

# Horloge atomique au césium : principe technique

D'après Wikipédia : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Horloge\\_atomique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Horloge_atomique)

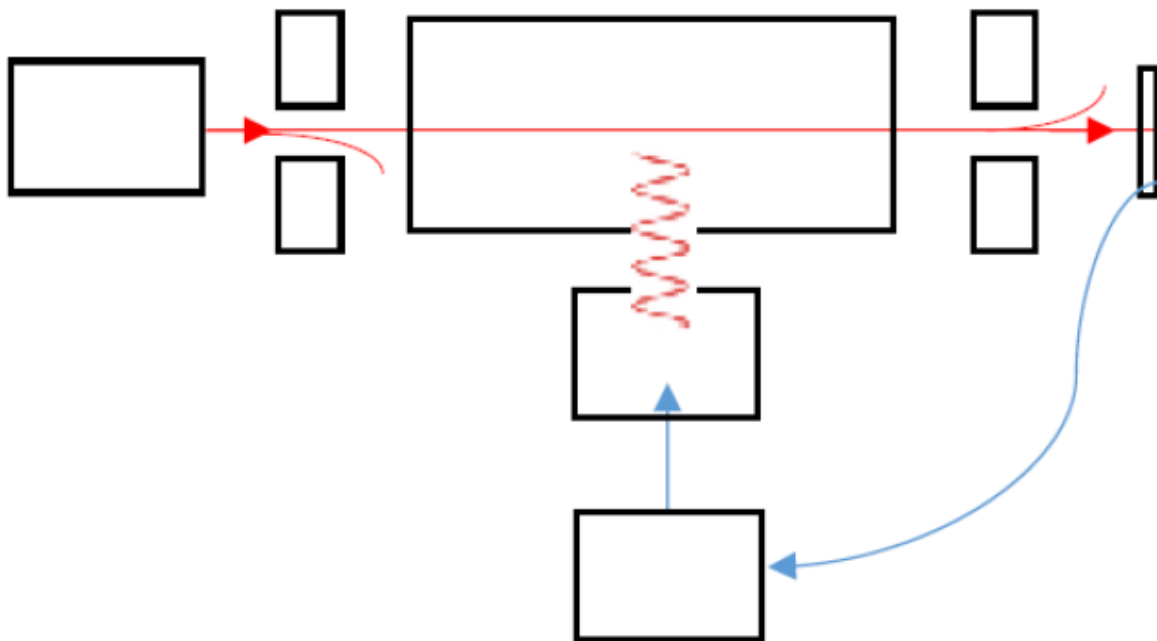
Une enceinte chauffée contenant du césium, permet de créer un jet d'atomes. Dans ce jet, seuls les atomes correspondant à l'état de départ désiré, ici  $E_1$ , sont conservés (la sélection se faisant par déflection grâce à un champ magnétique). Un oscillateur à quartz (produisant un signal à 10 MHz) est multiplié afin de piloter un générateur de micro-ondes à une fréquence  $\nu'$  (voisine de  $\nu$ ). Ce signal est ensuite injecté dans une cavité résonnante de Ramsey.

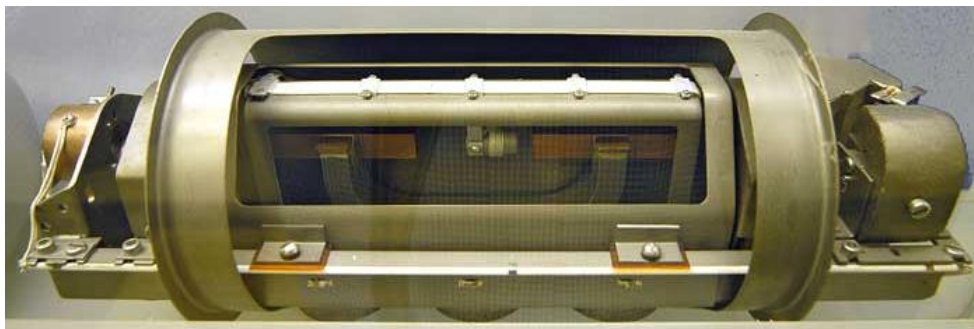
Le jet d'atomes dans l'état  $E_1$  passe dans la cavité : plus la fréquence  $\nu'$  sera proche de  $\nu$  plus grand sera le nombre d'atomes qui, par absorption de l'onde, subiront la transition à l'état  $E_2$ . À la sortie, le jet atomique subit une seconde déflection magnétique qui sépare les atomes dans l'état  $E_2$  de ceux dans l'état  $E_1$ .

Un détecteur, placé dans la trajectoire des atomes dans l'état  $E_2$ , produit un signal proportionnel au nombre de ces atomes. Plus  $\nu'$  est proche de  $\nu$ , plus le nombre d'atomes  $E_2$  compté en sortie est grand.

Un système d'asservissement ajuste en permanence la fréquence de l'oscillateur à quartz pour maximiser le nombre d'atomes dans l'état  $E_2$ , et donc conserver la fréquence de l'oscillateur proche de la fréquence optimale. La fréquence de l'oscillateur est ainsi asservie à la fréquence de la transition atomique. Dans le cas du césium, la fréquence  $\nu$  est 9 192 631 770 Hz.

## Schématisation :





	Ordre de grandeur de l'écart journalier	Équivalent en terme de précision de distance
<b>Montre à quartz</b>	Une seconde	300 000 km
<b>Oscillateur à quartz contrôlé en température (type récepteur GPS)</b>	10 millisecondes	3 000 km
<b>Oscillateur à quartz thermostaté</b>	0.1 milliseconde ( $10^{-4}$ s)	30 km
<b>Oscillateur Ultra Stable</b>	Quelques microsecondes ( $10^{-6}$ s)	300 m
<b>Horloge atomique (type satellites GPS ou Galileo)</b>	Dix nanosecondes ( $10^{-8}$ s)	3 m
<b>Horloge atomique du projet scientifique ACES/PHARAO</b>	Dix picosecondes ( $10^{-11}$ s)	3 mm