

Table des matières

1	Objectifs pédagogiques de la LP	1
2	Objectifs et messages forts de la LP (disciplinaire)	1
3	Introduction générale de la leçon	1
4	Proposition de plan	1
4.1	dispositif mécanique	2
4.2	horloge électronique	2
4.3	horloge atomique	2
5	Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon	2
6	Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels	2
7	Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon	2
8	Bibliographie pour construire la leçon	2
9	Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique	2
10	Critique des choix pédagogiques de la leçon	3

1 Objectifs pédagogiques de la LP

- ▷ concevoir une frise chronologique des dispositifs développés
- ▷ mettre en évidence le caractère important et multiphysique de la mesure du temps
- ▷ approfondir la notion de précision d'une mesure

2 Objectifs et messages forts de la LP (disciplinaire)

- ▷ comprendre la notion de dérive d'un oscillateur limitant la précision
- ▷ maîtriser l'architecture des oscillateurs
- ▷ maîtriser les calculs liés aux oscillations de Rabi

3 Introduction générale de la leçon

De tous temps la nécessité d'une mesure précise du temps s'est imposée : que ce soit pour déterminer des dates ou des durées, de nombreux dispositifs de calendrier et d'horloges ont été mis en place et les derniers venus sont aujourd'hui essentiels au fonctionnement de notre industrie. En effet, la définition de la seconde conditionne aujourd'hui la quasi-totalité des grandeurs physique dans le système international d'unités. Ainsi, la précision de la mesure temporelle conditionne la précision des autres grandeurs.

4 Proposition de plan

4.1 dispositif mécanique

► la clépsydre

► précision

transition : précision de l'ordre de la seconde, allons plus loin

4.2 horloge électronique

► théorie

► précision

► exemples (Wien et quartz)

transition : précision de l'ordre de la μ seconde voire ns, allons plus loin

4.3 horloge atomique

► oscillations de Rabi

► séquence d'interrogation

précision de l'ordre de 10^{-19} s

5 Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon

Conclusion sur le caractère très riche de cette notion faisant intervenir potentiellement tous les pans de la physique.

Ouvertures :

- ▷ effets relativistes
- ▷ mesure de temps longs

6 Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels

- ▷ calculs de mécanique quantique, nécessiter d'approfondir ces connaissances

7 Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon

- ▷ retirer la théorie des oscillateurs, réaliser directement un exemple, penser au RLC + res. négative
- ▷ mesure de temps courts OK, mais quid des temps longs : datation C14 ou autre
- ▷ mesure de longitude en mer grâce à une mesure temporelle
- ▷ aller plus loin dans la quantique, parler des pièges magnéto-optiques pour améliorer la précision
- ▷ développer les calculs d'évolution libre dans la séquence de Ramsey afin de trouver les termes d'«interférences»
- ▷ exemple du pendule, évaluation de l'impact des non-linéarités

8 Bibliographie pour construire la leçon

- ▷ poly MQ Mathieu Dupont-Nivet pour THALES
- ▷ poly JBD sur les systèmes bouclés
- ▷ youtube : E-learning physics - clepsydre oscillateur à quartz

9 Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique

- ▷ tracé du diagramme de Nyquist d'un oscillateur
- ▷ illustration de la non-linéarité d'un pendule
- ▷ montage d'un oscillateur électronique ou LC

10 Critique des choix pédagogiques de la leçon

Le sujet étant très ouvert, j'ai décidé d'articuler ma leçon sur la précision de la mesure temporelle, il aurait pû en être autrement : on peut imaginer une leçon axée sur la mesure temporelle à différents ordre de grandeurs : mesure de temps usuelles, mesures de temps longs, mesure de temps courts.

Il ne faut pas non plus avoir peur de rentrer dans le contexte historique ayant poussé à la mise en place de nouveaux dispositifs : clépsydre pour mesurer le temps la nuit, horloge portable pour mesurer la position en mer, horloge atomique pour mesurer la position précisément à la surface (GPS), etc. ...