science et la technologie) **sans connaître** qualitativement les possibilités (et dangers) ouvertes par la science ?
 - **Éduquer** les jeunes (au-delà de la « vieille » science enseignée à l'école)
 - Les préparer à ces défis qu'ils rencontreront adultes
 - Éveiller des vocations
 - ...
 - **Formation continue** des citoyens dans un monde qui change (très vite)



Mieux se connaître (et connaître l'autre) et se faire connaître

- Étudier son **histoire**, ses propres **enjeux scientifiques et sociaux/sociétaux**



- La science un vecteur objectif et universel de **rapprochement** entre les pays



- **Le rayonnement scientifique** (et artistique) :
une visibilité qui dure et persiste !

Connaître sa place dans le monde/l'humanité

- Pourquoi ne pas simplement laisser les autres (pays) se charger de faire avancer le front des connaissances ???
 - L'exploitation pratique/technologique des recherches se fait naturellement dans les pays les produisant
 - En renonçant à soutenir/développer la recherche on renonce aussi à adresser les enjeux précédents
 - Un cercle vicieux/vertueux...
- Par sa **politique d'éducation supérieure et de recherche**, un pays définit où il souhaite se placer dans le paysage mondial, présent et futur
Il définit ainsi comment il se voit lui-même

La recherche scientifique...

- ***« A quoi ça sert ? » pour un pays (et en particulier, Andorre)***
 - **Préparer** les activités, les métiers, les politiques, les solutions d'**avenir**
 - Mission **éducative**
(du citoyen au futur « décideur »)
 - Savoir dans quel monde on vit
 - Anticiper au mieux dans quel monde on vivra
 - Mieux se **connaître** (et connaître l'autre) et se faire connaître
 - Connaître sa **place** dans le monde/l'humanité

Bon vent à l'Institut d'Estudis Andorrans !