

1. Introduction

A la suite des amplificateurs passifs de gain maximum égal à 1, des amplificateurs "intégrés" sous forme de composants de type "boîte noire" permettant de réaliser des filtres actifs de gain quelconque ou des fonctions mathématiques, nous allons utiliser les systèmes bouclés dans les modes possibles "auto-entretenus" ou encore .

Les oscillateurs électroniques sont des circuits qui produisent des tension et des courants alternativement croissants et décroissants, le plus souvent périodiques. Ils tiennent un rôle essentiel en électronique comme élément fondamentaux pour la production, le transport et la détection de l'information. Ils sont aussi utilisés pour mesurer des durées et réaliser des compteurs. On les retrouve en modulation et démodulation ainsi qu'en électronique numérique. Nous n'étudierons que les oscillateurs auto-entretenus qui comprennent les **oscillateurs quasi-sinusoïdaux** et les **oscillateurs de relaxation**.

2. Cas des oscillateurs à relaxation

Il existe un grand nombre de structures de circuits astables. Le principe commun à tous ces circuits, c'est de provoquer une oscillation entre deux états instables.

On parle justement souvent de **système à deux états**.

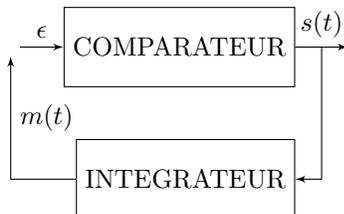
Les oscillations de relaxation **produisent des signaux qui peuvent prendre deux valeurs** au cours du temps, comme dans le cas d'un créneau. **La durée de chacun de ces deux niveaux est très supérieure à celle nécessaire à la transition entre ces niveaux.** **Les signaux engendrés sont quasiment rectangulaires à un point du circuit.**

A un autre point du circuit, on peut récupérer une autre forme de signal en fonction de la nature du montage.

2.1 Multivibrateur astable : cas du générateur de fonction

Le montage "bascule" périodiquement entre deux états $\pm V_{sat}$

On utilise un comparateur à hysteresis et un montage intégrateur en rétroaction.

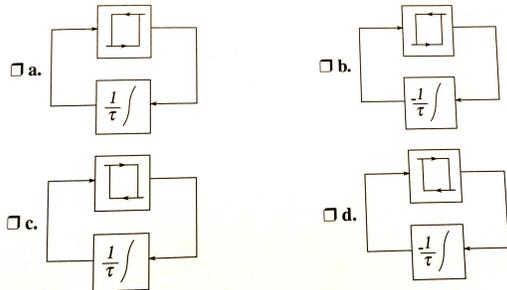


AUTRE CAS :

Si le comparateur est inverseur, l'intégrateur doit être non inverseur ;

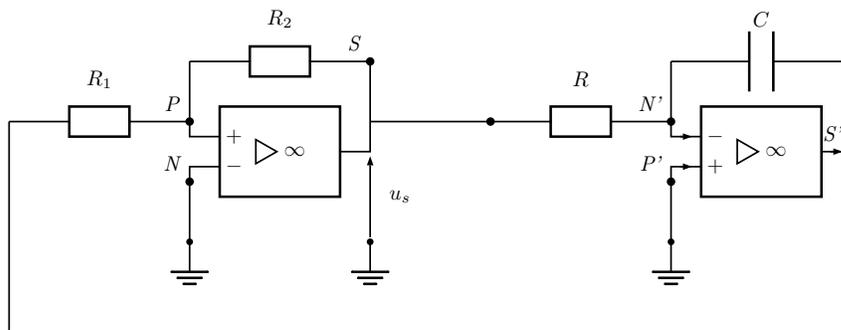
si le comparateur est non inverseur, l'intégrateur doit être inverseur. En effet, si le comparateur est inverseur, le basculement de $+V_{sat}$ à $-V_{sat}$ se fait lorsque l'entrée e du comparateur à hysteresis croît. Donc si la sortie s du comparateur est initialement à $+V_{sat}$, il faut que $e(t)$ soit fonction croissante du temps pour espérer le basculement du comparateur. L'intégrateur doit donc être non inverseur.

? Exercice 1: Générateur de signaux créneaux



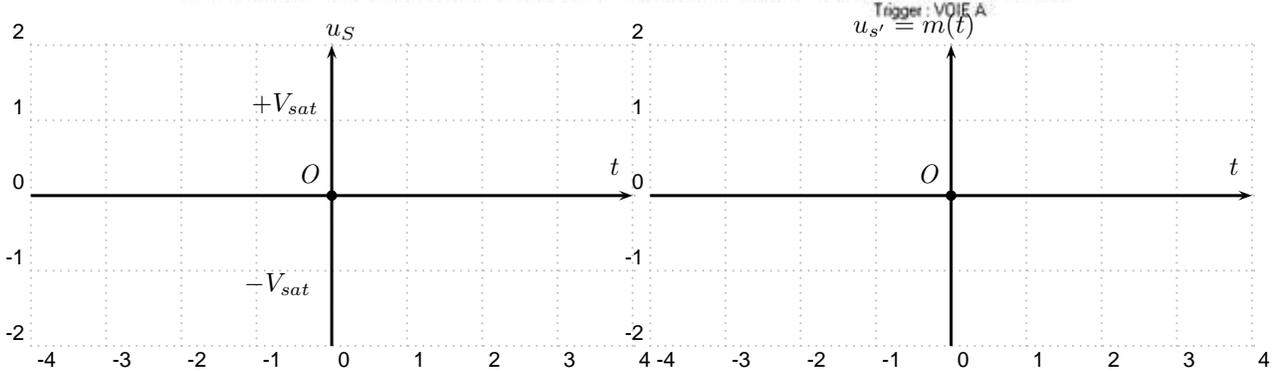
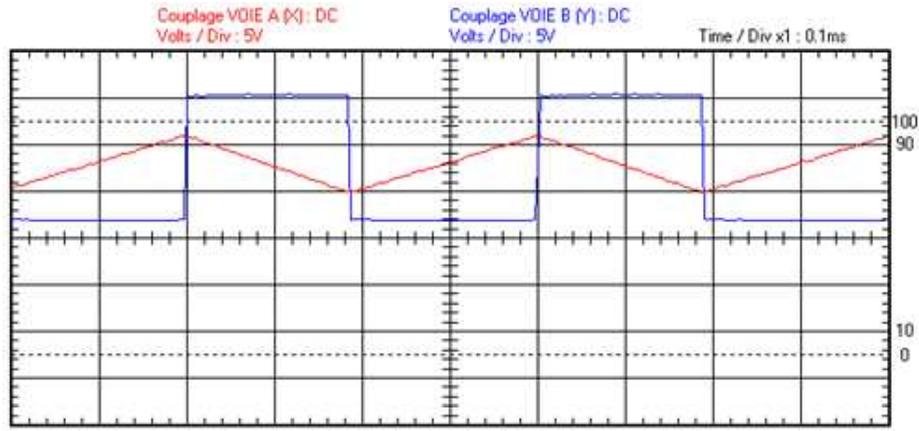
- (a) le(s)quel(s) de ces montages donne un oscillateur
- (b) dire quels montages à ALI correspondent aux blocs cités

Le montage classique correspondant est :

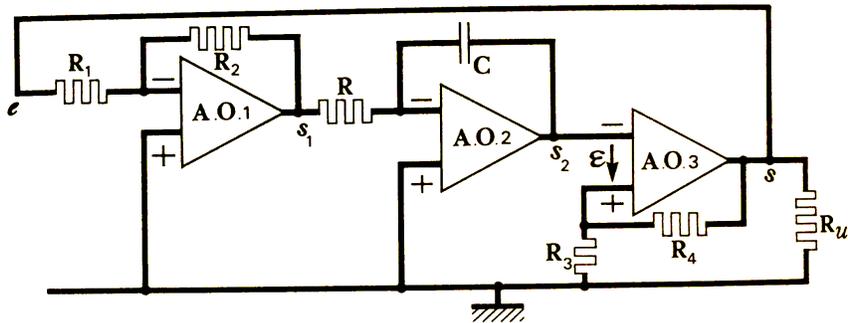
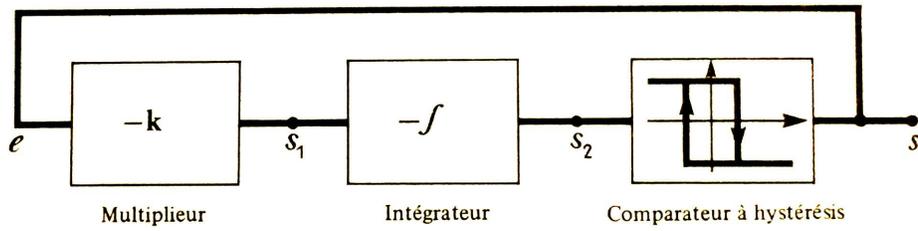


La sortie du comparateur est à $\pm V_{sat}$.

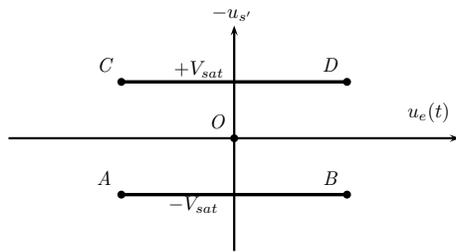
La relation entre $u_{S'}$ et u_S est $u_{S'} = -RC \frac{du_S}{dt}$



Autre réalisation :



Le cycle parcouru est donc :



Le sens du parcours est celui du comparateur utilisé.

A RETENIR : le point caractéristique de l'état du circuit se déplace sur le rectangle du cycle, mais pas ailleurs

Calcul de la période d'oscillation :

on écrit l'équation différentielle et on l'intègre durant un intervalle où la tension en sortie du comparateur est constante.

a) méthode directe : à partir de l'équation différentielle on déduit des équations solutions les valeurs de t_1 puis t_2 puis t_3 etc. qui correspondent au moment des bascules, et on en déduit la période T .

b) méthode indirecte

- le bloc à hysteresis d'entrée u_e et de sortie u_s est associé à un bouclage par un intégrateur qui vérifie

$$u_e = \frac{-1}{RC} \int u_s dt$$

- on intègre entre deux instants de notre choix, par exemple t_1 et t_3 qui correspondent à t_1 et $t_1 + T$.

Ainsi $[u_e]_{t_1}^{t_1+T} = \frac{-1}{RC} \int_{t_1}^{t_1+T} u_s dt = \frac{-1}{RC} \int_{t_1}^{t_1+T} \pm V_{sat} dt = 0!!!$ si le créneau $u_s(t)$ est symétrique. donc inexploitable.

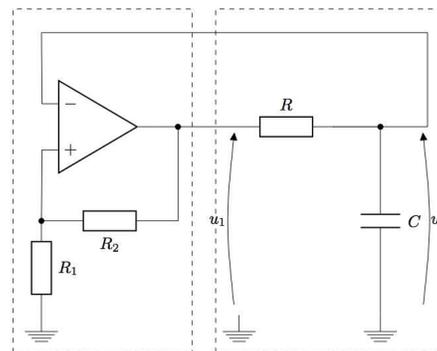
Dans ce cas, on réduit l'intervalle à la moitié t_1 à $t_1 + \frac{T}{2}$ donc

$$[u_e]_{t_1}^{t_1+T/2} = \frac{R_1}{R_2} V_{sat} - \left(-\frac{R_1}{R_2} V_{sat} \right) = \frac{-1}{RC} \int_{t_1}^{t_1+T/2} u_s dt = \frac{-1}{RC} \int_{t_1}^{t_1+T/2} -V_{sat} dt = \frac{-1}{RC} \times \frac{V_{sat}}{RC} \times \frac{T}{2}$$

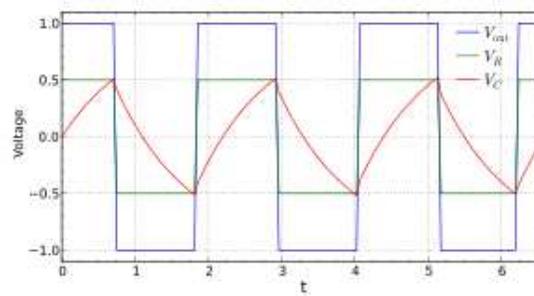
On obtient que $T = \frac{4R_1}{R_2} RC$.

2. 2 **Multivibrateur astable : cas du générateur compact**

On a $V_{\oplus} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S$. De plus $u_2 = \frac{Z_C}{Z_C + R} u_1$ en notation complexe, même si le signal n'est pas sinusoïdal (c'est juste une "notation"). Cela correspond donc à une équation différentielle $u_1 = u_2 + RC \frac{du_2}{dt}$ dont les solutions sont $u_2(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + V_{sat}$ par exemple.



On fait ici l'économie d'un A.L.I. mais l'évolution temporelle aux bornes du condensateur est une succession de branches d'exponentielles.



Résolution du système :

On aboutit à une période de signaux égale à $T = 2RC \ln \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$

3. Oscillateurs quasi-sinusoïdaux

Ils sont basés sur un oscillateur à boucle de rétroaction.

Un oscillateur permet de générer un signal de sortie en l'absence de signal d'entrée.

Cela peut paraître tenir du miracle, mais il ne faut pas oublier que de l'énergie doit tout de même être fournie au système : c'est par exemple ce que fait l'alimentation $\pm 15V$ dans un oscillateur à Amplificateur Opérationnel (AO).

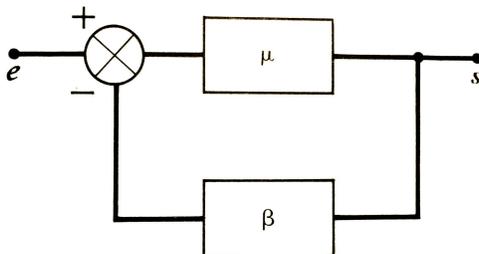
Nous avons déjà évoqué dans le paragraphe précédent la possibilité de générer un signal de sortie non nul avec une entrée nulle dans le cas d'un système du 1er ordre.

Si $1 + \beta H = 0$, le gain d'un tel système devient infini, ce qui en pratique permet de générer des signaux parasites en entrée d'engendrer des signaux d'amplitude non négligeable en sortie.

A partir de cet exemple, on peut donner le schéma fonctionnel général d'un oscillateur :

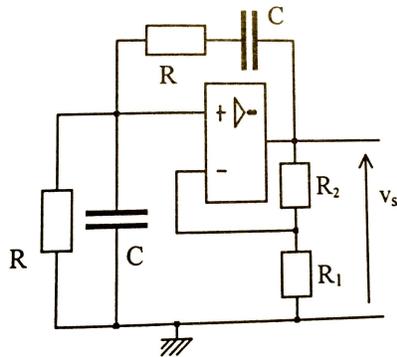
Le quadripôle de réaction (chaîne de précision) est généralement un filtre.

H est le gain de l'amplificateur et β celui du quadripôle de réaction.

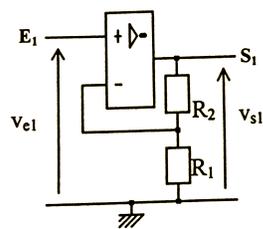


3.1 Cas de l'oscillateur à pont de Wien

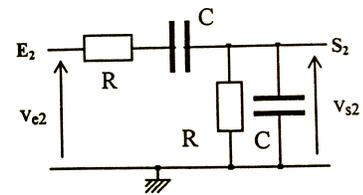
On réalise le montage :



a - chaîne directe (D)



b - chaîne de retour



Résolution :

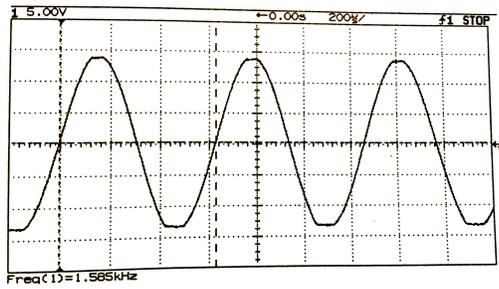
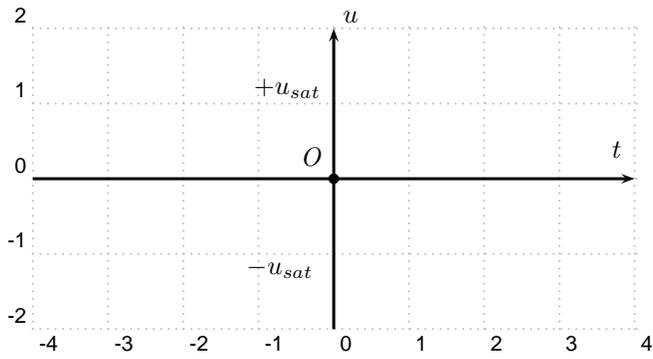
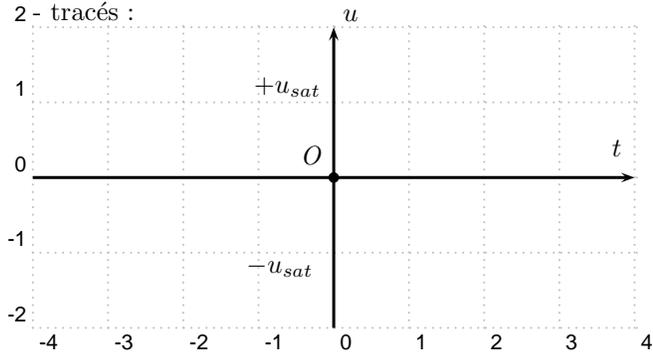
- Passe-bande

- Amplificateur

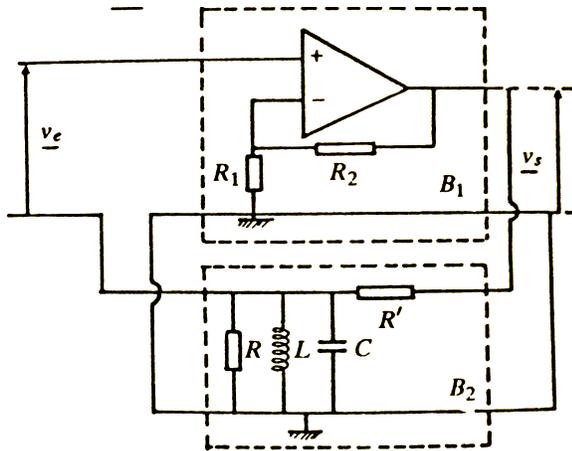
- Montage bouclé :

- condition d'oscillation :

2 - tracés :



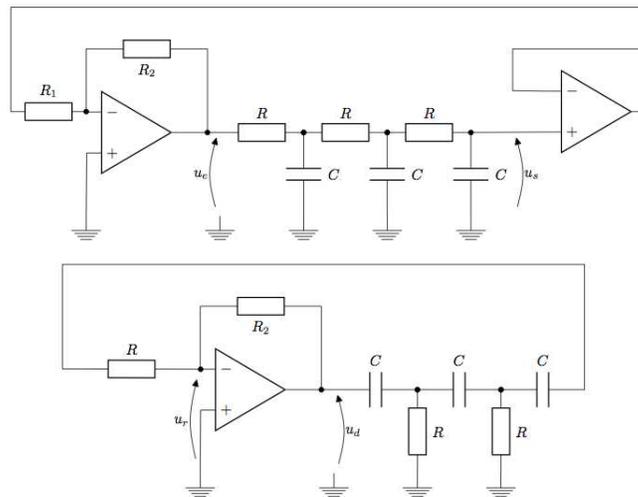
? Exercice 2: Autre exemple d'oscillateur à réaction



3. 1 précisez ce que sont les blocs concernés
3. 2 montrer que le fonctionnement ressemble à celui de l'oscillateur de Wien

4. Autres cas

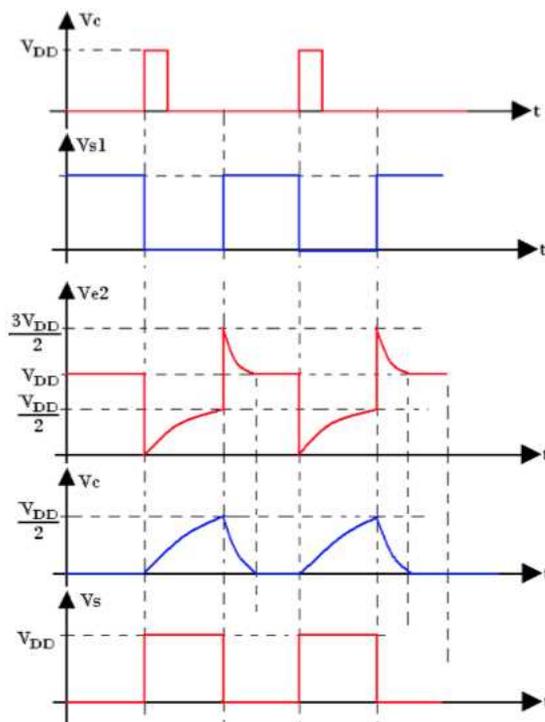
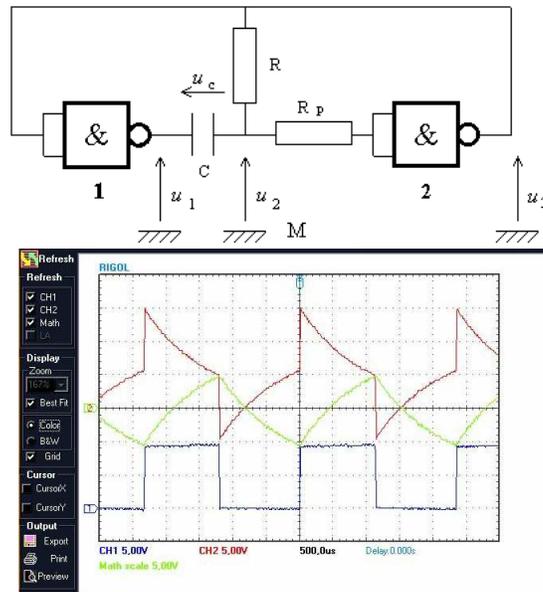
4.1 Oscillateur à réseau déphaseur



Voir exercice

Bloc déphaseur : $H(j\omega) = \frac{f(x)}{1 - a.x^2 + j(b - x^2)}$ par exemple

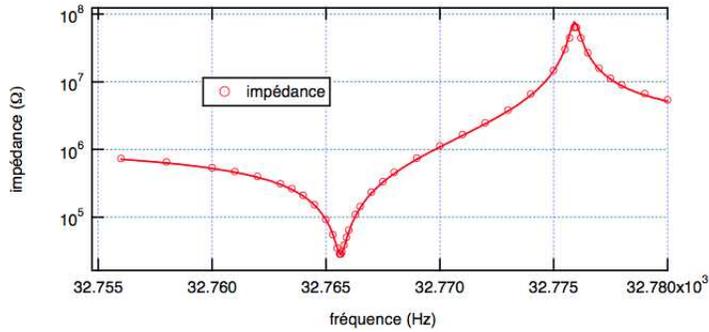
4. 2 Oscillateur à porte logique



4.3 **Oscillateur à quartz**

Voir exercice : l'intérêt principal est d'avoir une courbe de résonance associée au quartz qui permet d'avoir un filtre localement passe-bande très sélectif.

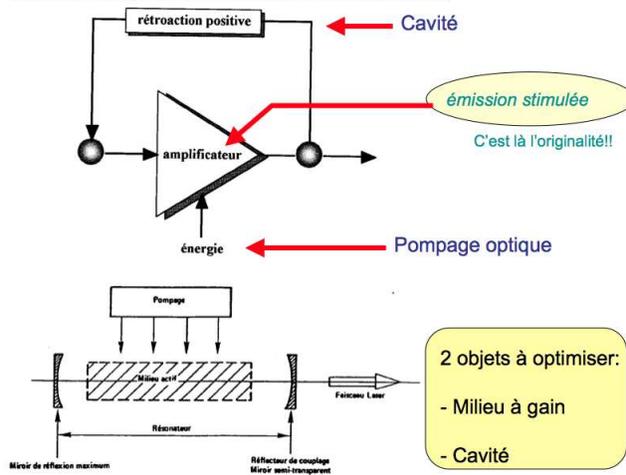
$$Z = 1 / \left[\frac{r^2}{\left(r^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2 \right)} + \left(C_0\omega - \frac{1}{r^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2} \right)^2 \right]$$



4.4 Oscillateur optique : le laser

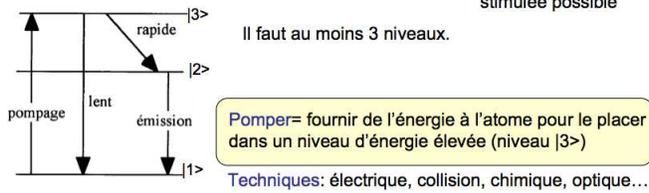
Voir l'Analyse Documentaire

- Comme en électronique, un laser est un oscillateur



- Le pompage optique

Il permet l'inversion de population ($n_2 - n_1 > 0$) → amplification par émission stimulée possible



Niveau de pertes

