

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: MECANIQUE

TITRE DE LEÇON : Cinématique du point

Durée : 10 heures

HABILETÉS	CONTENUS
Connaître	les expressions : - du vecteur-position ; - du vecteur- vitesse d'un point dans un repère donné ; - du vecteur- accélération d'un point dans un repère donné ; - de l'accélération normale ; - de l'accélération tangentielle.
Déterminer	les équations horaires des mouvements: - rectiligne et uniforme ; - circulaire et uniforme ; - rectiligne et uniformément varié.
Utiliser	- les équations horaires $x(t)$, $v_x(t)$ et $\theta(t)$ des différents mouvements. - les relations : $\Delta v_x^2 = 2a\Delta x$; $v = R\omega$; $s = R\theta$; $a_N = \frac{v^2}{R}$.
Exploiter	un enregistrement.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours d'une évaluation en athlétisme, au lycée moderne de YOPOUGON, un élève de la Terminale D parcourt un trajet constitué d'une piste rectiligne et d'une autre curviligne. Sur la piste rectiligne, il démarre sans vitesse initiale, accélère pour atteindre une vitesse qu'il maintient constante pour le reste du trajet. Ayant observé attentivement le parcours de leur camarade, les élèves de la classe décident le lendemain, pendant le cours de Physique-chimie, d'approfondir leurs connaissances sur les mouvements. A l'aide d'enregistrements, ils cherchent à déterminer les équations horaires des différents mouvements et à les utiliser.

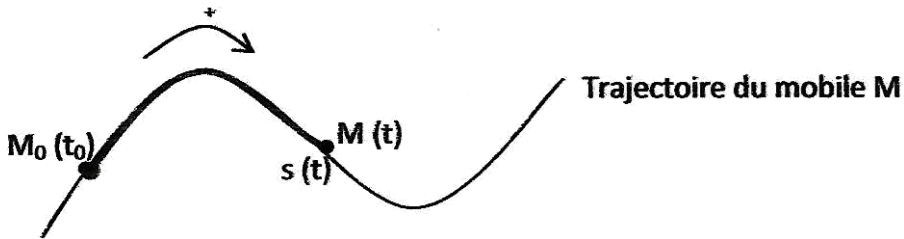
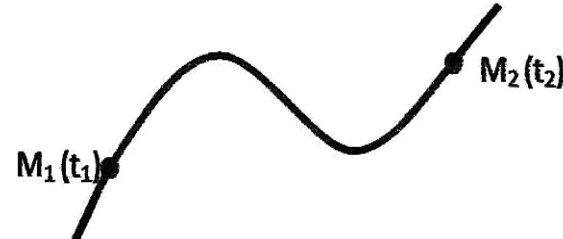
<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u>
- Fiches n°4 et 8 (enregistrements de mouvements d'un solide, classe de seconde)	▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. Planche de schéma
- Table avec mobiles autoporteurs	<u>Bibliographie</u>
- - Banc à coussin d'air	▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

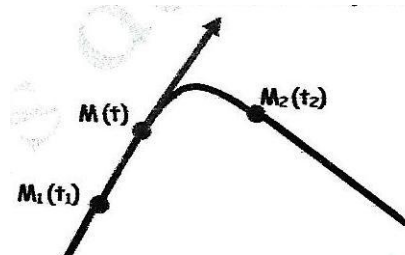
Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis Mouvement d'un solide (classe de seconde C)	Les élèves répondent aux questions	CINEMATIQUE DU POINT
Développement	Questions/ Réponses	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation ils cherchent à déterminer les équations horaires des différents mouvements et à les utiliser.	La cinématique est la partie de la mécanique qui étudie les mouvements, indépendamment des causes qui les provoquent. 1- RAPPELS 1.1- <u>Caractère relatif du mouvement</u> a) <u>Observations</u> Considérons une personne assise dans un car au cours d'un voyage : - Par rapport aux autres passagers, elle est immobile, - Par rapport à un observateur arrêté au bord de la route, elle est en mouvement. b) <u>Conclusion</u> L'homme est en mouvement par rapport à certains objets et immobile par rapport à d'autres : le mouvement est donc relatif. Cette différence est fonction du référentiel choisi. 1.2- <u>Référentiel</u> Le référentiel est système fixe (objet, solide, ...) permettant de situer un phénomène dans l'espace et le temps. <u>Exemple :</u> - Référentiel terrestre ou référentiel du laboratoire - Référentiel géocentrique ou de coriolis - Référentiel héliocentrique ou de Copernic

	Travail individuel			1.3- <u>Repères</u> a) <u>Repère d'espace</u> Il permet de situer le corps en mouvement et est constitué de : - un point origine O fixé au référentiel - vecteurs unitaires Le repère d'espace peut s'écrire $(O, \vec{i})$ ou $(O, \vec{i}, \vec{j})$ ou $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. b) <u>Le repère de temps</u> Le repère de temps permet de dater le mouvement du corps. Il comprend - une origine de temps notée t_0 choisi arbitrairement - une unité de temps. L'unité légale de temps est la seconde (s). 2. <u>VECTEUR POSITION</u> 2.1- <u>Définition</u> Le vecteur-position noté généralement $\overrightarrow{OM}$ permet de situer un mobile dans l'espace à chaque instant. 2.2- <u>Expressions du vecteur-position</u> a) <u>En coordonnées cartésiennes</u>
--	-----------------------	--	--	---

	Travail individuel	Activité 1 Détermine l'équation de la trajectoire	Le vecteur-position s'écrit : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} ; \text{ sa norme est } OM = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \text{ (en mètre)}$ Remarques : • Si x, y et z sont fonctions du temps alors elles constituent les équations horaires ou équations paramétrique du vecteur-position. • Si l'une quelconque des coordonnées est constante alors le mouvement est plan. • Si deux des coordonnées sont constantes alors le mouvement est rectiligne. • Dans la suite, nous n'étudierons que les trajectoires planes. <i>b) Repérage en abscisse curviligne</i> Elle précise la position du mobile sur sa trajectoire. L'abscisse curviligne s du mobile est la valeur de l'arc $\widehat{M_0M}$. $s = \text{mes}\widehat{M_0M}$ L'abscisse curviligne est une fonction paramétrique du temps : $s = f(t)$
--	--------------------	--	---

		Activité 2 Donne l'unité de la vitesse	m/s	 Trajectoire du mobile M 2.3- <u>Trajectoire d'un point mobile</u> a) <u>Définition</u> La trajectoire d'un point mobile est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours de son mouvement. b) <u>Equation cartésienne</u> Elle s'obtient en éliminant le paramètre temps dans les équations horaires. On exprime ainsi l'une des coordonnées en fonction de l'autre. 3. <u>VECTEUR VITESSE</u> 3.1- Vitesse moyenne Soit un mobile M se déplaçant de M₁ à M₂. La vitesse moyenne du point M est égale au rapport de la distance parcourue par la durée du parcours. $v_m = \frac{M_1 M_2}{t_1 t_2} \left(\frac{m}{s} \text{ ou } m.s^{-1} \right)$ 
--	--	---	-----	--

		Activité 3 Donne l'unité de l'accélération	m/s^2	3.2- <u>Vecteur-vitesse instantanée</u> a) <u>Définition</u> Le vecteur-vitesse instantanée $\vec{v}$ d'un mobile ponctuel est la dérivée, par rapport au temps, de son vecteur position $\overrightarrow{OM}$ $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$ b) <u>Caractéristiques du vecteur-vitesse instantanée</u> - Point d'application : point M considéré - Direction : tangente à la trajectoire - Sens : celui du mouvement - Norme : celle de la vitesse instantanée au point M à la date t  3.3- <u>Expression du vecteur-vitesse instantanée</u> a) <u>En coordonnées cartésiennes</u> Soient $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ un repère d'espace orthonormé et un point mobile $M(x, y, z)$ • Le vecteur-position est : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ • Le vecteur-vitesse instantanée est : $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$ soit $\vec{v} = \frac{d}{dt}(x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k})$
--	--	--	----------------	--

$$= \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$$

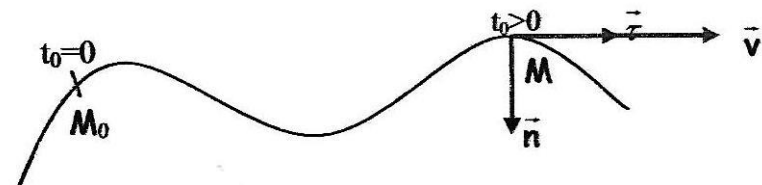
$\dot{x}, \dot{y}$ et $\dot{z}$ constituent les coordonnées cartésiennes du vecteur-vitesse.

$$\vec{v} = \begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x} \\ v_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y} \\ v_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z} \end{cases}$$

La norme de $\vec{v} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$. L'unité légale de la vitesse est m/s ou $m.s^{-1}$

b) Dans la base de Frenet

On munie la trajectoire de la base mobile de Frenet $(\vec{\tau}, \vec{n})$



L'abscisse curviligne des : $s = \widehat{M_0M}$. Le vecteur-vitesse $\vec{v} = \frac{ds}{dt} \vec{\tau}$

Remarque : La base de Frenet est constituée de deux vecteurs :

- $\vec{\tau}$: tangente à la trajectoire et dirigé dans le sens du mouvement
- $\vec{n}$: perpendiculaire à $\vec{\tau}$ et orienté vers la concavité de la trajectoire.

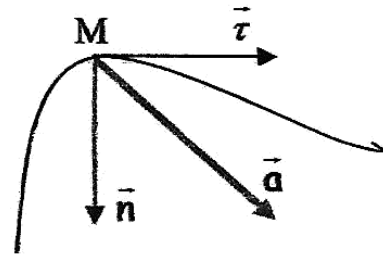
4. VECTEUR ACCELERATION

4.1- Vecteur-accelération moyenne



L'accélération moyenne est : $\vec{a}_m = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_2}{t_1 - t_2}$. L'accélération s'exprime de m/s^2

				4.2- <u>Vecteur-accélération instantanée</u> Le vecteur-accélération instantanée d'un mobile ponctuel est égal à la dérivée, par rapport au temps de son vecteur-vitesse instantanée ou à la dérivée seconde, par rapport au temps de son vecteur-position $\overrightarrow{OM}$. $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}$ 4.3- Expression du vecteur-accélération a) En coordonnées cartésiennes Soient $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ un repère d'espace orthonormé et un point mobile $M(x, y, z)$ - Le vecteur-position est : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ - Le vecteur-vitesse est : $\vec{v} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$ - Le vecteur-accélération est : $\vec{a} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$ $\vec{a} \begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y} \\ a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2} = \ddot{z} \end{cases}$ Le module du vecteur-accélération est : $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ ($m.s^{-2}$ ou m/s^2) <u>EXERCICE D'APPLICATION</u> Dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$, les coordonnées du vecteur-position sont : $x(t) = 2t - 2 \ ; \ y(t) = \frac{3}{2}t^2 - t \ ; \ z = 0$
--	--	--	--	--

	Travail individuel		Les unités sont celles du système international et on prendra $t \geq 0$. - En déduire que la trajectoire du point M est plane. - Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire. Préciser la nature de cette trajectoire. - Déterminer les coordonnées des vecteurs-vitesse et accélération de M. - Calculer la valeur du vecteur-vitesse de M - A l'instant initial - Lorsqu'il rencontre la droite des abscisses. - Déterminer l'accélération du mobile. A partir de l'abscisse curviligne  Dans la base de Frenet $(\vec{\tau}, \vec{n})$, le vecteur-accélération est : $\vec{a} = a_{\tau}\vec{\tau} + a_n\vec{n}$ $a_{\tau} = \frac{dv}{dt}$: accélération tangentielle $a_n = \frac{v^2}{R}$: accélération normale, R étant le rayon de courbure de la trajectoire en M. On peut donc écrire : $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{R}\vec{n}$ <u>Remarque :</u> - $\vec{a}$ est toujours orienté vers la concavité de la courbure. - Pour un cercle, $R = cste$ et pour une droite R est infini <u>EXERCICE D'APPLICATION</u>
--	--------------------	--	--

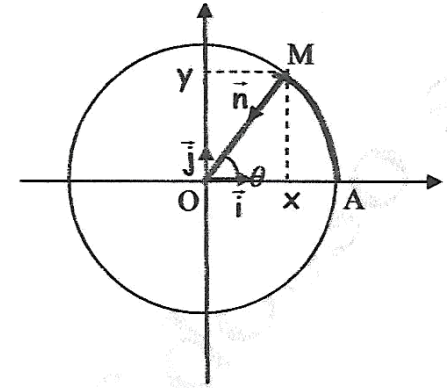
				Les équations horaires du mouvement d'un mobile sont : $x(t) = t ; y(t) = 0 ; z(t) = \frac{1}{2}t^2$ 1.1- Déterminer les coordonnées des vecteurs vitesses et accélération. 1.2- Exprimer les normes des vecteurs vitesses et accélération en fonction du temps 1.3- Déterminer les expressions des accélérations tangentielles et normales en fonction du temps. 1.4- En déduire le rayon de courbure de la trajectoire. Ce mouvement peut-il être circulaire uniforme ? Justifier. 5. <u>QUELQUES MOUVEMENTS PARTICULIERS</u> 5.1- <u>Mouvement rectiligne uniforme</u> a) <u>Définition</u> Un mouvement est dit rectiligne uniforme si : - Sa trajectoire est une droite - Son vecteur-vitesse est constant : $\vec{v} = \vec{v}_0 = \overrightarrow{cste}$ b) <u>Equations horaires</u> ▪ Expression de la vitesse La vitesse est une constante : $v = v_0 = cste ; \vec{v} = v_0\vec{i}$ ▪ Expression de l'accélération $a = \frac{dv}{dt} = 0 \text{ car } v = cste$ ▪ Equation horaire du mouvement $v_0 = \frac{dx}{dt} \Rightarrow x = v_0t + C \text{ où } C \text{ est une constante dépendant des conditions initiales.}$
--	--	--	--	--

EVALUATION				Conditions initiales : à $t = 0, x = x_0$ $\Rightarrow x_0 = v_0 \cdot 0 + C$ soit $x_0 = C$ d'où : $x = v_0 t + x_0$ En somme pour un mouvement rectiligne uniforme, les équations cinématiques sont : $\begin{cases} a = 0 \\ v = v_0 \\ x = v_0 t + x_0 \end{cases}$ 5.2- <u>Mouvement rectiligne uniformément varié</u> a) <u>Définition</u> Un mouvement est rectiligne uniformément varié si et seulement si : - Sa trajectoire est une droite - Son vecteur-accélération est constant. b) <u>Equations horaires</u> L'équation horaire de la vitesse est : $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow v = at + v_0$ L'équation horaire du mouvement est : $v = \frac{dx}{dt} \Rightarrow x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ avec v_0 la vitesse initiale et x_0 l'abscisse initiale. En somme, dans le cas d'un mouvement rectiligne uniformément varié, on a : $\begin{cases} a = cste \\ v = at + v_0 \\ x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \end{cases}$ Remarques : - $\vec{a} \cdot \vec{v} > \vec{0}$ alors le mouvement est dit accéléré.
------------	--	--	--	--

				- $\vec{a} \cdot \vec{v} < \vec{0}$ alors le mouvement est dit retardé. c) <u>Propriété du mouvement rectiligne uniformément varié</u> En éliminant le temps t dans les expressions de v et x on a : $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ <u>EXERCICE D'APPLICATION</u> Un mobile M décrit une trajectoire rectiligne munie d'un repère $(O, \vec{i})$; son vecteur accélération est constant pendant toute la durée du mouvement qui est fixée à $t_F = 5s$. A l'instant $t_0 = 0$, le mobile part du point M_0, d'abscisse $x_0 = -0,5m$, avec une vitesse $v_0 = 1 m/s$. Puis passe au point M_1, d'abscisse $x_1 = +5m$, avec une vitesse $v_1 = +4,7m/s$. 1. Calculer l'accélération a du mobile. 2. Calculer la date t_1 à laquelle le mobile passe au point M_1. 3. Donner l'équation horaire du mobile. 4. A la date $T = 2s$, un deuxième mobile M' part de l'abscisse $x_1 = +5m$, avec un mouvement rectiligne uniforme dont la vitesse est $v' = 4 m/s$. a) Calculer la date t_R de la rencontre des deux mobiles, b) Calculer l'abscisse x_R où a lieu cette rencontre. <u>SOLUTION DE L'EXERCICE D'APPLICATION</u> 1. <u>Accélération a du mobile M</u> Le mouvement de M est rectiligne uniformément accéléré, son accélération est donnée par la relation : $v_1^2 - v_0^2 = 2a(x_1 - x_0)$ soit $a = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2(x_1 - x_0)}$; $a = 1,92 m.s^{-2}$ 2. <u>Date t_1 où M passe au point M_1</u>
--	--	--	--	---

				Equation horaire de la vitesse : $v_1 = at_1 + v_0$ soit $t_1 = \frac{v_1 - v_0}{a}$; $t_1 = 2,97 \text{ s}$ 3. <u>Equation horaire du mobile M</u> L'équation horaire est de la forme : $x_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$; soit : $x_1 = 0,96t^2 - t - 0,5 \text{ (m)}$ 4. <u>Etude de la rencontre des deux mobiles</u> a) Date de rencontre t_R ▪ Equation horaire M' Repère $(O, \vec{i})$ Origine des temps : l'instant de départ du deuxième mobile ; l'instant est t' Origine de l'espace : la position x_1 Mouvement rectiligne uniforme, l'équation horaire s'écrit donc : $x' = v't' + x_1$ or $t' = t - T$; $x' = v'(t - T) + x_1$; $x' = 4(t - 2) + 5$ alors $x' = 4t - 3$ ▪ Date de la rencontre t_R Au point de rencontre, les abscisses des deux mobiles sont égales : $x = x'$ $0,96t_R^2 - t_R - 0,5 = 4t_R - 3$ soit $0,96t_R^2 - 5t_R + 2,50 = 0$ Calcul du discriminant : $\Delta = 15,4$ $t_R = \frac{5 \pm \sqrt{\Delta}}{2 \times 0,96}$; on retient la solution $\in [2\text{s} ; 5\text{s}]$ d'où $t_R \approx 4,65\text{s}$ b) Abscisse de rencontre x_R $x_R = 4t_R - 3$ soit $x_R \approx 15,6 \text{ m}$ 5.3- <u>Mouvement circulaire uniforme</u> a) <u>Définition</u> Un mouvement circulaire uniforme est un mouvement dont la trajectoire est un cercle et le module du vecteur-vitesse constant. b) <u>Repérage de la position du mobile</u> Le mobile peut être repéré à partir de :
--	--	--	--	--

- Son abscisse angulaire $\theta = (\vec{i}, \overrightarrow{OM})$
- Son abscisse curviligne $s = \widehat{AM} = R\theta$
- Ses coordonnées cartésiennes : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j}$ avec $x = R\cos\theta$ et $y = R\sin\theta$



c) Vecteur-vitesse

- Vitesse angulaire : rd/s
 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ avec : $d\theta$ (radian) et dt (seconde)
 $\Rightarrow \theta = \omega t + \theta_0$
- Vitesse linéaire
 $\vec{v} = R\omega\vec{\tau}$

d) Expression de l'abscisse curviligne

$$s = R\theta \text{ or } \theta = \omega t + \theta_0 \text{ d'où : } s = R\omega t + R\theta_0 = vt + s_0$$

e) Vecteur accélération

$$\vec{a} = a_\tau\vec{\tau} + a_n\vec{n} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{R}\vec{n} \text{ or } v = \text{cste d'où } \frac{dv}{dt} = a_\tau = 0$$

$$\text{Par conséquent : } \vec{a} = a_n\vec{n}$$

Point d'application : le point M considéré

Direction : radiale

				Caractéristiques de $\vec{a}$: - Sens : centripète - Norme : $a = a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$ f) <u>Période et fréquence</u> - Période T : c'est la durée au bout de laquelle, le module fait un tour. $s \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$ - Fréquence N : C'est le nombre de tours effectué par le mobile en 1 s : $Hz \rightarrow N = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$
--	--	--	--	---

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: MECANIQUE

TITRE DE LEÇON : MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UN SOLIDE

Durée : (6 h)

HABILETÉS	CONTENUS
Définir	un référentiel galiléen.
Connaître	quelques référentiels galiléens (référentiel terrestre, référentiel géocentrique, référentiel héliocentrique).
Énoncer	le théorème du centre d'inertie.
Appliquer	- le théorème du centre d'inertie. - le théorème de l'énergie cinétique.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Dans le car de ramassage, des élèves de la Terminale D du Collège IGES de Yopougon observent le mouvement d'une petite poupée suspendue au rétroviseur interne, par l'intermédiaire d'un fil inextensible. Ils constatent alors que :

- la poupée reste verticale lorsque le véhicule est immobile ou est à vitesse constante ;
- la poupée s'incline vers l'arrière quand le car accélère ;
- la poupée s'incline vers l'avant quand le car ralentit.

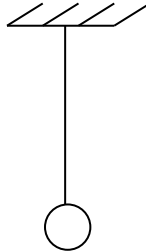
Pour comprendre ces observations, avec leurs camarades de classe, les élèves décident de connaître quelques référentiels, de les définir et d'établir un lien entre l'accélération et les forces extérieures

<u>Matériel par poste de travail</u> - Enregistrement n°5 ou enregistrement d'un mobile autoporteur relié à un point fixe par un élastique ou un ressort - Appareil à chute libre	<u>Supports didactiques</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

1 – RAPPELS :

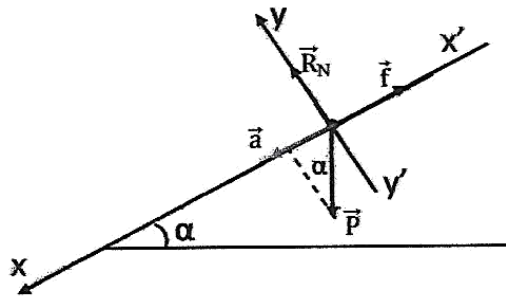
Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis ▪ Actions mécaniques ▪ Centre d'inertie ▪ Quantité de mouvement	Les élèves répondent aux questions	MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UN SOLIDE
Développement	Questions/ Réponses	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1. <u>RAPPELS</u> 1.1- <u>NOTION DE FORCE</u> a) <u>Définition</u> Une force est une action mécanique exercée sur un système, capable éventuellement de le déformer, de le maintenir en équilibre, d'amorcer ou de modifier son mouvement. La force s'exprime en newton (N) et peut être mesurée grâce à un dynamomètre. b) <u>Caractéristique d'une force</u> Une force est une grandeur vectorielle caractérisée par : - Une direction - Un sens - Un point d'application - Un module exprimé en Newton (N) 1.2- <u>FORCES INTERIEURES – FORCES EXTERIEURES</u> a) <u>Forces intérieures</u> Elles correspondent aux interactions entre les différentes parties du système. b) <u>Forces extérieures</u>

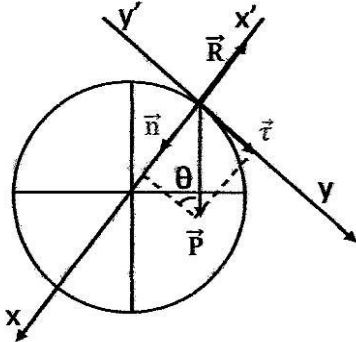
Développement (suite)	Expérimentation			Elles correspondent aux interactions entre le système et le milieu extérieur. Faire l'inventaire des forces extérieures agissant sur chacun des systèmes suivants : Exemple : - Bille - {bille + fil}  2. <u>REPÈRES GALILEENS : PRINCIPE DE L'INERTIE</u> 2.1- <u>REPÈRE GALILEEN</u> Un repère galiléen est un repère dans lequel le principe d'inertie s'applique en toute rigueur. Exemple : - Repère géocentrique - Repère terrestre peut être considéré comme galiléen pendant un bref temps. 2.2- <u>PRINCIPE DE L'INERTIE</u> Dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie G d'un système isolé ou pseudo isolé décrit un mouvement rectiligne uniforme s'il est en mouvement ou reste au repos s'il est initialement immobile.
----------------------------------	-----------------	--	--	--

Développement (suite)	Travail individuel			3. <u>THEOREME DU CENTRE D'INERTIE</u> 3.1- <u>QUANTITE DE MOUVEMENT</u> Le vecteur-quantité de mouvement d'un solide de masse m en mouvement de translation à la vitesse $\vec{v}$ est : $\vec{P} = m \cdot \vec{v}$ La norme du vecteur-quantité de mouvement est : $P = m \cdot v$ La quantité de mouvement p s'exprime en $Kg \cdot m \cdot s^{-1}$ <u>Remarque</u> : Dans un référentiel galiléen, le vecteur-quantité de mouvement se conserve. 3.2- <u>RELATION FONDAMENTALE DE LA DYNAMIQUE</u> Dans un référentiel galiléen, la dérivée par rapport au temps du vecteur-quantité de mouvement d'un système est égale à la somme vectorielle des forces appliquées à ce système. $\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \vec{F}_{ext}$ 3.3- <u>THEOREME DU CENTRE D'INERTIE</u> a) <u>Enoncé du théorème</u> D'après la relation fondamentale de la dynamique, on a : $\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \vec{F}_{ext} \Leftrightarrow \sum \vec{F}_{ext} = \frac{d}{dt}(m \cdot \vec{v}) \text{ soit } \sum \vec{F}_{ext} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ or } \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a}$ D'où : $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}$
---	-------------------------------	--	--	---

Développement (suite)	Exploitation			Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un système est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie. $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}$ b) Cas particuliers • Cas où $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{0}$ $\left\{ \begin{array}{l} \vec{v} = \vec{0} \text{ le système est immobile} \\ \vec{v} = \overrightarrow{cste} \text{ le mouvement est uniforme} \end{array} \right\} \text{ Principe de l'inertie}$ • Cas où $\sum \vec{F}_{ext} = \overrightarrow{cste}$ $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \overrightarrow{cste} \text{ or } \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a} \Leftrightarrow \vec{v} = \vec{at} + \vec{v}_0$ - Si $\vec{a}$ et $\vec{v}$ sont colinéaires alors le mouvement est rectiligne uniformément varié, - Si $\vec{a}$ et $\vec{v}$ ne sont pas colinéaires alors le mouvement est parabolique (prochain chapitre) 4. <u>THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE</u> Supposons que $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}$ On définit $\vec{v} = \frac{d\vec{l}}{dt} \Rightarrow \vec{\delta l} = \vec{v} dt$ (déplacement élémentaire) Le travail élémentaire de la force $\vec{F}$ est : $\delta w(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{\delta l}$ $\delta w(\vec{F}) = \left(m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \right) \cdot (\vec{v} dt) = m d\vec{v} \cdot \vec{v} = d \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) \text{ donc } \delta w(\vec{F}) = d(E_C)$
--------------------------	--------------	--	--	---

Développement (suite)				Le travail de la force $\vec{F}$ est : $W(\vec{F}) = \Delta E_c$ Enoncé du théorème : Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants, est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces s'exerçant sur le solide pendant la durée de la variation : $\sum W(\vec{F})_{A \rightarrow B} = \Delta E_{c_{A \rightarrow B}}$ 5. <u>METHODE DE RESOLUTION D'UN PROBLEME DE MECANIQUE</u> Pour résoudre un problème mécanique il faut : - Préciser le système - Choisir un référentiel galiléen muni d'un repère orthonormé - Faire le bilan des forces appliquées au système (faire un schéma si possible) - Appliquer le théorème du centre d'inertie ou de l'énergie cinétique <u>Exemple 1</u> Un solide de masse m, glisse sans vitesse initiale selon la ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale. Nous admettrons que le solide est en translation. Les forces de frottement sont équivalentes à une force unique f. 1. Déterminer l'expression de l'accélération a du solide. En déduire la nature de son mouvement. 2. Donner l'expression de la vitesse pour une distance ℓ parcourue. <u>RESOLUTION</u> 1. <u>Donnons la nature du mouvement</u> - Système : le solide - Référentiel terrestre supposé galiléen
--------------------------	--	--	--	--

Développement (suite)	Questions /réponses			- Bilan des forces : - $\vec{P}$: le poids du solide - $\vec{R}_N$: la réaction du plan incliné - $\vec{f}$: force de frottement  Appliquons le théorème du centre d'inertie. $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a} \text{ soit } \vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = m \vec{a}$ Projection suivant (x'x) : $P \sin \alpha + 0 - f = ma$ Soit $a = g \sin \alpha - \frac{f}{m}$ g, α, m et f sont des constantes $\Rightarrow a = cste$ et la trajectoire est une droite : le mouvement est donc rectiligne uniformément varié. 2. <u>Donnons l'expression de la vitesse pour une distance ℓ parcourue</u> Appliquons le théorème de l'énergie cinétique : $\sum W(\vec{F})_{A \rightarrow B} = \Delta E_{C_{A \rightarrow B}}$ $E_{C_B} - E_{C_A} = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{f}) \text{ or } W(\vec{R}_N) = 0 \text{ car } \vec{R}_N \perp \vec{v}$ $W(\vec{f}) = -f \cdot \ell$ $W(\vec{P}) = mgh = mg\ell \sin \alpha$ $v_a = 0 \text{ (Sans vitesse initiale)}$
---	--------------------------------	--	--	--

Développement (suite)	Travail individuel			D'où : $\frac{1}{2}mv^2 = mgl\sin\alpha - f \cdot \ell$ soit $v = \sqrt{2\ell \left(g \sin\alpha - \frac{f}{m} \right)}$ <u>N.B</u> : On peut aussi utiliser la relation : $2a(x - x_0) = v^2 - v_0^2$ Exemple 2 Un solide S de masse m assimilable à un point matériel est placé au sommet A d'une sphère de rayon r. Le solide S glisse sans frottement le long de la sphère. Sa vitesse initiale est $v_A = 0$. La position de S est déterminée par l'angle θ. 1. Déterminer l'expression de la réaction de la sphère sur le solide et en déduire la position où le solide S quitte la sphère. 2. Quelle est sa vitesse au moment où elle quitte la sphère ?  <u>RESOLUTION</u>
----------------------------------	-------------------------------	--	--	---

				1. Déterminons la réaction de la sphère - Système : Solide S - Référentiel terrestre supposé galiléen - Bilan des forces : - $\vec{P}$: le poids du solide - $\vec{R}$: la réaction normale de la sphère sur le solide S Choisissons le repère de Frenet $(S, \vec{\tau}, \vec{n})$ lié au référentiel terrestre Appliquons le théorème du centre d'inertie : $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}$ soit $\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}$ Projection suivant les axes : $\vec{P} \begin{cases} P_{\tau} = P \cos \theta \\ P_n = P \sin \theta \end{cases} ; \vec{R} \begin{cases} R_{\tau} = 0 \\ R_n = -R \end{cases}$ et $\vec{a} \begin{cases} a_{\tau} = \frac{dv}{dt} \\ a_n = \frac{v^2}{r} \end{cases}$ Soit $R = mg \sin \theta - \frac{mv^2}{r}$ Le solide S quitte la sphère si et seulement si son contact avec cette dernière est rompu ; c'est à dire pour $R = 0 \Rightarrow mg \sin \theta - \frac{mv^2}{r} = 0$ (1) Déterminons l'expression de la vitesse v : Appliquons le théorème de l'énergie cinétique : $\sum W(\vec{F})_{A \rightarrow B} = \Delta E_{C_{A \rightarrow B}}$ $E_{C_B} - E_{C_A} = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$ or $W(\vec{R}) = 0$ car $\vec{R} \perp \vec{v}$ et $W(\vec{P}) = mgh$ avec $h = r(1 - \sin \theta)$ Soit $\frac{1}{2}mv^2 = mgr(1 - \sin \theta)$ d'où $v^2 = 2gr(1 - \sin \theta)$ (2) En portant (2) dans (1), on aboutit à : $\sin \theta = \frac{2}{3}$ soit $\theta = 41,81^\circ$ 1. Calculons la vitesse En remplaçant $\sin \theta$ par $\frac{2}{3}$ dans l'expression (2), on obtient : $v = \sqrt{\frac{2}{3}gr}$
--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: MECANIQUE

TITRE DE LEÇON : MOUVEMENTS DANS LES CHAMPS $\vec{g}$ et $\vec{E}$ UNIFORMES

Durée : (8 h)

HABILETÉS	CONTENUS
Définir	un champ uniforme.
Représenter	- le vecteur champ électrostatique uniforme. - le vecteur champ de pesanteur.
Déterminer	le vecteur- accélération dans : - le champ de pesanteur uniforme ; - un champ électrostatique uniforme.
Déterminer	- les équations horaires du mouvement. - l'équation cartésienne de la trajectoire. - les expressions de la : - flèche ; - portée ; - déviation angulaire ; - déflexion électrostatique.
Utiliser	- les équations horaires des mouvements. - l'équation cartésienne de la trajectoire.
Connaître	l'intérêt du champ électrostatique.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Pour faire découvrir les différentes disciplines, le Collège IGES de Yopougon-Sidéci a organisé des journées portes ouvertes auxquelles ont participé les élèves de la TD1.

En EPS, au cours du match de basketball, un élève de cette classe, placé au milieu du terrain, lance la balle et marque un panier.

Au stand de Physique-Chimie, le principe de déviation d'un faisceau d'électrons dans une télévision analogique est expliqué à l'aide du tube de Crookes.

De retour en classe, les élèves de la TD1 veulent approfondir leur connaissance sur les mouvements de la balle de basketball et du faisceau d'électrons.

Ils entreprennent alors de déterminer les équations cartésiennes des trajectoires de la balle et du faisceau d'électron puis les différentes grandeurs caractéristiques des trajectoires.

<u>Matériel par poste de travail</u> - Dispositif pour la chute parabolique avec accessoires - Alimentation stabilisée - chronomètre - Tube à déflexion - Source de tension de chauffage du filament 6V - Source de tension accélératrice variable (0 à 700 V) - Source de tension pour plaques déflectrices - - Voltmètres	<u>Supports didactiques</u> ▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma <u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale D.
--	--

Plan de la leçon

1. MOUVEMENT D'UN PROJECTILE DANS LE CHAMP DE PESANTEUR :

1.1. Accélération du centre d'inertie :

1.2. Equations horaires du mouvement

1.3. Etude de la trajectoire :

1.3.1. Equation de la trajectoire

1.3.2. Hauteur maximale atteinte (ou flèche) :

2. MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE UNIFORME

2.1. Accélération de la particule :

2.2. Equations horaires du mouvement :

2.2.1. Vitesse en A : point de sortie du champ :

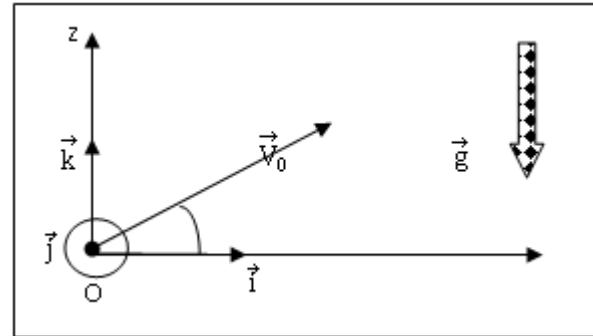
2.2.2. Déviation électrostatique α :

2.2.3. Déflexion électrostatique $Y = IA'$:

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis ▪ Cinématique du point : $\vec{OM}, \vec{V}, \vec{a}$ et les équations horaires. ▪ Théorème du CI	Les élèves répondent aux questions	MOUVEMENTS DANS LES CHAMPS $\vec{g}$ et $\vec{E}$ UNIFORMES
Développement	Questions/ Réponses	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1. MOUVEMENT D'UN PROJECTILE DANS LE CHAMP DE PESANTEUR : Dans le champ de pesanteur $\vec{g}$, on lance un projectile de masse m d'un point O avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ faisant un angle α avec l'horizontale. 1.1. Accélération du centre d'inertie : ②• <u>Système</u> :un projectile de masse m ①•<u>Référentiel galiléen</u>: terrestre supposé galiléen ③•<u>Force</u>:le poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ ④• <u>Repère</u> : (O,$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$) ⑤• <u>Théorème du centre d'inertie</u>:

Expérimentation

Travail
individuel



1.2. Equations horaires du mouvement :

• A l'origine des dates : à $t = 0$:

$$\vec{V}_0 \vee \begin{cases} V_{0x} = \dots\dots\dots \\ V_{0y} = \dots\dots\dots \\ V_{0z} = \dots\dots\dots \end{cases} ; \quad \overline{OG_0} \begin{cases} x_0 = \dots\dots\dots \\ y_0 = \dots\dots\dots \\ z_0 = \dots\dots\dots \end{cases}$$

• • A un instant, de date t: à $t > 0$:

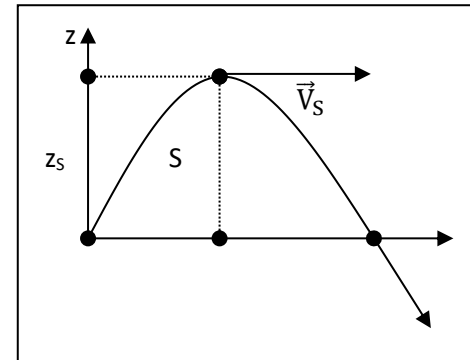
$$\vec{a} \begin{cases} a_x = \dots\dots\dots \\ a_y = \dots\dots\dots \\ a_z = \dots\dots\dots \end{cases} ; \quad \vec{V} \begin{cases} V_x = \dots\dots\dots \\ V_y = \dots\dots\dots \\ V_z = \dots\dots\dots \end{cases} ; \quad \overline{OG} \begin{cases} x = \dots\dots\dots \\ y = \dots\dots\dots \\ z = \dots\dots\dots \end{cases}$$

1.3. Etude de la trajectoire :

	Travail individuel		1.3.1. Equation de la trajectoire : • <u>Trajectoire plane:</u> Y= 0 ,le mouvement est plan et s'effectue dans le plan XOZ • <u>Equation de la trajectoire:</u> On élimine t entre x et z et on remplace t par son expression dans z(t) : • <u>Nature de la trajectoire:</u> La trajectoire est une parabole 1.3.2. Hauteur maximale atteinte (ou flèche) : La flèche H est la hauteur maximale atteinte par le projectile au cours de son mouvement : c'est le sommet de la trajectoire. Au sommet S : $V_z = -gt + V_0 \sin\alpha = 0 \Rightarrow t_s = \frac{V_0 \sin\alpha}{g}$ $\Rightarrow H = z = -\frac{1}{2}gt_s^2 + (V_0 \sin\alpha)t_s \Rightarrow$ $H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ Remarque : La flèche est maximale pour $\alpha = \pi/2$ rad : $H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g}$
--	-----------------------	--	---

Exploitation

La portée horizontale est la distance OP ; P étant le point d'impact au sol.



Au point P : $z_P = 0$

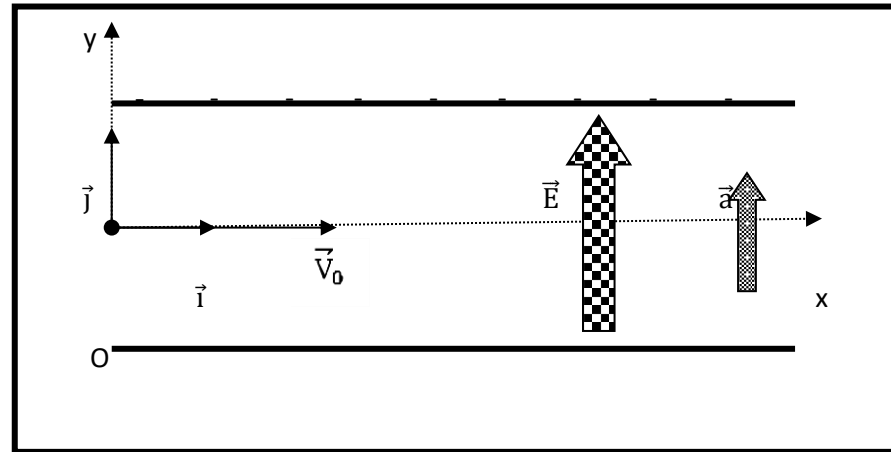
$$\Rightarrow z = -\frac{g x^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha = 0 \Rightarrow x = x_P = 0 \text{ ou}$$

$$x = x_D = \frac{2V_0^2 \cos^2 \alpha \tan \alpha}{g} = \frac{2V_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$$

$$\boxed{2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha} \Rightarrow \boxed{x_P = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}}$$

Remarque : $\boxed{x_P = 2 x_S}$: la portée est symétrique par rapport à l'axe vertical passant par O. La portée est maximale si $\sin 2\alpha = 1$ soit $\boxed{\alpha = 45^\circ}$

	Expérimentation			<u>2. MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE UNIFORME :</u> Une particule de masse m, de charge q > 0 est lancée à la vitesse $\vec{V}_0$ dans un champ électrostatique $\vec{E}$ uniforme. Un champ électrostatique uniforme existe entre deux plaques parallèles portant des charges opposées, qui constituent un condensateur. Si la tension entre les plaques distantes de d est U, alors $E = \frac{U}{d}$. Le champ est dirigé de la plaque (+) vers la plaque (-). Travail de la force électrique : $W_{AB}(\vec{F}) = q (V_A - V_B)$ <u>2.1. Accélération de la particule :</u> ②• <u>Système</u> : ①• <u>Référentiel galiléen</u>: ③• <u>Force</u>: ④• <u>Repère</u> : ⑤• <u>Théorème du centre d'inertie</u>:
--	-----------------	--	--	--



2.2. Equations horaires du mouvement :

- A l'origine des dates : à $t = 0$:

$$\vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = \dots\dots\dots \\ V_{0y} = \dots\dots\dots \end{cases} ; \quad \overline{OG_0} \begin{cases} x_0 = \dots\dots\dots \\ y_0 = \dots\dots\dots \end{cases}$$

- A un instant, de date t: à $t > 0$:

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = \dots\dots\dots \\ a_y = \dots\dots\dots \end{cases} ; \quad \vec{V} \begin{cases} V_x = \dots\dots\dots \\ V_y = \dots\dots\dots \end{cases} ; \quad \overline{OG} \begin{cases} x = \dots\dots\dots \\ y = \dots\dots\dots \end{cases}$$

2.3. Etude de la trajectoire :

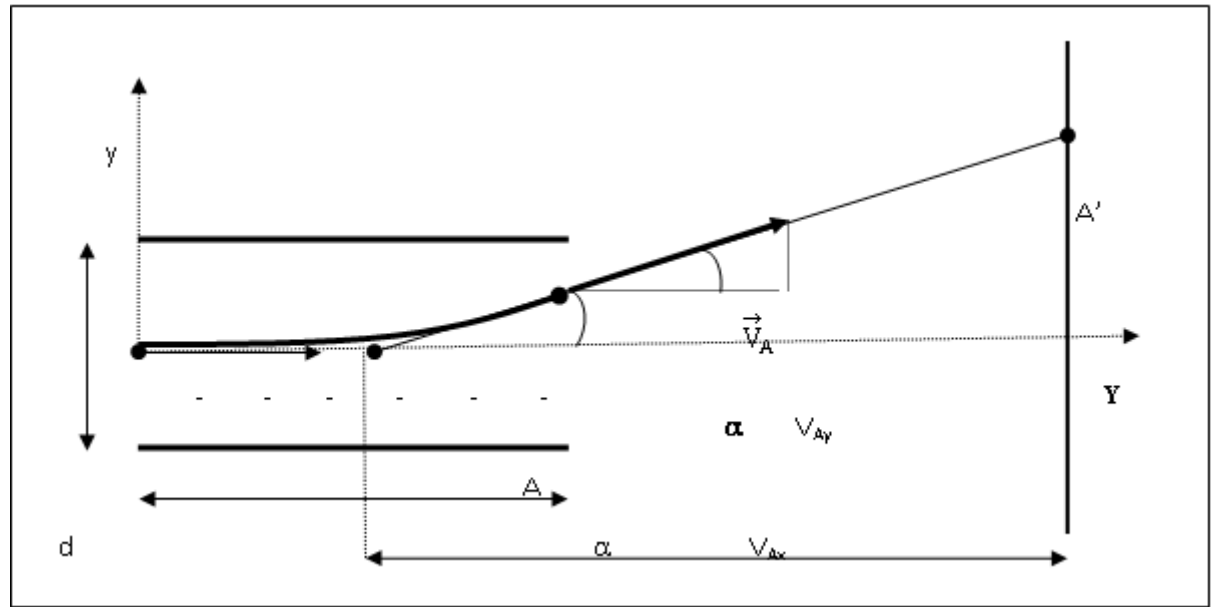
a. Equation de la trajectoire :

On élimine t entre x et y et on remplace t par son expression dans $y(t)$:

.....
.....
.....

• Nature de la trajectoire:

.....
.....



Travail
individuel

2.2.1. Vitesse en S : point de sortie du champ :

$$\text{En A : } x = \ell ; x = V_0 t \Rightarrow \ell = V_0 \cdot T_s \Rightarrow t_s = \frac{\ell}{V_0}$$

$$\Rightarrow \vec{V}_s \left[V_{sx} = V_0 ; V_{sy} = \frac{qE\ell}{mV_0} \right] \Rightarrow V_s = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{qE\ell}{mV_0} \right)^2}$$

$V_s > V_0$: la particule est accélérée.

2.2.2. Déviation électrostatique α :

$$\tan \alpha = \frac{V_{Ay}}{V_{Ax}} = \frac{qE\ell}{mV_0^2}$$

2.2.3. Déflexion électrostatique $Y = IA'$:

$$\tan \alpha = \frac{Y}{D} \Rightarrow Y = D \cdot \tan \alpha = \frac{DqE\ell}{mV_0^2} ; E = \frac{U}{d} \Rightarrow \boxed{Y = \frac{D\ell qU}{mdV_0^2}}$$

La déflexion électrostatique est proportionnelle à la tension appliquée U aux bornes du condensateur

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: MECANIQUE

TITRE DE LEÇON : OSCILLATIONS MÉCANIQUES LIBRES

Durée : (6 h)

HABILETÉS	CONTENU
Définir	un oscillateur mécanique.
Connaître	les caractéristiques générales d'un oscillateur mécanique.
Déterminer	l'équation différentielle d'un oscillateur mécanique non amorti.
Connaître	la forme générale de la solution de l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique
Déterminer	les caractéristiques du mouvement d'un oscillateur mécanique non amorti : - la pulsation propre ; - la période propre ; - la fréquence propre ; - l'amplitude ; - la phase à l'origine des dates.
Écrire	la solution de l'équation différentielle.
Montrer	la conservation de l'énergie mécanique d'un oscillateur non amorti.
Tracer	les graphes $x(t)$ et $v(t)$.
Exploiter	les graphes $x(t)$ et $v(t)$.

EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

Un élève en classe de T^{le}D au Collège le SAVANT 2 de Yopougon-béago découvre dans une revue scientifique les informations suivantes :

« L'amortisseur d'une automobile fonctionne en duo avec un ressort de suspension pour assurer le confort à bord du véhicule ainsi que sa bonne tenue de route. Le rôle des amortisseurs est de maintenir les roues en contact avec le sol. Le ressort est soumis au processus de compression-détente continu en perdant à chaque fois un peu d'énergie. Si le ressort travaille seul, les oscillations se prolongent dans le temps. La fréquence et l'ampleur des mouvements occasionnés par le ressort doivent être contrôlés ».

Voulant en savoir davantage l'élève informe ses camarades et ensemble, ils entreprennent de définir un oscillateur mécanique, de déterminer son équation différentielle et les caractéristiques du mouvement d'un oscillateur mécanique non amorti puis de montrer la conservation de l'énergie mécanique d'un oscillateur harmonique non amorti.

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u>
Ressort - Solide - Potence - Chronomètre - Banc à coussin d'air et accessoires. - - Masses marquées	▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale D.

Plan de la leçon

1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN OSCILLATEUR MECANIQUE :

- 1.1. Oscillateur mécanique
- 1.2. Période et fréquence :
- 1.3. Amplitude

2. LE PENDULE ELASTIQUE EN POSITION VERTICALE

- 2.1. Etude de l'équilibre
- 2.2. Mesure de la période

3- LE PENDULE ELASTIQUE EN POSITION HORIZONTAL :

- 3.1. description de l'expérience
- 3.2. Equation différentielle :
- 3.3. Solution de l'équation différentielle :
 - 3.3.1. Solution
 - 3.3.2. Courbe $x = f(t)$
 - 3.3.3. Vérification de la solution :
- 3.4. Caractéristiques :
 - 3.4.1. Période propre
 - 3.4.2. Fréquence propre

4. ETUDE ENERGETIQUE :

- 4.1. Energie potentielle élastique d'un pendule horizontale
- 4.2. Energie mécanique :
 - 4.2.1. Expression de l'énergie mécanique :
 - 4.2.2. Conservation de l'énergie mécanique :

5. PENDULE ELASTIQUE AMORTI :

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis ▪ Ressort (raideur et tension) ▪ Théorème du CI. ▪ Energie cinétique et potentielle	Les élèves répondent aux questions	OSCILLATIONS MÉCANIQUES LIBRES
Développement		Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	Une balançoire est en équilibre : les cordes de suspension sont verticales. La balançoire est tirée vers le haut et lâchée : elle prend un mouvement périodique de part et d'autre de sa position d'équilibre. La balançoire constitue alors un oscillateur mécanique. Une fois lâché, aucune nouvelle action extérieure n'impose de mouvement : la balançoire effectue des oscillations libres. Les oscillateurs mécaniques interviennent fréquemment dans notre environnement : dans les instruments de musique, une corde ou une couche d'air se comportent comme un oscillateur qui engendre les sons ; dans les véhicules, le système de suspension (ressorts- amortisseurs) permet d'améliorer le confort des trajets. <u>1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN OSCILLATEUR MECANIQUE :</u> <u>1.1. Oscillateur mécanique :</u> • Un oscillateur mécanique est un système capable d'effectuer des oscillations. L'oscillateur à étudier est le pendule élastique ; il est constitué d'un solide accroché à un ressort dont une des extrémités est relié à un support fixe. Le pendule élastique peut - être en position verticale ou en position horizontale. • Ses oscillations sont libres quand, une fois écarté de sa position d'équilibre, il est abandonné à lui-même. • S'il n'existe aucune force de frottement, les oscillations ne sont pas amorties et le mouvement continu indéfiniment • s'il existe des forces de frottement, le système perd de l'énergie, les oscillations sont progressivement amorties et le système fini par s'arrêter

Développement (suite)	Expérimentation			1.2. <u>Période et fréquence</u> : - la période est le mis pour effectuer une oscillation (aller et revenir à la position de départ) - La fréquence est le nombre d'oscillation effectuée en 1 seconde 1.3. <u>Amplitude</u> Dans le cas du pendule élastique, l'amplitude est l'allongement maximum ou le raccourcissement maximum du ressort 2. <u>LE PENDULE ELASTIQUE EN POSITION VERTICALE</u> 2.1. <u>Etude de l'équilibre</u> Considérons un ressort de longueur à vive ℓ_0 dont une des extrémités est fixe et l'autre relié à un solide de masse m, à l'équilibre la longueur du ressort à vide est ℓ
----------------------------------	-----------------	--	--	--

Développement (suite	Travail individuel			2.2. Mesure de la période On mesure le temps mis pour effectuer 10 oscillations : ce temps correspond à 10 périodes. La période T est obtenue en divisant le temps mesuré par 10. $T = \frac{t}{10}$ Remarque : La période T dépend de la masse du solide mais ne dépend pas de l'amplitude des oscillations <u>3- LE PENDULE ELASTIQUE EN POSITION HORIZONTAL :</u> 3.1. description de l'expérience Le pendule élastique décrit précédemment est placé en position horizontale sur un banc à coussin d'air. On écarte le solide de sa position initiale jusqu'à la position X_m et on le lâche à l'instant $t = 0$ sans vitesse initiale Le solide effectue alors des oscillations autour de la position d'équilibre
--	-------------------------------	--	--	---

Développement (suite)	Exploitation			3.2. <u>Equation différentielle</u> : ❶ <u>Système</u>: Le solide ❷ <u>Référentiel</u> :terrestre supposé galiléen ❸ <u>Bilan des forces</u> : Le poids $\vec{P}$ du solide La réaction $\vec{R}$ du banc La tension $\vec{T}$ du ressort ❹ <u>Théorème du centre d'inertie</u> : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m \vec{a}$ • <u>Projection sur l'axe (x'x)</u> :
	Démonstration			

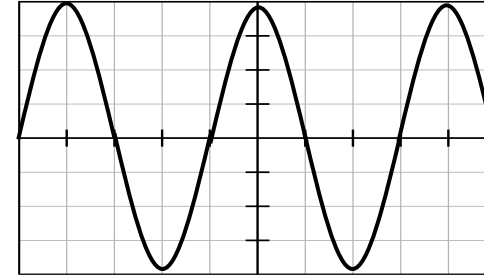
Développement (suite	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			Remarque : cas ou le ressort raccourci
---------------------------------	---	--	--	--

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			• Remarque : On appelle équation différentielle, une équation liant une fonction et l'une ou plusieurs de ses dérivées. 3.3. Solution de l'équation différentielle : 3.3.1. Solution : La solution $x(t)$ de l'équation différentielle est une fonction sinusoïdale du type : $x = X_m \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$ - x : élongation à l'instant t - X_m : (m) est l'amplitude du mouvement ou élongation maximale - φ : (rad) la phase à l'origine des dates - $(\omega_0 t + \varphi)$ la phase à l'instant t en rad - ω_0 : pulsation propre en rad /s Remarque : X_m et φ sont des constantes déterminées par les conditions initiales de lancement, c'est-à-dire la vitesse et l'élongation initiales.
----------------------------------	--	--	--	---

Développement
(suite)

La position d'élongation à l'instant t de l'oscillateur est une fonction sinusoïdale : l'oscillateur est dit harmonique

3.3.2. Courbe $x = f(t)$:



3.3.3. Vérification de la solution :

Vérifions que $x = X_m \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation $\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$:

- Vitesse : $V = \dot{x} = -X_m \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi) = -\omega_0 x$
- Accélération : $a = \ddot{x} = -X_m \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi) = -\omega_0^2 x$

Développement (suite				Soit : $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$: pulsation propre (rad.s⁻¹) <u>APPLICATION 1</u> La loi horaire du mouvement d'un oscillateur est donnée (unité S.I.) par : $x(t) = 0,45\sin(100\pi t + \pi/6)$. 1-Déterminer l'amplitude X_m, la phase φ, la période T_0 du mouvement et la fréquence f_0 de l'oscillateur. 2-A la date $t = 0$ déterminer l'abscisse x_0, la vitesse v_0 et l'accélération a_0 du mobile. 3.4. Caractéristiques : 3.4.1. Période propre : La période T_0 du pendule élastique (période propre de l'oscillateur) est la durée d'une de ses oscillations complètes ; elle dépend de deux variables : la masse m du solide S et la constante de raideur k du ressort : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad \text{soit} \quad T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ T_0 : période propre en seconde(s) m : masse du solide en Kg k : constante de raideur en N/m 3.4.2. Fréquence propre : $N_0 = \frac{1}{T_0}, \quad N_0 \text{ en hertz (Z)}$ Remarque : $N_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ 4. <u>ETUDE ENERGETIQUE</u> :
--	--	--	--	---

Développement
(suite)

4.1. Energie potentielle élastique d'un pendule horizontale :

Un ressort allongé ou comprimé d'une longueur x possède l'énergie potentielle élastique :

$$E_{pe} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

➤ E_{pe} : énergie potentielle élastique en Joule

➤ k : constante de raideur en N /m

➤ x : longueur mètre (m)

4.2. Energie mécanique :

4.2.1. Expression de l'énergie mécanique :

L'oscillateur mécanique {ressort + masse} possède, à un instant t quelconque :

- de l'énergie potentielle élastique due au ressort : $E_{pe} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$
- de l'énergie cinétique due à la masse : $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- L'énergie mécanique totale du système est : $E_m = E_c + E_{pe}$

4.2.2. Conservation de l'énergie mécanique :

Si l'on néglige la résistance de l'air, le système

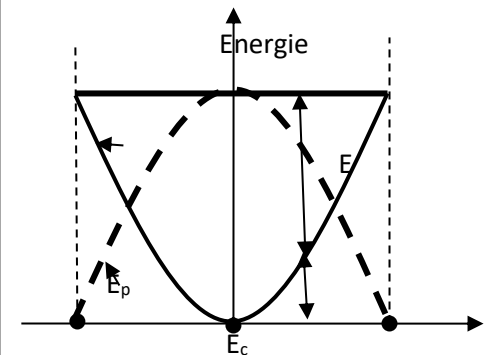
{Terre- objet- ressort- support} est isolé ; son énergie mécanique est donc **constante** : $E_m = \text{cte}$.

• Au cours des oscillations d'un pendule élastique,

il y a transformation mutuelle de l'énergie potentielle du ressort en énergie cinétique de la masse m .

L'énergie mécanique du pendule est constante et vaut :

Représentation graphique des fonctions E , E_p et E_c :



**Développement
(suite)**

$$E_m = E_C + E_{Pe} = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} kx^2.$$

On a : $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ et $V = \dot{x} = -X_m \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2} m[-X_m \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)]^2 + \frac{1}{2} k[X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)]^2$$

$$E_m = \frac{1}{2} mX_m^2 \omega_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} kX_m^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi)$$

$$E_m = \frac{1}{2} kX_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} kX_m^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi) \quad \text{car } \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

$$E_m = \frac{1}{2} kX_m^2 [\sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \cos^2(\omega_0 t + \varphi)]$$

Donc : $E_m = \frac{1}{2} kX_m^2 \quad (1)$

L'énergie mécanique totale d'un oscillateur **non amorti reste constante**.

Remarques :

En remplaçant k par $m\omega_0^2$ dans (1) on obtient :

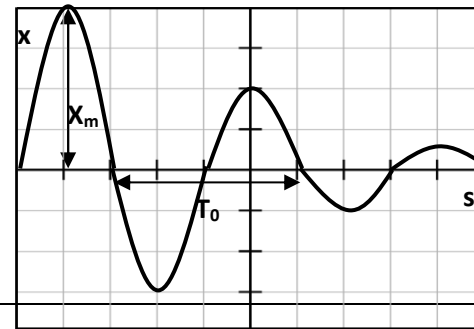
$$E_m = \frac{1}{2} mV_m^2 \quad \text{avec } V_m^2 = \omega_0^2 X_m^2.$$

Développement
(suite

4.3. Equation différentielle à partir de la conservation de l'énergie :

5. PENDULE ELASTIQUE AMORTI :

*Lorsqu'il y a des frottements, l'énergie mécanique diminue. L'amplitude x_m décroît progressivement et la période varie peu. On dit que le mouvement est **pseudo-périodique**.*



T_0 : pseudo-période

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D
THEME: ÉLECTROMAGNÉTISME
TITRE DE LEÇON : CHAMP MAGNÉTIQUE
Durée : (4 h)

HABILETÉS	CONTENU
Définir	l'espace champ magnétique.
Déterminer	les caractéristiques du vecteur- champ magnétique.
Représenter	le vecteur- champ magnétique $\vec{B}$.
Définir	- une ligne de champ. - le spectre magnétique.
Représenter	le spectre magnétique : - d'un aimant droit ; - d'un aimant en « U ».
Définir	un solénoïde.
Connaître	- les règles d'orientation du champ magnétique. - les sources de champ magnétique.
Représenter	le spectre magnétique d'un solénoïde parcouru par un courant électrique continu.
Déterminer	les caractéristiques du champ magnétique créé par un solénoïde parcouru par un courant électrique.
Connaître	l'unité de champ magnétique.
Tracer	le graphe $B = f(I)$ pour un solénoïde.
Utiliser	la relation $B = \mu_0 n I$ avec $n = \frac{N}{l}$.
Déterminer	les composantes horizontale et verticale du champ magnétique terrestre.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

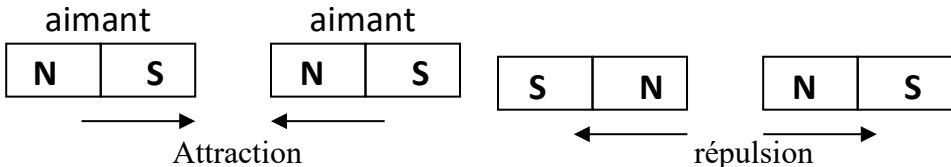
Un élève de la classe de Tle D du Collège le SAVANT 2 de Yopougon assiste à des travaux de réparation d'une télévision dans l'atelier de son ami. Le réparateur dispose entre autres matériels, d'une aiguille aimantée, d'un aimant et d'une bobine. L'élève constate que lorsque l'aiguille aimantée est proche de l'aimant ou de la bobine parcourue par un courant électrique, celle-ci dévie.

Pour comprendre ces observations, l'élève et ses camarades de classe décident

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u> ▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. Planche de schéma
- Boussole - Aimants (droit, en U) - Solénoïde - Générateur - Poudre de fer - Teslamètre - Solénoïde à plusieurs bobinages - - Ampèremètre	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

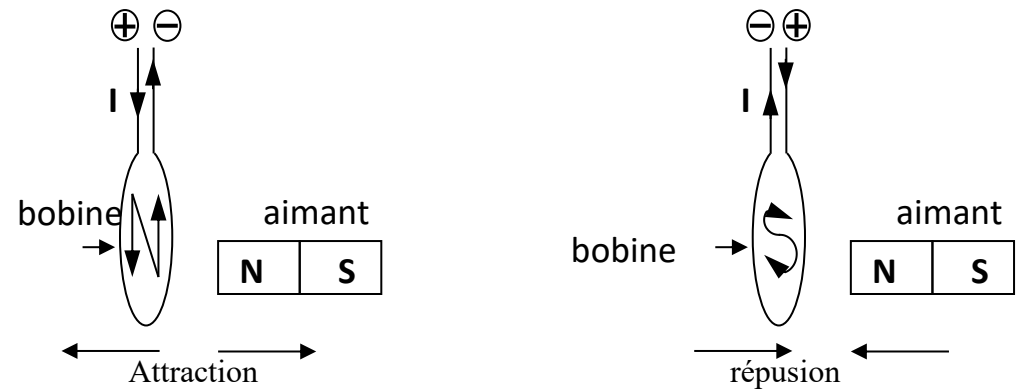
Plan de la leçon

- 1- Interactions entre aimants
- 1.1 Expériences et observations

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis ▪ Aimant ▪ Pôles Nord et Sud ▪ Electro aimant ▪ Boussole	Les élèves répondent aux questions	CHAMP MAGNÉTIQUE
Développement	Expérimentation Travail de groupe	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1- <u>Interactions entre aimants</u> 1.1 <u>Expériences et observations</u>  1.2 <u>Conclusion</u> Deux pôles de même nom se repoussent. Deux pôles de noms différents s'attirent. 1.3 <u>Interactions entre aimants et courants</u> 1.3.1 <u>Expériences et observations</u>

**Développement
(suite)**

Expérimentation
Travail de groupe



1.3.2 Conclusion

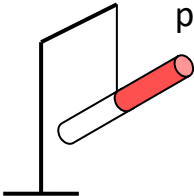
Une face d'une bobine est repoussée par le pôle de même nom d'un aimant et attirée par le pôle de nom différent.

1.4 Interactions entre courants

1.4.1 Expériences et observations



1.4.2 Conclusion

Développement (suite	Questions/réponses Travail de groupe		Deux faces de même nom se repoussent. Deux faces de noms différents s'attirent. 2 <u>Notion de champ magnétique</u> <u>2.1. Mise en évidence expérimentale du champ magnétique</u>  petit aimant  aiguille aimantée Un petit aimant droit suspendu à un fil ou une aiguille aimantée, loin de toute source magnétique ou de tout courant électrique s'oriente toujours dans la même direction : la direction Nord-Sud géographique. <u>2.2 Définition du champ magnétique</u> Dans une région de l'espace où un détecteur magnétique (aiguille aimantée) subit une influence, il règne un champ appelé champ magnétique. <u>2.3 Vecteur champ magnétique</u> Le champ magnétique est caractérisé en tout point de l'espace par le vecteur champ magnétique noté $\vec{B}$ dont les caractéristiques sont : * Direction : axe de l'aiguille aimantée. * Sens : du pôle sud vers le pôle nord de l'aiguille. * Intensité ou valeur : B en tesla (T).
--	--	--	---

Développement (suite	Expérimentation Travail de groupe			3. <u>LES SPECTRES MAGNETIQUES</u> : 3.1. <u>Spectre et lignes de champ</u> : a) <u>Spectre magnétique</u> : On appelle spectre magnétique ou spectre de champ, l'ensemble des lignes de champ. b) <u>Lignes de champ</u> : On appelle ligne de champ magnétique, une ligne tangente en chacun de ses points au vecteur champ magnétique. Les lignes de champ sont orientées dans le sens du vecteur champ magnétique. 3.2. <u>Lignes de champ d'un aimant droit</u> : Les lignes de champ sortent par le pôle nord et entrent par le pôle sud. 3.3. <u>Lignes de champ d'un aimant en U</u> : Entre les pôles, les lignes de champ sont parallèles : <u>le champ magnétique entre les pôles est uniforme.</u>
--	---	--	--	--

Développement
(suite)

Questions

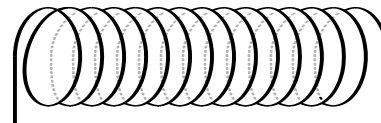
3.4. Lignes de champ d'un solénoïde :

Un solénoïde est une bobine dont la longueur est au moins supérieure à dix fois son rayon : $L \geq 10 R$.

- A l'extérieur du solénoïde, le spectre est semblable à celui d'un aimant droit.
- A l'intérieur, les lignes de champ sont des droites parallèles entre elles et à l'axe du solénoïde:

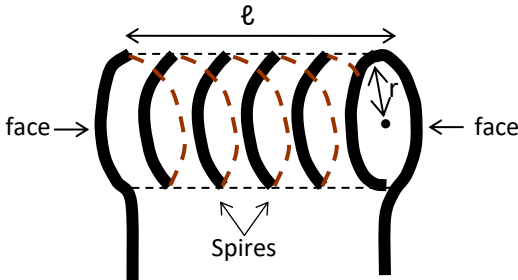
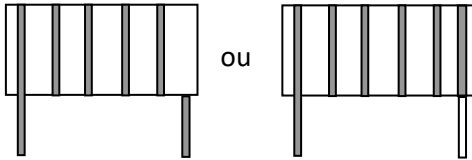
le champ **magnétique y est uniforme**.

- **Une bobine** est constituée par un enroulement régulier de fil électrique sur un support cylindrique.
- Un tour de fil sur le support est **une spire** de la bobine.
- **Les bases** du support cylindrique sont les faces de la bobine.



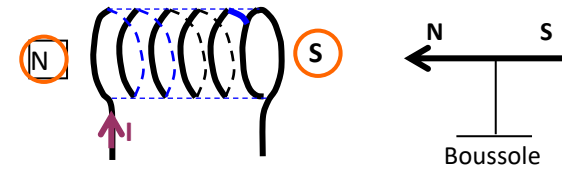
Remarque : Le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est donné par la règle de la main droite, la règle du bonhomme d'Ampère ou celle du tire-bouchon de Maxwell.

- **Règle de l'observateur d'Ampère :** Le sens du vecteur $\vec{B}$ est tel qu'un observateur, placé le long du fil de façon que le courant lui entre par les pieds et lui sorte par la tête, voit le vecteur $\vec{B}$ orienté vers sa gauche.

Développement (suite)	/réponses			• Règle de la main droite : La main droite entourant le fil de façon que les autres doigts indiquent le sens du courant, le sens du vecteur est donné par l'orientation du pouce tendu. • Règle du tire-bouchon de Maxwell : Le sens du vecteur $\vec{B}$ est celui dans lequel il faut faire tourner un tire-bouchon pour qu'il progresse dans le sens du courant. 4 – LES SOLENOÏDES : 4.1 – Présentation : Une bobine est un enroulement de fil électrique caractérisée par : - Une longueur ℓ, - Un nombre de spire N, - Le rayon r des spires. Une bobine est longue si $\ell \geq 10 \times r$. Un solénoïde est une bobine longue.  Un solénoïde :  Représentations d'un solénoïde : 4.2 – Les faces d'une bobine : Une bobine parcourue par un courant électrique se comporte comme un aimant. Elle possède deux faces : Une face NORD et une face SUD.
----------------------------------	------------------	--	--	--

Développement
(suite)

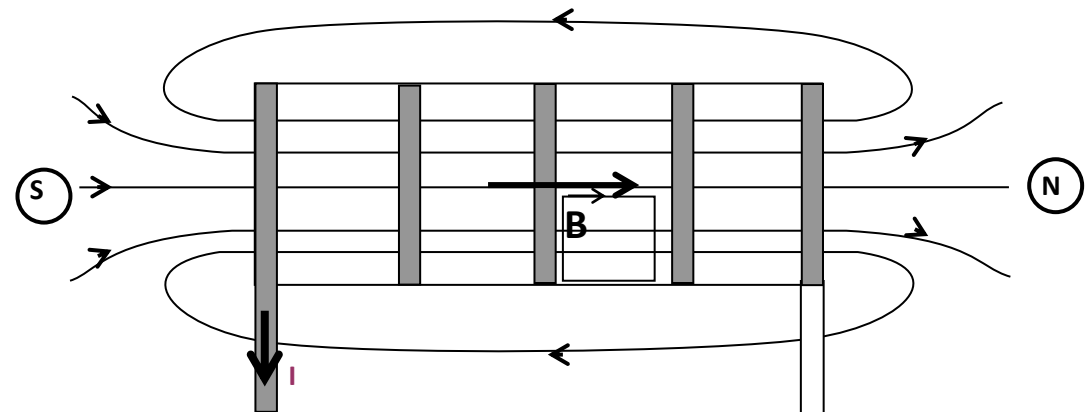
Travail individuel



Pour retrouver les noms des faces, on peut utiliser la règle de la main droite :

- On tient la bobine dans la paume,
- Les doigts sont dans le sens du courant,

4.3 – Le spectre magnétique :



Le champ magnétique est uniforme à l'intérieur de la bobine.

Il a pour caractéristiques :

- Direction : parallèle à l'axe de la bobine,
- Sens : Dirigé de la face sud vers la face nord,
- valeur :

$$B = \mu_0 \times (N/\ell) \times I = \mu_0 \times n \times I$$

Avec:

μ_0 : la perméabilité du vide. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI.

N : le nombre de spires.

ℓ (m) : la longueur de la bobine.

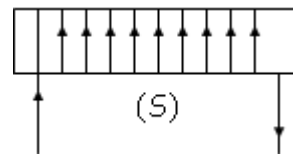
n (m^{-1}) : le nombre de spires par unité de longueur

I (A) : intensité du courant électrique.

Activité d'application

(S) est un solénoïde long comportant $n = 500$ spires par mètre, parcouru par un courant d'intensité $I = 4$ A.

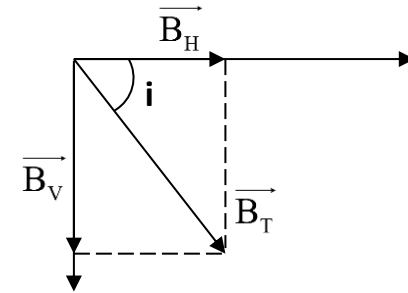
1. Donner deux caractéristiques du champ magnétique créé par le solénoïde (S).
2. Représenter le champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur de la bobine (direction et sens).
3. Donner l'expression de l'intensité du champ magnétique.
4. Calculer la valeur de B. On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI.



REMARQUE : Champ magnétique terrestre

La terre est assimilable à un aimant droit dont la direction Sud-Nord magnétique fait avec la direction Sud-Nord géographique un angle θ appelé **déclinaison magnétique**.

EVALUATION



l'angle i que fait le champ magnétique terrestre $\vec{B}_T$ avec sa composante horizontale $\vec{B}_H$ s'appelle l'**inclinaison**.

Remarque :

- En l'absence de toute source magnétique ou de tout courant électrique, une aiguille aimantée s'oriente toujours suivant la composante horizontale du champ magnétique terrestre $\vec{B}_H$.
- Le champ magnétique terrestre se superpose toujours aux champs magnétiques créés par les autres sources.

Situation d'évaluation :

Un groupe d'élèves d'une classe de Tle D du Collège IGES de Yopougon veulent utiliser un solénoïde. Ils se proposent de déterminer le nombre de spires qui n'est malheureusement pas indiqué. Pour ce faire, ils mesurent la valeur du champ magnétique B à l'intérieur du solénoïde en faisant varier l'intensité du courant I qui le traverse.

1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental
2. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant

$I(A)$	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
$B(mT)$	0	0,63	0,94	1,25	1,55	1,89	2,15	2,48	2,80

EVALUATION

				2.1. Tracer la courbe $B = f(I)$ Echelle : 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5 A et 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5 m T 2.2. Déduire de la courbe que B est proportionnel à I et déterminer le coefficient de proportionnalité k (en unité SI). 3. Donne l'expression de B en fonction de la longueur du sol�no�ide ℓ, du nombre de spires N, de l'intensité du courant I et de la perméabilité du vide μ_0. 4. Détermine le nombre de spires N. Données : $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$ (unité SI) ; $\ell = 40$ cm ; section de base $S = 20$ cm²
--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: ÉLECTROMAGNÉTISME

TITRE DE LEÇON : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME

Durée : (6 h)

HABILETÉS	CONTENU
Définir	la force de Lorentz.
Connaître	- l'expression de la force de Lorentz. - les règles d'orientation de la force de Lorentz.
Représenter	la force de Lorentz $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$.
Déterminer	les caractéristiques de la force de Lorentz.
Déterminer	la nature du mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme (cas particulier où $\vec{B} \perp \vec{v}$).
Connaître	l'expression du rayon de la trajectoire d'une particule chargée en mouvement dans un champ magnétique. uniforme. $R = \frac{mv}{ q B}$.
Utiliser	la relation $R = \frac{mv}{ q B}$.
Déterminer	la déflexion magnétique.
Analyser	le mouvement d'une particule chargée dans : - un spectromètre de masse ; - un cyclotron ; - un filtre de Wien ou filtre de vitesses.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Des élèves en classe de Terminale D d'un Lycée de Yopougon ont assisté à un documentaire diffusé par la chaîne de télévision RTI2. Ce documentaire explique la déviation d'un faisceau d'électrons dans un champ magnétique et l'intérêt de ce type de déviation dans les tubes récepteurs de télévision.

Soucieux d'approfondir les explications données dans le documentaire, ces élèves et leurs camarades de classe font des recherches pour définir la force de Lorentz, déterminer ses caractéristiques et analyser le mouvement d'une particule chargée dans un spectromètre de masse, dans un cyclotron et dans un filtre de vitesses.

<u>Matériel par poste de travail</u> - Tube à déflexion (Jeulin) ou tubes de Crookes - Alimentation stabilisée - Voltmètre - Ampèremètre - Aiguille aimantée - Bobines de Helmholtz	<u>Supports didactiques</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

1 – LA FORCE DE LORENTZ :

1.1 – Définition

1.2 – Les caractéristiques de la force :

2 – ETUDE EXPERIMENTALE :

2.1 – Dispositif expérimental

2.2 – Observations et interprétations :

3 – ETUDE THEORIQUE

3.1- Etude dynamique

3.2 - Trajectoire plane

3.3 – Mouvement circulaire et uniforme

4 – APPLICATIONS :

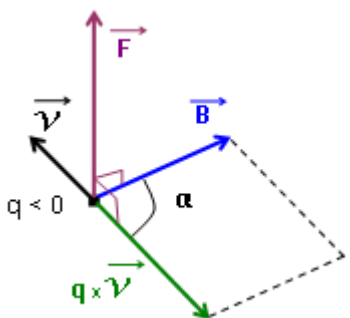
4.1 Déflexion magnétique

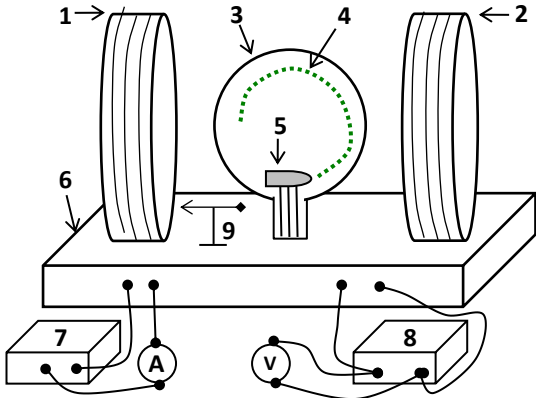
4.2 Le spectromètre de masse

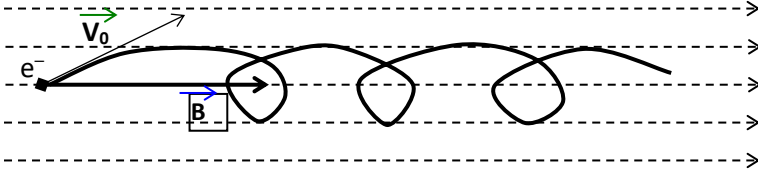
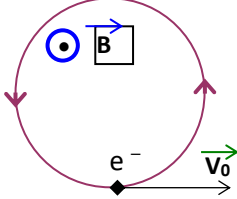
4.3. Le sélecteur de vitesse

4.4. Accélérateurs de particules :

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis ▪ Champ magnétique uniforme ▪ Théorème de CI	Les élèves répondent aux questions	MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME
Développement	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1 – <u>LA FORCE DE LORENTZ</u> : 1.1 – <u>Définition</u> : Dans un champ magnétique ($\vec{B}$), une particule de charge électrique (q), animée d'une vitesse ($\vec{v}$), subie la force magnétique de Lorentz défini par : $\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$ 1.2 – <u>Les caractéristiques de la force</u> : - <u>Point d'application</u> : sur la particule, - <u>Direction</u> : la perpendiculaire au plan ($q \cdot \vec{v}$, $\vec{B}$), - <u>Sens</u> : est tel que le trièdre ($q \cdot \vec{v}$, $\vec{B}$, $\vec{F}$) est direct, il est donné par l'une des règles suivantes : - la règle des trois doigts de la main droite - la règle de la main droite : • Le pouce donne le sens de $\vec{F}$ • Les quatre doigts donnent le sens de $q\vec{v}$ • La paume donne le sens de $\vec{B}$

Développement (suite)	Travail de groupe Travail individuel			- <u>Valeur</u> : $F = q \times V \times B \times \sin(\vec{v}, \vec{B})$ Avec F en Newton (N), V en mètre par seconde ($m.s^{-1}$) et B en Tesla (T). Remarque : ☉ vecteur dirigé vers l'avant du plan (vecteur sortant) ⊗ vecteur dirigé vers l'arrière du plan (vecteur entrant)  On retrouve la direction et le sens de $\vec{F}$ par la règle des trois doigts de la main droite : - L'index est placé suivant la direction et le sens de $q \cdot \vec{v}$, - Le majeur est placé suivant la direction et le sens de $\vec{B}$, - Le pouce tendu donne la direction et le sens de $\vec{F}$. NB : On a toujours $B \perp V \Rightarrow$ la puissance $\mathcal{P}_{(F)} = \vec{F} \cdot \vec{V} = F \times V \times \cos(\vec{F}, \vec{V}) = F \times V \times \cos(\pi/2) = 0$ Or $\mathcal{P}_{(F)} = \frac{W_{\vec{F}}}{t} \Rightarrow W_F = 0$. La force de Lorentz ne travaille pas 2 – ETUDE EXPERIMENTALE : 2.1 – <u>Dispositif expérimental</u>
--------------------------	--	--	--	---

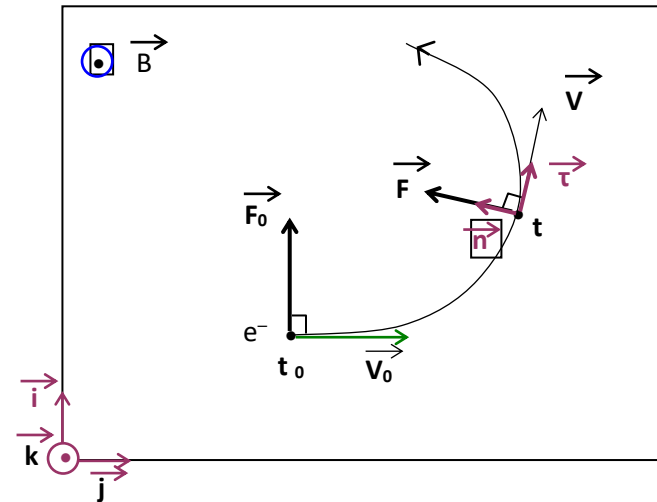
Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			 1 et 2 : Bobines d'Helmholtz. Entre les bobines le champ magnétique est uniforme. 3 : Ampoule contenant un gaz fluorescent. Elle est mobile pour permettre de changer la direction de la vitesse de sortie des électrons. 4 : Trace des électrons. 5 : Canon à électrons. 6 : Boîte de circuits électriques. 7 : Générateur stabilisé pour alimenter les bobines. 8 : Générateur THT (0 – 700V) pour alimenter le canon à électrons. 9 : Aiguille aimantée pour indiquer la direction et le sens du champ magnétique. 2.2 – <u>Observations et interprétations</u> : <u>V_0 colinéaire à B</u> : La particule n'est pas déviée. $\alpha = (V_0 , B) = 0 \text{ ou } \pi \text{ rad} \Rightarrow \sin(\alpha) = 0 \Rightarrow$ $F = q \times V \times B \times \sin(\alpha) = 0$
----------------------------------	---	--	--	---

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			La particule ne subit aucune force ($F = 0$, Poids négligé). Etant isolée dans un référentiel galiléen, elle a un mouvement rectiligne uniforme. <u>V_0 fait un angle quelconque avec B : $\alpha \notin \{0, \pm \pi, \pm \pi/2\}$</u> La particule a un mouvement hélicoïdal.  <u>V_0 est perpendiculaire à B : $\alpha = \pi/2$ rad</u> La particule a un mouvement circulaire uniforme situé dans le plan $\perp$ à B.  <u>APPLICATION 2 :</u> Des électrons pénètrent dans un champ magnétique $\vec{B} \perp \vec{V}_0$. 1-Représenter sur un schéma, $\vec{V}_0$, $\vec{B}$ et $\vec{F}$. 2-Calculer la norme de $\vec{F}$ pour $V_0 = 2.10^5 \text{ m.s}^{-1}$ et $B = 0,2 \text{ T}$. 3-Comparer F et P. Conclure. On prendra $m_e = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$ et $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. 4-Répondre aux mêmes questions si la particule est un ion Al^{3+} de masse $m = 45,05.10^{-27} \text{ kg}$
----------------------------------	---	--	--	--

Développement
(suite)

3 – ETUDE THEORIQUE : Cas ou $\vec{V}_0 \perp \vec{B}$; $\alpha = \pi/2$ rad

Soit une particule de charge q et de vitesse $\vec{V}_0$ qui entre dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.



A t_0 : La particule a une vitesse $\vec{v}_0$ et subie la force $\vec{F}_0 = q \cdot \vec{v}_0 \wedge \vec{B}$ avec $F_0 = |q| \cdot v_0 \cdot B$.

A $t \neq 0$ s : La particule a une vitesse $\vec{v}$ et subie la force $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$ avec $F = |q| \cdot v \cdot B$.

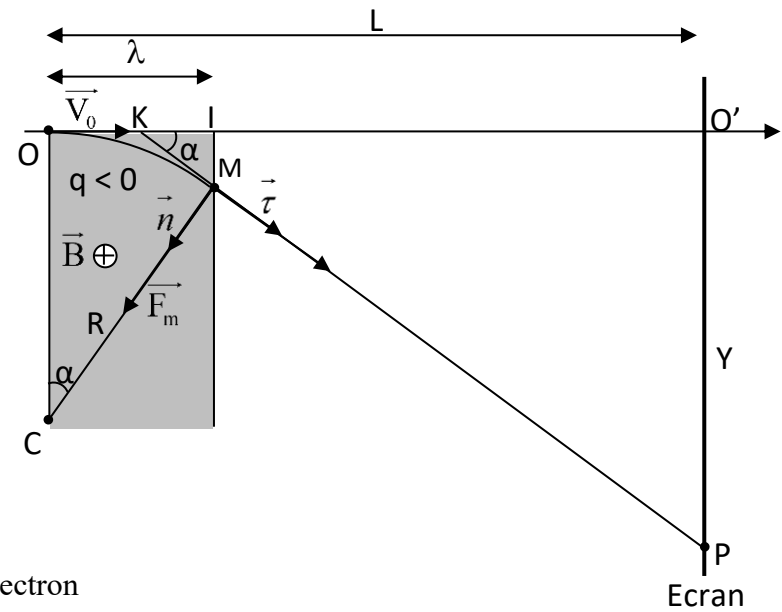
3.1- Etude dynamique :

- * Système : Particule de charge $q = -e$ et de masse m .
- * Référentiel : Terrestre supposé Galiléen.

Développement (suite)	Expérimentation			* <u>Bilan des forces extérieures</u> : - La force de Lorentz $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$ - Le poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ négligé. * <u>Théorème du CI</u> : $\sum \vec{F}_{\text{EXT}} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \boxed{\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}} \quad (1)$ $\Rightarrow \boxed{\vec{a} = \frac{1}{m} (q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B})}$ 3.2 - <u>Trajectoire plane</u> : * D'après le schéma $\vec{B} \parallel \vec{k}$; D'après (1) $\vec{a} \parallel \vec{F}$; $\vec{F} \perp \vec{B}$ (toujours) $\Rightarrow \vec{a} \perp \vec{k}$ $\Rightarrow$ La composante de $\vec{a}$ sur $\vec{k}$ est nulle : $a_z = 0$ * $a_z = 0$ = cite $\Rightarrow$ Le vecteur position a pour composante sur $\vec{k}$: $Z(t) = \frac{1}{2} \cdot a_z \cdot t^2 + V_{z0} \cdot t + Z_0$ Or à t_0, $\vec{v}_0$ et OM_0 sont dans le plan $\perp$ à $\vec{k} \Rightarrow V_{z0} = 0$ et $Z_0 = 0$ Par conséquent $Z(t) = 0$. Le mouvement se fait dans le plan $(0, \vec{i}, \vec{j})$. La trajectoire de la particule est plane et située dans le plan $\perp$ à B. 3.3 – <u>Mouvement circulaire et uniforme</u> :
	Travail de groupe			
	Travail individuel			

Développement (suite)				Dans la base de Freinet $(\vec{\tau}, \vec{n})$: $\vec{F} \begin{cases} F_{\tau} = 0 \\ F_n = F = q \cdot V \cdot B \end{cases}$ $\vec{a} \begin{cases} a_{\tau} = \frac{dV}{dt} \\ a_n = \frac{V^2}{\rho} \end{cases}$ Avec ρ le rayon de courbure de la trajectoire à l'instant (t). <u>Projection de (1) sur $\vec{\tau}$:</u> $a_{\tau} = \frac{F_{\tau}}{m} \Rightarrow \frac{dV}{dt} = \frac{0}{m} = 0 \Rightarrow V = \text{Cte.}$ Le mouvement est uniforme de vitesse $V = \text{Cte} = V_0$. <u>Projection de (1) sur $\vec{n}$:</u> $a_n = \frac{F_n}{m} \Rightarrow \frac{V^2}{\rho} = \frac{F}{m} \Rightarrow \frac{V^2}{\rho} = \frac{ q \cdot V \cdot B}{m} \Rightarrow \rho = \frac{m \cdot V}{ q \cdot B}$ m, V, q, B sont des constantes $\Rightarrow \rho$ est une constante. Le mouvement est circulaire de rayon $R = \frac{m \cdot V_0}{ q \cdot B}$ <u>Remarques :</u> * On peut montrer que le mouvement est uniforme en utilisant le théorème de l'Ec : $\Delta E_{c_{t_0 \text{ à } t}} = E_{c_t} - E_{c_{t_0}} = W_{t_0 \text{ à } t}^{\vec{F}} = 0 \Rightarrow E_{c_t} = E_{c_{t_0}} \Rightarrow \frac{1}{2} m \cdot V^2 = \frac{1}{2} m \cdot V_0^2$ $\Rightarrow V = V_0$ * La vitesse est constante $\Rightarrow F = q \cdot V \cdot B = q \cdot V_0 \cdot B = F_0 = \text{Cte.}$
--------------------------	--	--	--	---

	Travail de groupe			La force de Lorentz est constante au cours du mouvement. * Le mouvement est circulaire uniforme de : - Vitesse angulaire $V = R\omega \Rightarrow \omega = \frac{V}{R} = \frac{ q B}{m}$ - Période de rotation $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{ q B}$ - Fréquence $N = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{ q B}{2\pi m}$ 4 – APPLICATIONS : 1 – <u>Déflexion magnétique</u> : 2 – <u>Spectrographe de masse</u> : 3 – <u>Filtre de Wien</u> : 4 – <u>Cyclotron</u> : <u>4.1 Déflexion magnétique</u>
--	-------------------	--	--	--



Soit un électron
pénétrant en O
dans un champ
magnétique $\vec{B}$
avec une vitesse
 $\vec{V}_0$.

Dans la région
où règne le
champ $\vec{B}$, il
décrit un arc de

*

cercle OM .

Après le point

M, l'électron

n'est soumis à

aucune force et

décrit un

mouvement

rectiligne

uniforme.

$$\text{On a : } \alpha = \frac{OM}{R}$$

Si la déviation angulaire α est faible, M se rapproche de I :

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\ell}{R} = \frac{\ell}{\frac{mV_0}{|q|B}} \quad \text{soit : } \alpha = \frac{|q|\ell B}{mV_0}$$

La déflexion magnétique est la distance $Y = O'P$:

$$\tan \alpha = \frac{Y}{L} \Rightarrow Y = L \tan \alpha \quad \text{car}$$

$$\text{or } \alpha \text{ faible} \Rightarrow \tan \alpha = \alpha \quad \text{d'où} \quad Y = L\alpha$$

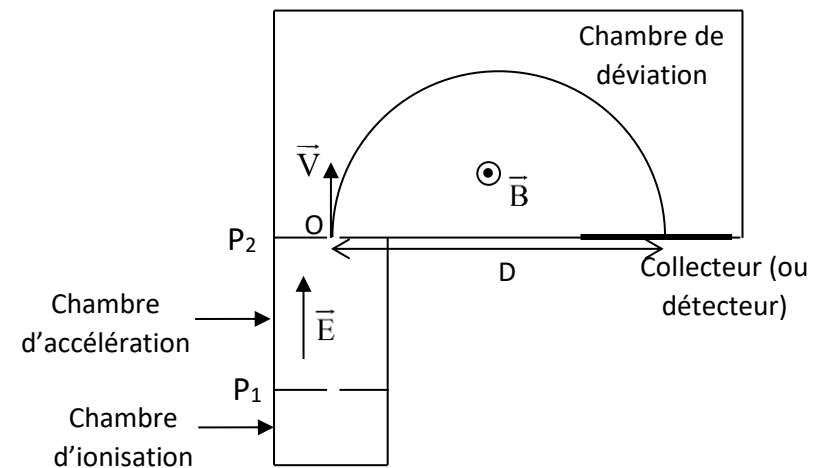
$$\Rightarrow Y = \frac{|q| \ell B L}{m V_0}$$

La déflexion magnétique est proportionnelle à B, donc à l'intensité du courant dans les bobines.

4.2 Le spectromètre de masse

C'est un appareil qui permet de séparer des isotopes d'un élément.

Une particule chargée (issue d'une chambre d'ionisation) est accélérée dans une chambre d'accélération (champ $\vec{E}$) puis pénètre dans champ magnétique $\vec{B}$ (chambre de déviation) où elle décrit un demi-cercle de diamètre D.



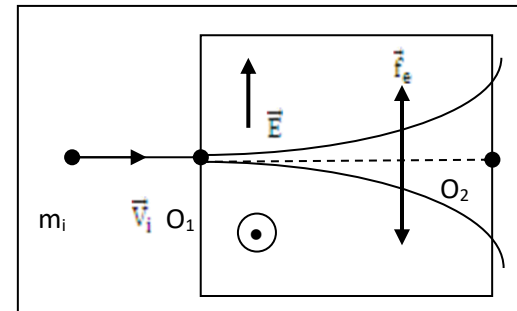
				Considérons une particule chargée (positivement) provenant de la chambre d'ionisation on a : <u>Entre P₁ et P₂ (chambre d'accélération)</u> Le T.E.C. donne : $\Delta E_c = W(\vec{F}_e) = q U$ car $\vec{P} \parallel \vec{F}_e$ soit : $\frac{1}{2}mV^2 - 0 = q U \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2 q U}{m}}$ <u>Dans la chambre de déviation</u> La trajectoire circulaire décrite par la particule a pour rayon : $R = \frac{mV}{ q B} = \frac{m}{ q B} \sqrt{\frac{2 q U}{m}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{ q }}$ <u>Remarque :</u> Pour un mélange de deux isotopes de masses respectives m₁ et m₂, les rayons des trajectoires décrites sont respectivement : $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2m_1U}{ q }} \quad \text{et} \quad R_2 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2m_2U}{ q }}$ On obtient : $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$
--	--	--	--	---

Si $m_1 < m_2$ alors $R_1 < R_2$: La particule qui a la plus grande masse a la trajectoire de plus grand rayon.

4.3 . Le sélecteur de vitesse :

Supposons qu'un faisceau soit composé de particules de même charge mais ayant des vitesses différentes. Il s'agit de séparer des autres celles dont la vitesse est V_0 . Le faisceau est envoyé dans une région où règnent à la fois

Un champ électrostatique $\vec{E}$ perpendiculaire au champ magnétique $\vec{B}$. Chaque particule est soumise à la force magnétique $\vec{f}_m = q\vec{V} \wedge \vec{B}$ et à la force électrostatique $\vec{f}_e = q\vec{E}$. Ces deux vecteurs sont colinéaires de sens contraires.



En réglant E et B de manière à avoir $V_0 B = E$, seules les particules de vitesse V_0 sont soumises à une résultante des forces nulles et se déplacent en ligne droite.

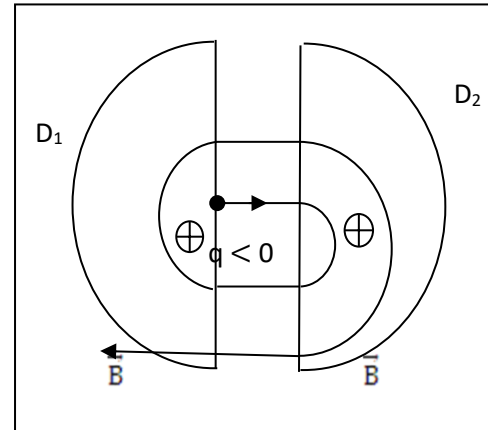
4.4. Accélérateurs de particules :

Les accélérateurs de particules combinent judicieusement l'effet d'un champ électrostatique (accélérateur) et celui d'un champ magnétique (déviateur), en vue de communiquer à des particules chargées les vitesses (donc les énergies) souhaitées tout en les contenant dans une région donnée.

a) Les accélérateurs linéaires d'électrons :

Ces accélérateurs permettent d'obtenir des électrons de grande énergie (jusqu'à quelques GeV).

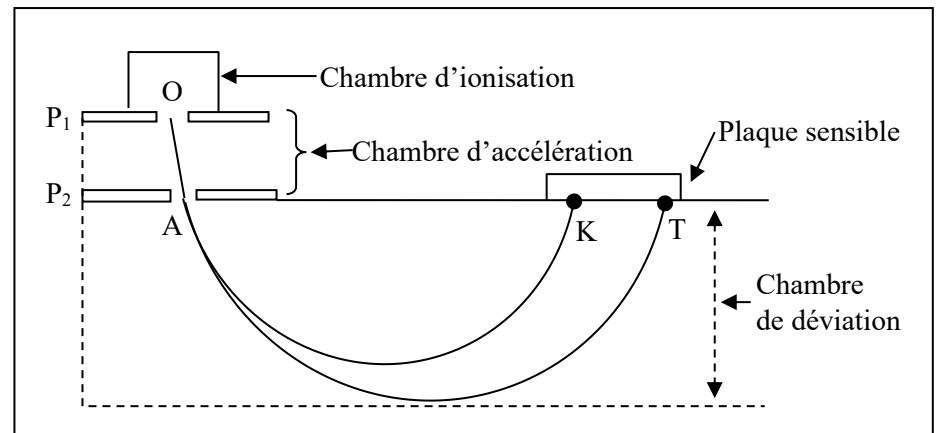
b. Les accélérateurs circulaires : les cyclotrons:



Le cyclotron est un accélérateur de particules. Il utilise à la fois un champ électrique (accélérateur) et un champ magnétique $\vec{B}$ (déviateur). Le dispositif comporte deux demi- cylindres appelés “D”, entre lesquels on établit un champ électrique alternatif.

A l'intérieur des “D”, existe un champ magnétique uniforme. Les particules sont accélérées à chaque passage entre les « D ».

				Situation d'évaluation Au laboratoire de physique d'un lycée de Yopougon, un groupe d'élèves d'une classe de T^{le}D observe l'uranium naturel, en mouvement dans le dispositif ci-dessous sous la supervision de leur professeur de physique - chimie .Le groupe fait pénétrer l'uranium naturel contenant essentiellement deux isotopes : l'uranium 235 et l'uranium 238. Il désire séparer les deux isotopes de l'uranium à l'aide d'un spectrographe de masse (voir figure). Les ions $^{235}_{\text{Z}}\text{U}^{+}$ de masse m_1 et $^{238}_{\text{Z}}\text{U}^{+}$ de masse m_2 produits dans une chambre d'ionisation sont introduits avec une vitesse initiale négligeable en O dans une chambre d'accélération entre deux plaques P_1 et P_2 soumises à une tension $U = V_{P_1} - V_{P_2}$. Ces ions sortent par la fente A. 1. 1.1. Représenter sur un schéma le sens du champ électrique $\vec{E}$ régnant entre les plaques P_1 et P_2 permettant l'accélération des ions. 1.2. Exprimer les vitesses V_1 et V_2 des ions $^{235}_{\text{Z}}\text{U}^{+}$ et $^{238}_{\text{Z}}\text{U}^{+}$ en fonction de q, U et leurs masses respectives m_1 et m_2. En déduire une relation entre m_1, m_2, V_1 et V_2.
--	--	--	--	---



2. A la sortie en A de la chambre d'accélération, les ions pénètrent dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure.

2.1. Quel doit être le sens de $\vec{B}$ pour que les ions soient déviés vers la plaque sensible ?

2.2. Démontrer que les ions prennent dans le champ magnétique, un mouvement circulaire uniforme dans un plan qu'on précisera.

2.3. Déterminer les rayons de courbure R_1 et R_2 des trajectoires des ions en fonction de $U = V_{P_1} - V_{P_2}$, q , B et de la masse de l'ion correspondant.

2.4. Déterminer l'ion qui correspond à chacune des traces K et T sur la plaque sensible. Calculer la distance KT.

3. Le courant d'ions issu de la chambre d'ionisation a une intensité de $10 \mu A$. Sachant que l'uranium naturel contient en nombre d'atomes 0,7 % d'isotopes légers, calculer en mg, la masse de chaque isotope recueilli en 24 h.

				Données : ♦ $B = 10^{-3} \text{ T}$, $U = 4 \text{ kV}$ ♦ Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ♦ Unité de masse atomique : $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ♦ Masse de l'uranium 235 : $m_1 = 235 \text{ u}$ ♦ Masse de l'uranium 238 : $m_2 = 238 \text{ u}$.
--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D
THEME: ÉLECTROMAGNÉTISME
TITRE DE LEÇON : LOI DE LAPLACE
Durée : (4 h)

HABILETÉS	CONTENU
Énoncer	la loi de Laplace.
Connaître	- l'expression de la force de Laplace $\vec{F} = I \vec{\ell} \wedge \vec{B}$. - les règles d'orientation de la force électromagnétique.
Déterminer	les caractéristiques de la force de Laplace.
Représenter	la force de Laplace $\vec{F} = I \vec{\ell} \wedge \vec{B}$.
Utiliser	la loi de Laplace.
Analyser	quelques applications de la loi de Laplace : - balance de cotton ; - roue de Barlow.
Expliquer	le fonctionnement d'un haut-parleur.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Lors de la lecture d'une revue scientifique, un élève de la classe de Terminale D du Lycée Pierre Gadié 2 de Yopougon, apprend que lorsqu'une tige métallique parcourue par un courant électrique continu est plongée dans un champ magnétique, il s'exerce sur elle une force électromagnétique. L'élève partage cette information à ses camarades de classe. Voulant en savoir plus, ces élèves entreprennent de s'informer sur la force de Laplace, de déterminer ses caractéristiques et d'analyser quelques applications de la loi de Laplace.

<u>Matériel par poste de travail</u> - - Aimants droits - Aimants en U - Rails de Laplace - Conducteur rectiligne - Tige de Laplace - Alimentation 6V-5A - Rhéostat 8A - Balance de Cotton -	<u>Supports didactiques</u> ▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

1 – LOI DE LAPLACE :

1.1 – Expériences et observations.

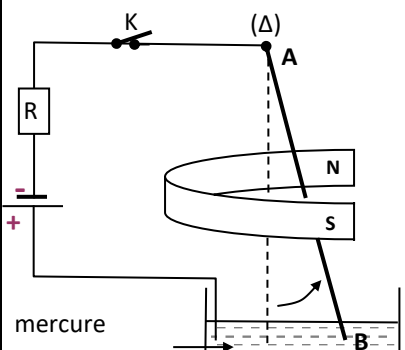
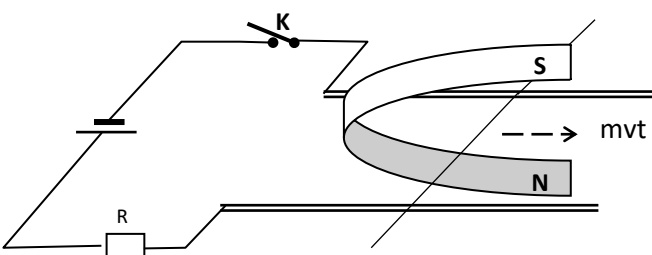
1.2 – Exploitation et conclusion

1.3 – Caractéristiques de la force de Laplace.

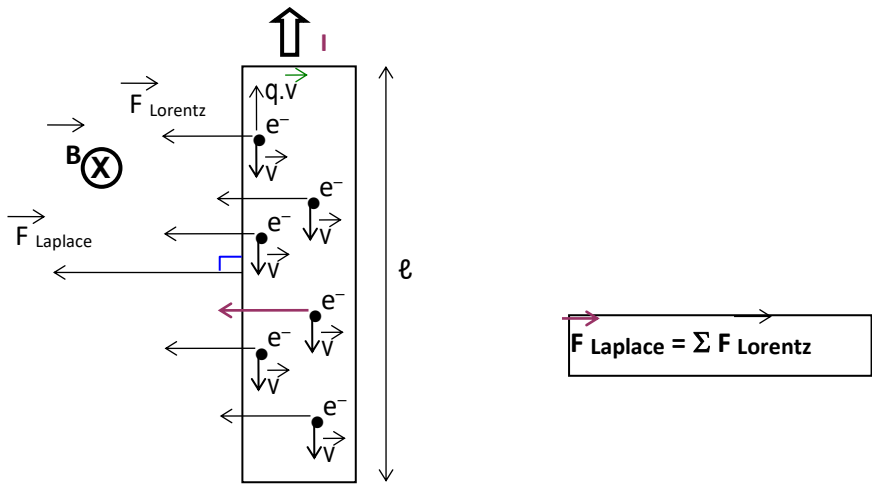
1.4 – Analogie entre force de Laplace et force de Lorentz.

2 – APPLICATION : Balance de Cotton.

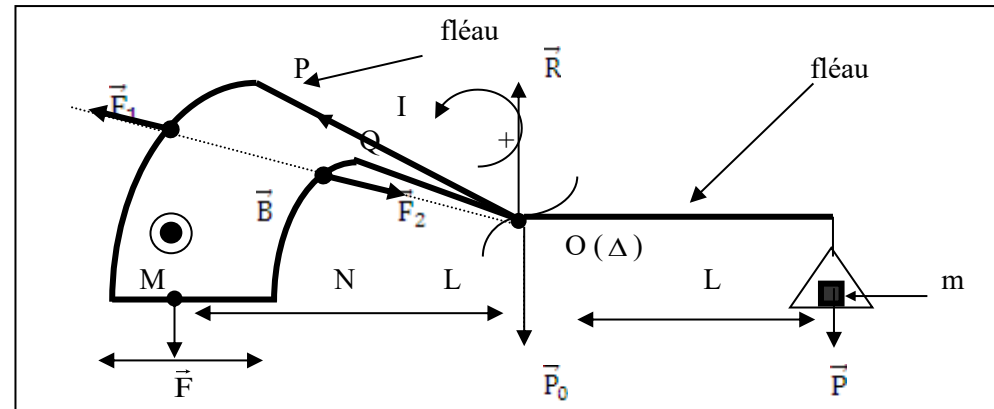
3- Application : roue de Barlow

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	LOI DE LAPLACE
Développement	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1 – LOI DE LAPLACE : 1.1 – Expériences et observations.  mercure Expérience de la tige de Laplace : Le sens de la déviation de la tige dépend du sens de (I) et du sens de B. 1.2 – Exploitation et conclusion  Expérience des rails de Laplace : Le sens du mvt de la barre dépend du sens de (I) et du sens de B.

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			Un conducteur rectiligne parcouru par un courant continu (I), placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ sur une longueur (ℓ), subit une force électromagnétique appelée Force de Laplace et défini par : $\vec{F}_L = I \times \vec{\ell} \wedge \vec{B}$ 1.3 – <u>Caractéristiques de la force de Laplace.</u> - <u>Point d'application</u> : Le milieu de la portion du conducteur située dans le champ magnétique, - <u>Direction</u> : la perpendiculaire au plan ($\vec{\ell}, \vec{B}$), ($\Rightarrow$ on a toujours $\vec{F}_L \perp \vec{\ell}$ et $\vec{F}_L \perp \vec{B}$) - <u>Sens</u> : est tel que le trièdre ($I \times \vec{\ell}, \vec{B}, \vec{F}_L$) est direct, - <u>Valeur</u> : $F_L = I \times \ell \times B \times \sin(\vec{\ell}, \vec{B})$ Avec F_L en Newton (N), I en ampère (A), ℓ en mètre (m) et B en Tesla (T). On retrouve la direction et le sens de $\vec{F}_L$ par la règle des trois doigts de la main droite : - L'index est placé suivant la direction et le sens de $I \times \vec{\ell}$, - Le majeur est placé suivant la direction et le sens de $\vec{B}$, - Le pouce tendu donne la direction et le sens de $\vec{F}_L$.
---	---	--	--	--

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			Exercice : n° 2 page 88 du livre AREX Terminale C et D. 1.4 – <u>Analogie entre force de Laplace et force de Lorentz.</u>  La force de Laplace est la somme des forces de Lorentz exercées sur les électrons en mouvement. 2 – <u>APPLICATION</u> : Balance de Cotton. Une balance de Cotton sert à mesurer l'intensité du champ magnétique.
----------------------------------	---	--	--	--

Développement
(suite)



• **Bilan des forces :**

- ❶ Le poids $\vec{P}_0$ de l'ensemble appliqué au centre O
- ❷ La réaction $\vec{R}$ de l'axe en O
- ❸ Le poids des masses marquées $\vec{P}$
- ❹ Les forces de Laplace $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ et $\vec{F}$ sur le cadre.

• **Théorème des moments:**

$$\Sigma \mathcal{M}_O = 0 \Rightarrow \mathcal{M}_O(\vec{P}) + \mathcal{M}_O(\vec{P}_0) + \mathcal{M}_O(\vec{R}) + \mathcal{M}_O(\vec{F}_1) + \mathcal{M}_O(\vec{F}_2) + \mathcal{M}_O(\vec{F}) = 0 \Rightarrow F.L - PL = 0 \Rightarrow F = \frac{P.L}{L}$$

$$I \ell B \text{ et } P = mg \Rightarrow$$

$$B = \frac{m.g}{I \ell}$$

Exercices : n° 4 et 5 page 88 ; n° 6 page 89 et

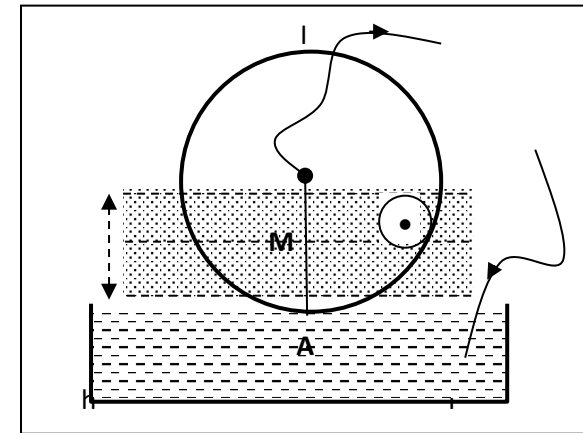
n° 11 page 90 du livre AREX Terminale C et D.

3- Application : roue de Barlow

**Développement
(suite)**

L'extrémité inférieure d'une roue de Barlow, parcourue par un courant d'intensité $I = 5 \text{ A}$, est placée dans l'entrefer d'un aimant en U créant un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ d'intensité $B = 0,2 \text{ T}$, horizontal, orthogonal au plan de la roue. La hauteur de l'entrefer est $h = 2 \text{ cm}$. Cette roue effectue 180 tours par minute et le milieu du segment soumis à l'action du champ magnétique est situé à la distance $OM = 15 \text{ cm}$ de l'axe de rotation.

1. Refaire la figure en indiquant, de manière précise, la direction et le sens de la force magnétique ainsi que le sens de rotation de la roue.
2. Calculer la valeur de l'intensité de la force magnétique qui fait tourner la roue.
3. Calculer le travail de cette force en un tour de roue.
4. Calculer la puissance mécanique du moteur ainsi constitué. On suppose que le courant est toujours localisé dans le rayon vertical.



Développement (suite				
---------------------------------	--	--	--	--

Développement (suite				
---------------------------------	--	--	--	--

	Travail individuel			
--	-----------------------	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D
THEME: ÉLECTROMAGNÉTISME
TITRE DE LEÇON : AUTO-INDUCTION
Durée : (4 h)

HABILETÉS	CONTENU
Définir	le flux propre.
Connaître	l'expression du flux propre $\phi_p = L i$.
Expliquer	le phénomène d'auto-induction.
Connaître	la loi de l'auto-induction.
Déterminer	l'inductance L d'un solénoïde.
Connaître	- l'expression de l'inductance L d'un solénoïde. - l'unité d'inductance.
Connaître	l'expression de : - la tension aux bornes d'une bobine ; - l'énergie magnétique emmagasinée dans une bobine..
Déterminer	- la force électromotrice d'auto-induction. - la tension aux bornes d'une bobine. - l'énergie électromagnétique emmagasinée dans une bobine.
Appliquer	la loi de l'auto-induction.

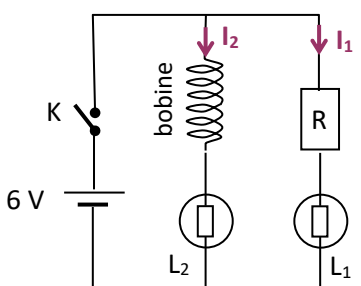
SITUATION D'APPRENTISSAGE

En regardant un documentaire sur la chaîne Discovery science, une élève en classe de T^{le} D du Collège IGES de Yopougon apprend que le retard mis par certaines lampes fluorescentes à s'allumer normalement est dû au phénomène d'auto-induction dans les bobines qu'elles contiennent.

Toute contente de cette nouvelle découverte, elle partage l'information avec ses camarades de classe. Ensemble, elles décident de s'informer sur le phénomène d'auto-induction, de déterminer la f-é-m d'auto-induction, la tension aux bornes d'une bobine, l'énergie emmagasinée dans une bobine et d'appliquer la loi de l'auto-induction.

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u>
- - Aimants droits - Aimants en U - Rails de Laplace - Conducteur rectiligne - Tige de Laplace - Alimentation 6V-5A - Rhéostat 8A - Balance de Cotton -	▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	AUTO-INDUCTION
Développement	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1– MISE EN EVIDENCE : 1.1 – <u>Expérience et observation</u> :  Lorsqu'on ferme K : - L_1 s'allume instantanément avec un éclat normal et fixe. - Le courant prend instantanément une valeur constante I_1. - On observe un retard à l'allumage de L_2. - L'éclat augmente progressivement avant de se stabiliser. - Le courant dans la branche augmente lentement avant de se stabiliser à I_2.

Développement (suite)

Expérimentation

Travail de
groupe

Travail
individuel

1. 2 – Visualisation à l'oscilloscope :

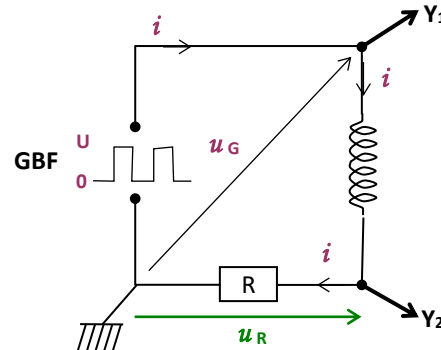
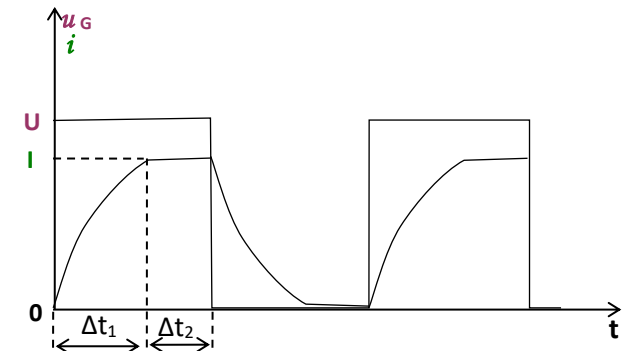


Schéma du montage :

Y₁ : Voie 1 de l'oscilloscope visualise la tension u_G
délivrée par le GBF.

Y₂ : Voie 2 de l'oscilloscope visualise la tension u_R



Oscillogrammes :

Δt₁ : Phase transitoire.

Δt₂ : Régime permanent

1.3 – Interprétation - Conclusion :

Au cours de l'établissement du courant dans la bobine, i passe de 0 à I .

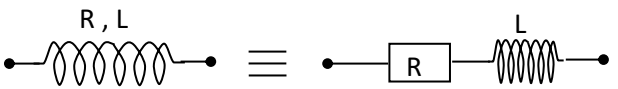
Cette variation du courant dans la bobine entraîne l'apparition d'un courant i_0 qui s'oppose à l'augmentation de i . La bobine se comporte comme un générateur de fém e qui crée le courant i_0 .

On appelle : i_0 **courant induit** et e **fém. d'auto-induction**

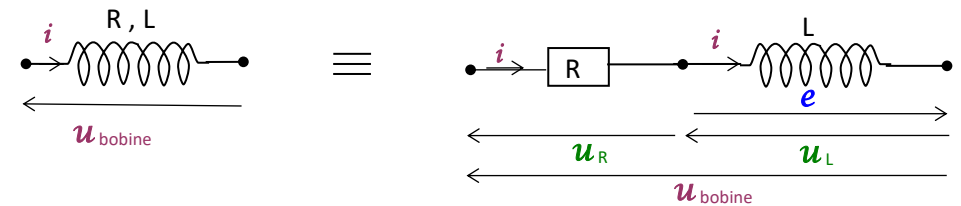
Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			2– <u>Fém D’AUTO - INDUCTION ET INDUCTANCE</u> : * La fém. (e) d’auto – induction : est donnée par la relation : $e = -L \frac{d(i)}{dt}$ e en Volt (V) L est une constante qui ne dépend que des caractéristiques de la bobine. * L et appelé coefficient d’auto – induction ou inductance de la bobine. Son expression est : L s’exprime en Henry (H) $L = \mu_0 * \frac{N^2 * S}{\ell}$ Avec: μ_0 : la perméabilité du vide. $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI. N : le nombre de spires de la bobine. ℓ (m) : la longueur de la bobine. 3– <u>TENSION AUX BORNES D’UNE BOBINE</u> : 3.1 – <u>Schéma équivalent</u> : Une bobine est caractérisée par deux grandeurs physiques ; - Sa résistance (R) due aux fils électriques,
---	---	--	--	---

Développement
(suite)

- Son inductance (L) due aux spires.

Elle a pour schéma équivalent : 

3.2 – Loi d'Ohm :



$$* u_R = R \times i \quad ; \quad u_L = -e = - \left(-L \frac{d(i)}{dt} \right) = L \frac{d(i)}{dt}$$

$$u_L = -e = L \left(\frac{di}{dt} \right)$$

$$* u_{\text{bobine}} = u_R + u_L = R \times i + L \frac{d(i)}{dt}$$

$$u_{\text{bobine}} = u_R + u_L = R i + L \frac{d(i)}{dt}$$

Remarque

Si $i = \text{Cte} \Rightarrow di / dt = 0 \Rightarrow u_L = 0 \Rightarrow u_{\text{bobine}} = u_R$

La bobine se comporte comme une résistance pure.

4 – ENERGIE DANS UNE BOBINE :

**Développement
(suite**

A chaque instant (t), l'énergie emmagasinée dans une bobine (énergie magnétique)
est donnée par la relation : $E = \frac{1}{2} L \times i^2$

Cette énergie ne peut être conservée. Lorsqu'on ouvre le circuit électrique,
elle est libérée sous forme d'éclair (Energie lumineuse et thermique).

Exercices : n° 5, 6, 7 page 106 n° 8, 9, 10 page 107 du livre AREX Terminale C et D.

Développement (suite				
--	--	--	--	--

Développement (suite				
---------------------------------	--	--	--	--

	Travail individuel			
--	-----------------------	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: ÉLECTRICITÉ

TITRE DE LEÇON : MONTAGES DÉRIVATEUR ET INTÉGRATEUR

Durée : 2 h

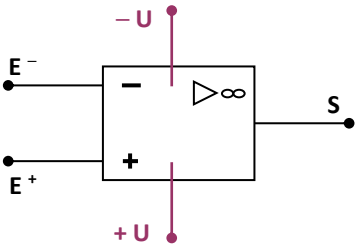
HABILETÉS	CONTENUS
Connaître	les caractéristiques d'un amplificateur opérationnel idéal.
Interpréter	les oscillogrammes: - du montage dérivateur ; - du montage intégrateur.
Établir	la relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie : - d'un montage dérivateur ; - d'un montage intégrateur.
Distinguer	un montage dérivateur d'un montage intégrateur.
Dégager	l'intérêt d'un montage : - dérivateur ; - intégrateur.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

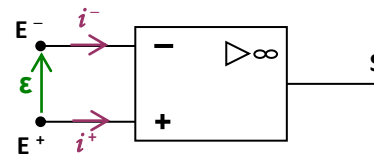
Au cours d'une conférence prononcée sur les TIC au foyer polyvalent du Lycée Moderne de Port-Bouet, les élèves de la Terminale D ont été édifiés sur le rôle joué par les TIC dans notre vie. Ils ont ainsi appris que l'A.O étudié en première dans un circuit est aussi capable de réaliser des opérations de dérivation et d'intégration. Afin de vérifier cette information, de retour en classe, ils se proposent de déterminer la relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie d'un montage dérivateur puis d'un montage intégrateur et de dégager l'intérêt de chacun de ces montages

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u>
- Panneau-de l'AO (CNMS) -Amplificateurs opérationnels (TL071 ou TL081 ou TL082 ou LM741) - Alimentation symétrique (+ou-15V) - Conducteurs ohmiques - Condensateurs - Ampèremètre - Voltmètre - GBF - Fils de connexion - Oscilloscopes bicourbes -Platine leybold - -Connexions	▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	MONTAGES DÉRIVATEUR ET INTÉGRATEUR
Développement	Questions/réponses	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	I – RAPPELS : 1 – Amplificateur opérationnel : (Ampli – Op ou AO) * L’AO est un circuit intégré qui présente généralement sous forme d’une puce à 08 pattes (bornes de connexion). * <u>Symbole et bornes principales :</u>  E^- : Entrée inverseuse E^+ : Entrée non inverseuse S : La sortie +U, -U : Les bornes d’alimentation Ex : +9V, -9V <u>Remarque</u> : On ne représente pas les bornes + U, -U sur les schémas. * Propriétés d’un AO idéal :

**Développement
(suite)**



$i^- = i^+ = 0$: Aucun courant n'entre dans l'AO.

$\epsilon = U_{E^+E^-} = 0$: E^- et E^+ sont au même potentiel.

NB : La tension de sortie u_s est toujours comprise entre $-V_{sat}$ et $+V_{sat}$.

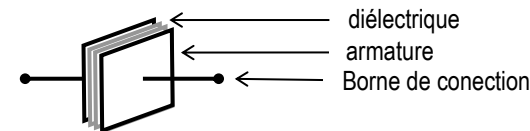
V_{sat} la tension de saturation. Elle est donnée par le constructeur.

En régime linéaire : $-V_{sat} < u_s < +V_{sat}$

En régime saturé : $u_s = \pm V_{sat}$

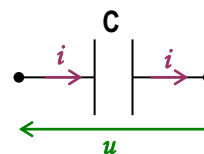
2 – Le condensateur :

* Un condensateur est un ensemble de deux plaques conductrices dont les surfaces en regard sont parallèles, très proches et séparées par un isolant appelé diélectrique.



* Un condensateur est caractérisé par sa capacité **C** exprimée en **Farad (F)**.

*** Symbole et loi d'Ohm :**



A chaque instant (t) :

- le condensateur porte la charge électrique **q** (en Coulomb **C**)

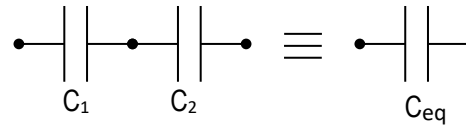
- $q = Cu$ et $i = dq / dt$.

*** Energie d'un condensateur :**

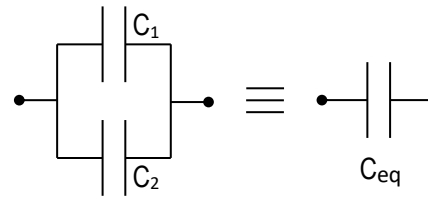
A chaque instant (t) : $E = \frac{1}{2} C u^2$ avec $q = Cu$ on a aussi : $E = \frac{1}{2} (q^2 / C)$, $E = \frac{1}{2} qu$

Développement
ent
(suite

*** Association de condensateurs :**



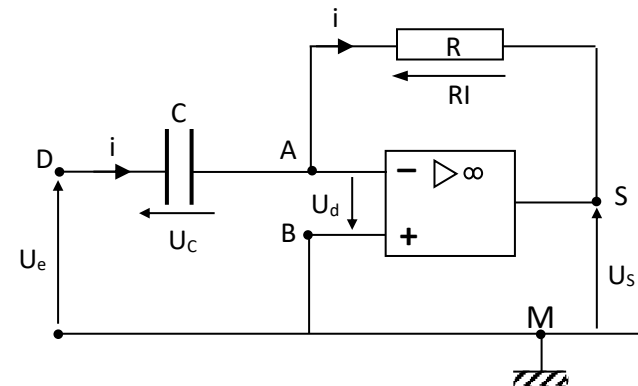
$$1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2$$



$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

I) Montage dérivateur

1° Dispositif expérimental



2° Relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie

* Considérons à l'entrée la maille MDABM :

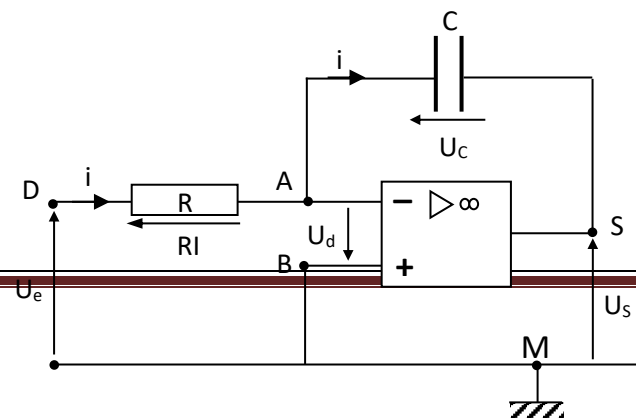
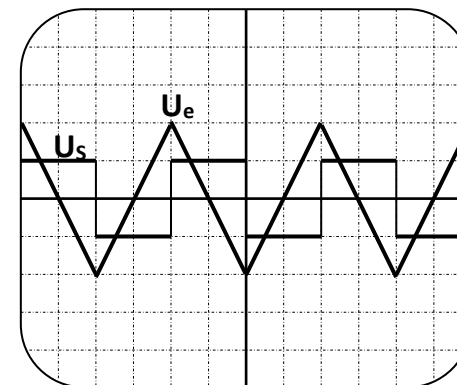
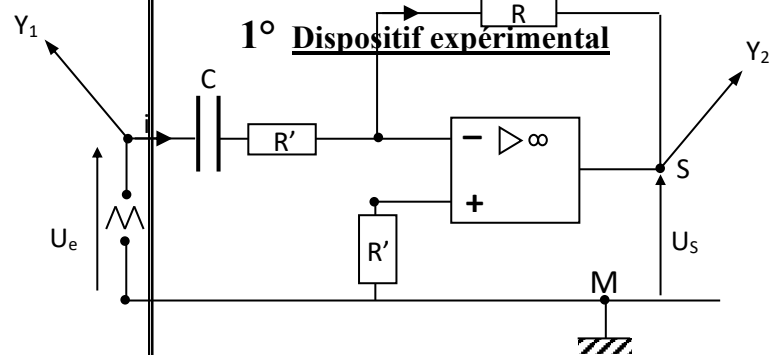
Développement ent (suite)	Démonstration Expérimentation		La loi des mailles $\Rightarrow U_{MD} + U_{DA} + U_{AB} + U_{BM} = 0$ $U_{MD} = -U_e ; U_{DA} = \frac{q_D}{C} ; U_{AB} = -U_d = 0 \text{ et } U_{BM} = 0$ $\Rightarrow -U_e + \frac{q_D}{C} = 0 \text{ soit } q_D = CU_e$ $i = \frac{dq_D}{dt} \Rightarrow i = C \frac{dU_e}{dt}$ La tension appliquée à l'entrée non inverseuse est fonction du temps. * Considérons à la sortie la maille MBASM: La loi des mailles $\Rightarrow U_{MB} + U_{BA} + U_{AS} + U_{SM} = 0$ $U_{MB} = 0 ; U_{BA} = 0 ; U_{AS} = Ri = 0 \text{ et } U_{SM} = U_s$ $\Rightarrow Ri + U_s = 0 \text{ soit } U_s = -Ri$ $\text{Or } i = C \frac{dU_e}{dt} \Rightarrow \boxed{U_s = -RC \frac{dU_e}{dt}}$ La tension de sortie U_s est proportionnelle à la dérivée de la tension d'entrée U_e. 3° <u>Cas pratique : visualisation des tensions U_e et U_s à l'oscilloscope</u> La relation ci-dessus est établie dans le cas d'un AOP idéal. Dans la pratique, on modifie le montage en plaçant un conducteur ohmique à chacune des entrées de l'AOP. On atténue ainsi les effets dus aux imperfections de l'AOP réel. Si la tension d'entrée U_e est un signal triangulaire, la tension de sortie U_s est un signal carré.
---	---	--	--

Développement
ent
(suite

Démonstration

II) Montage intégrateur

1° Dispositif expérimental



Développement (suite)	Expérimentation			2° Relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie * Considérons à l'entrée la maille MDABM : La loi des mailles $\Rightarrow U_{MD} + U_{DA} + U_{AB} + U_{BM} = 0$ $U_{MD} = -U_e$; $U_{DA} = Ri$; $U_{AB} = -U_d = 0$ et $U_{BM} = 0$ $\Rightarrow -U_e + Ri = 0$ soit $i = \frac{U_e}{R}$ * Considérons la maille MBASM à la sortie : La loi des mailles $\Rightarrow U_{MB} + U_{BA} + U_{AS} + U_{SM} = 0$ $U_{MB} = 0$; $U_{BA} = 0$; $U_{AS} = \frac{q_A}{C} = 0$ et $U_{SM} = U_s$ $\Rightarrow \frac{q_A}{C} + U_s = 0$ soit $U_s = -\frac{q_A}{C}$ $\frac{dU_s}{dt} = -\frac{1}{C} \frac{dq_A}{dt}$ Or $i = \frac{dq_A}{dt} = \frac{U_e}{R}$ $\Rightarrow \frac{dU_s}{dt} = -\frac{1}{RC} U_e$ soit $U_s = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_e dt$
----------------------------------	------------------------	--	--	---

Développement
ent
(suite)

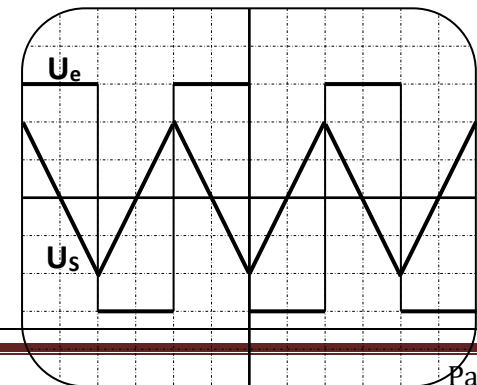
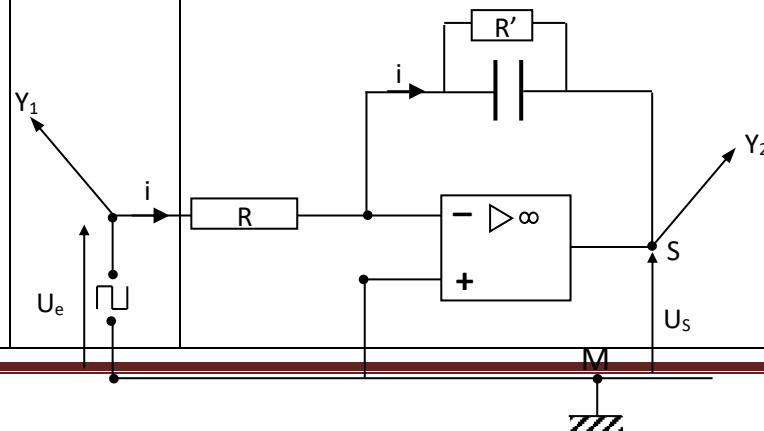
Travail
individuel

La dérivée de la tension de sortie U_S est proportionnelle à la tension d'entrée U_e ou la tension de sortie U_S est proportionnelle à une primitive de la tension d'entrée U_e .

3° Cas pratique : visualisation des tensions U_e et U_S à l'oscilloscope

Dans la pratique, pour atténuer les effets conjugués des imperfections du signal d'entrée et de l'AOP, on place un conducteur ohmique de grande résistance en parallèle avec le condensateur.

La réponse à une tension d'entrée U_e rectangulaire est une tension de sortie U_S triangulaire.



--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATI ON				
------------------------	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: ÉLECTRICITÉ

TITRE DE LEÇON : OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES LIBRES DANS UN CIRCUIT LC

Durée : 6 h

HABILETÉS	CONTENUS
Définir	un oscillateur électrique.
Interpréter	la charge et la décharge d'un condensateur.
Établir	l'équation différentielle d'un oscillateur électrique LC.
Connaitre	une solution de l'équation différentielle.
Connaitre	les caractéristiques des oscillations d'un oscillateur électrique LC : - la pulsation propre ; - la période propre ; - la fréquence propre ; - l'amplitude ; - la phase à l'origine des dates.
Utiliser	- la pulsation propre. - la période propre. - la fréquence propre. - l'amplitude. - la phase à l'origine des dates.
Déterminer	l'énergie emmagasinée dans un circuit LC.
Montrer	la conservation de l'énergie totale du circuit LC.
Établir	l'analogie oscillateur mécanique-oscillateur électrique.
Expliquer	l'influence de la résistance interne de la bobine sur les oscillations électriques.
Analyser	un montage à "résistance négative".
Expliquer	l'entretien des oscillations avec un circuit intégré linéaire.

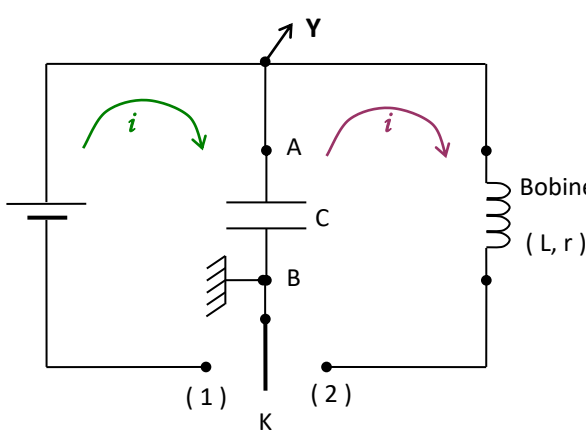
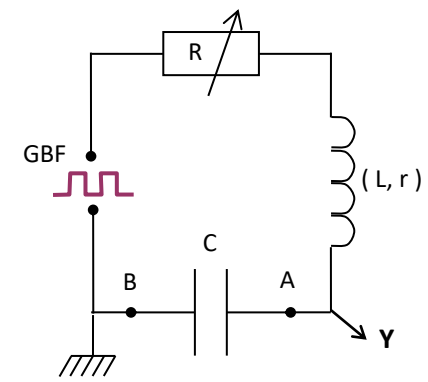
SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours d'une journée carrière au lycée Moderne d'ABOISSO, les élèves de la Tle C₂ s'entretiennent avec un électronicien. Ce dernier leur apprend qu'il est possible à l'aide d'une bobine et d'un condensateur de réaliser des oscillations électriques libres. Les élèves sont perplexes car jusqu'à présent ils ne connaissent que des oscillations mécaniques libres.

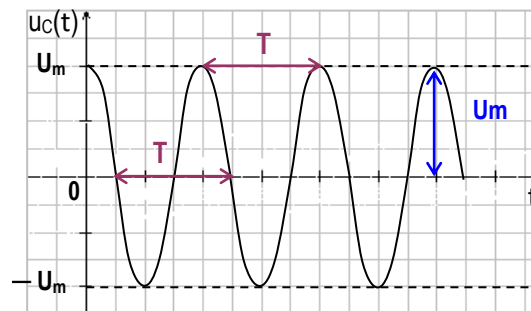
Pour en savoir davantage, de retour en classe, ils entreprennent de définir un oscillateur électrique, d'établir l'équation différentielle d'un oscillateur électrique LC et de faire ressortir l'analogie oscillateur mécanique-oscillateur électrique.

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u>
bobines - ampèremètre - voltmètre - GBF - oscilloscope - condensateur - 2 rhéostats - interrupteur - AO (TL081 ou TL082) - 2 résistors de 1 k Ω -1 potentiomètre (100 Ω) -Platine leybold -Connexions -	
	<u>Bibliographie</u>
	▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. Planche de schéma

Plan de la leçon

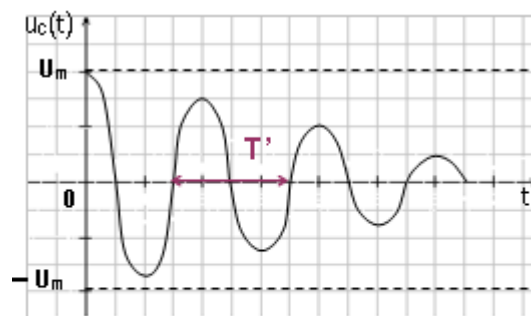
Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/réponses	Rappels/pré requis ▪ Loi d'Ohm pour une résistance, une bobine et un condensateur • Equation différentielle	Les élèves répondent aux questions	OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES LIBRES DANS UN CIRCUIT LC
Développement	Questions/réponses	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	I – ETUDE EXPERIMENTALE DU CIRCUIT LC : 1 – Dispositifs expérimentaux : * <u>Propriétés d'un AO idéal :</u>  Montage 1 : K en (1) : Charge du condensateur C.  Montage 2 : Y : Visualise la tension aux bornes de C.

Développement
ent
(suite)



$$R + r = 0 \, \Omega$$

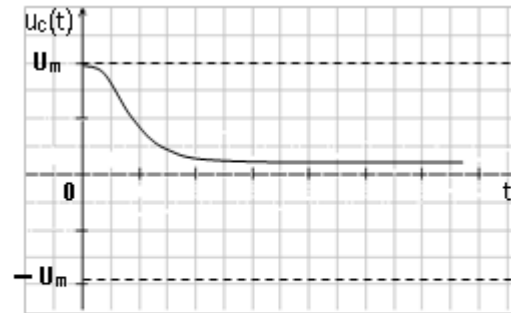
Oscillations non amorties



$$R + r \neq 0 \, \Omega, \text{ mais faible}$$

Oscillations amorties

Développement
(suite)

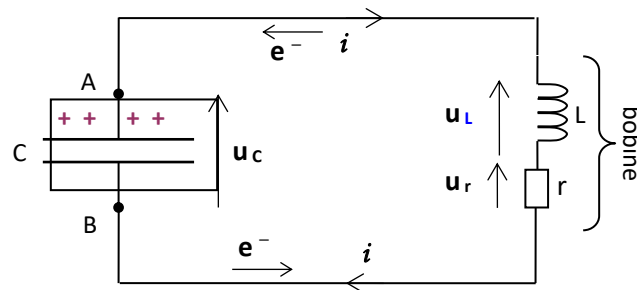


$R+r \neq 0 \, \Omega$, mais grande

Pas d'oscillations

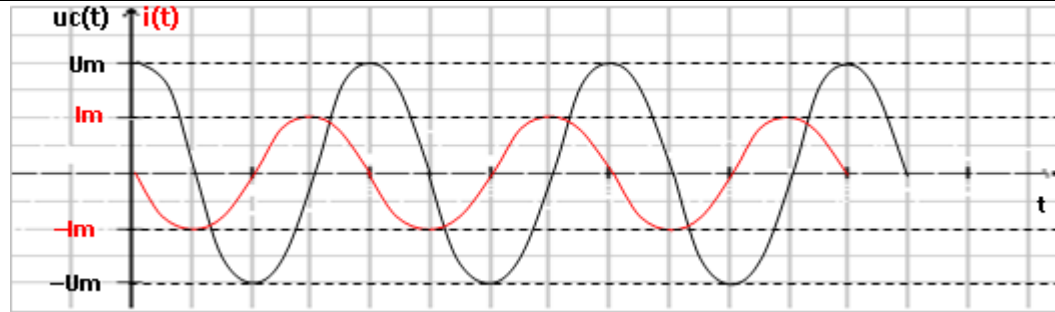
II – ETUDE THEORIQUE DU CIRCUIT LC :

1 – Equation différentielle des oscillations :



Développement (suite)	Questions/ réponses Travail de groupe Travail individuel			L'équation différentielle des oscillations est : $\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$ 2 – Solution de l'équation différentielle : La solution est de la forme $q(t) = Q_m \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$ avec : * ω_0 (en rad.s^{-1}) : la pulsation propre du circuit. $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow LC\omega_0^2 = 1$ * Q_m (en Coulomb C) : L'amplitude des oscillations. * φ (en rad) : La phase à l'origine des temps. <u>Remarques</u> : * On calcul la période des oscillations : T_0 (en seconde s) ; $T_0 = 2\pi / \omega_0$ * DMG on prend $q = 0$ à $t = 0s \Rightarrow \dots \varphi = 0 \text{ rad}$. 3 – Expressions de $u_c(t)$ et $i(t)$: * $q(t) = Q_m \cdot \cos(\omega_0 t)$ en prenant $\varphi = 0 \text{ rad}$. * $u_c(t) = q(t)/C = [Q_m \cdot \cos(\omega_0 t)] / C = (Q_m / C) \cdot \cos(\omega_0 t)$ $\Rightarrow u_c(t)$ est de la forme $u_c(t) = U_m \cdot \cos(\omega_0 t)$ avec $U_m = Q_m / C$; U_m en Volt (V). * $i(t) = dq(t)/dt = d [Q_m \cdot \cos(\omega_0 t)] / dt = -\omega_0 \cdot Q_m \cdot \sin(\omega_0 t) = \omega_0 \cdot Q_m \cdot \cos(\omega_0 t + \pi/2)$ $\Rightarrow i(t)$ est de la forme $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega_0 t + \pi/2)$ avec $I_m = \omega_0 \cdot Q_m$; I_m en Ampère (A).
---	---	--	--	--

Développement
ent
(suite)



$i(t)$ est en avance dans le temps de $T/4$ sur $u_c(t)$. $i(t)$ est en avance de phase de $\pi/2$ sur $u_c(t)$.
On dit que $i(t)$ est en quadrature avance sur $u_c(t)$.

Exercices : n° 7 et 9 page 121 du livre AREX Terminale C et D.

III - ENERGIE ELECTRIQUE DU CIRCUIT LC :

A Chaque instant (t) , l'énergie électrique totale E emmagasinée dans le circuit est égale à la somme de l'énergie électrostatique E_C du condensateur et de l'énergie magnétique E_L de la bobine. $E = E_C + E_L$

$$E_C = \frac{1}{2} \frac{q(t)^2}{C} = (1/2C)(Q_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t))^2 = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} \cdot \cos^2(\omega_0 \cdot t)$$

$$E_L = \frac{1}{2} L \cdot i(t)^2 = (L/2)[- \omega_0 \cdot Q_m \cdot \sin(\omega_0 \cdot t)]^2 = (1/2)L(\omega_0)^2 (Q_m)^2 \cdot \sin^2(\omega_0 \cdot t)$$

$$\text{Or } LC(\omega_0)^2 = 1 \Rightarrow L(\omega_0)^2 = 1/C \text{ donc } E_L = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} \cdot \sin^2(\omega_0 \cdot t)$$

$$E = E_C + E_L = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} \cdot \cos^2(\omega_0 \cdot t) + \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} \cdot \sin^2(\omega_0 \cdot t) = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} \underbrace{[\cos^2(\omega_0 \cdot t) + \sin^2(\omega_0 \cdot t)]}_1$$

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe			$E = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} = \text{cte. Le système est conservatif.}$ <u>Autres formules</u> : Avec $U_m = Q_m/C$ on a $E = 1/2 \cdot C \cdot U_m^2$ Avec $I_m = \omega_0 \cdot Q_m$ on a . . IV – <u>ENTRETIEN DES OSCILLATIONS</u> : En réalité E n'est pas constante. Il se produit une dissipation d'énergie sous forme d'effet joule dans la résistance (r) de la bobine. L'énergie perdue pour une durée Δt est de la forme $E_{\text{perdue}} = r \cdot i^2 \cdot \Delta t$. Pour entretenir les oscillations, il faut à chaque instant (t) compenser cette énergie perdue. Pour cela, on place aux bornes du circuit (L, r, C) un générateur spécial. 1 – <u>Le générateur spécial</u> : The diagram illustrates a 'special generator' circuit. On the left, a dependent current source G is shown with an upward arrow and voltage u_G across it, connected between terminals A and B. This is equivalent to a more complex circuit on the right. In this circuit, terminal A is connected to a node C. Node C is connected to a resistor R_1 (with voltage u_{R1} and current i), to the inverting input ($-$) of an operational amplifier (with voltage ϵ), and to a node D. Node D is connected to another resistor R_1 (with voltage u'_{R1} and current i_1) and to a resistor R_0 (with voltage u_{R0} and current i_1). The non-inverting input ($+$) of the op-amp is connected to a node S. Node S is connected to a voltage source u_S and to the same resistor R_1 connected to node C. The bottom of the circuit is grounded at point M, which is also the terminal B.
----------------------------------	---	--	--	--

Développement
ent
(suite)

Travail
individuel

La loi d'Ohm du générateur est :

Le générateur se comporte comme une « résistance négative ».

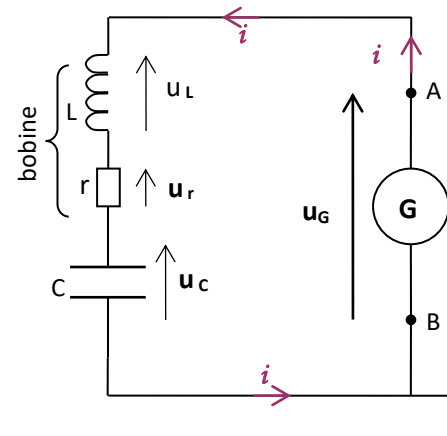
Démonstration :

Maille DCSD : $\varepsilon + u_{R1} - u'_{R1} = 0 \Rightarrow 0 + R_1 \cdot i - R_1 \cdot i_1 = 0 \Rightarrow i = i_1$ ($u_{R1} = u'_{R1}$)

Maille BACSDMB : $u_G + u_{R1} - u'_{R1} - u_{R0} = 0$

$\Rightarrow u_G = u_{R0} = R_0 i = R_1 \cdot i_1 = R_1 \cdot i$

2 – Circuit d'entretien des oscillations :



Loi des mailles : $u_C + r \cdot i + u_L - u_G = 0 \Rightarrow u_C + u_L + (r - R_0) \cdot i = 0$

En prenant $R_0 = r$ on a : $u_C + u_L = 0 \Rightarrow q/C + L \cdot (d^2 q / dt^2) = 0$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{LC} q = 0$$

Equation différentielle d'un circuit oscillant non amorti.

V – ANALOGIE ENTRE OSCILLATEURS MECANIQUE ET ELECTRIQUE :

GRANDEURS MECANIQUES	GRANDEURS ELECTRIQUES
Elongation x	Charge électrique q
Vitesse v = x	Intensité i = q
Masse m	Auto – inductance L
La raideur du ressort K	La capacité du condensateur C
La tension du ressort T	La tension aux borne du condensateur uc
Energie potentielle élastique Ep = ½ · K · x²	Energie du condensateur Ec = ½ · q²/C
Energie cinétique Ec = ½ · m · v²	Energie dans la bobine EL = ½ · L · i²

--	--	--	--	--

EVALUATI ON				
------------------------	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: ÉLECTRICITÉ

TITRE DE LEÇON : CIRCUIT RLC SÉRIE EN RÉGIME SINUSOÏDAL FORCE

Durée : (4 h)

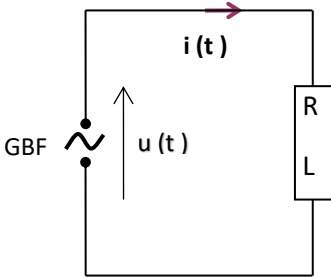
HABILETÉS	CONTENU
Énoncer	la loi de Laplace.
Connaître	- l'expression de la force de Laplace $\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B}$. - les règles d'orientation de la force électromagnétique.
Déterminer	les caractéristiques de la force de Laplace.
Représenter	la force de Laplace $\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B}$.
Utiliser	la loi de Laplace.
Analyser	quelques applications de la loi de Laplace : - balance de cotton ; - roue de Barlow.
Expliquer	le fonctionnement d'un haut-parleur.

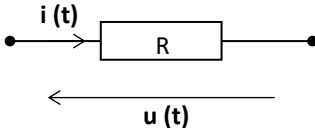
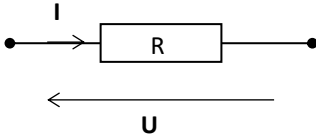
SITUATION D'APPRENTISSAGE

Un élève de Terminale D du lycée moderne de Yopougon- Andokoi découvre dans une revue scientifique, qu'il est possible d'alimenter en courant sinusoïdal à l'aide d'un générateur basse fréquence (GBF), l'association en série d'un résistor, d'un condensateur et d'une bobine. Intrigué, il informe ses camarades de classe. Ensemble, ils entreprennent de déterminer les caractéristiques du courant alternatif, de construire le diagramme de FRESNEL et d'établir les expressions de l'impédance Z et de la phase.

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u>
- Bobines d'inductance variable - GBF - Multimètres - Oscilloscope - Condensateur - Boîte de résistors à décades - Platine leybold - Connexions - Fils de connexion	▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u>
	▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis •• Loi d'Ohm pour une résistance, une bobine et un condensateur	Les élèves répondent aux questions	CIRCUIT RLC SÉRIE EN RÉGIME SINUSOÏDAL FORCE
Développement	Questions/ réponses	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	I – <u>LE COURANT ALTERNATIF</u> : 1 – <u>Oscillation forcée</u> : * L'oscillateur (circuit RLC série) est excité par un générateur électrique sinusoïdal de fréquence N (pulsation ω). Le circuit répond par des oscillations dites forcées de même nature et de même fréquence que l'excitation.  L'excitation : $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_1)$ La réponse : $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_2)$ * En choisissant convenablement l'origine des phase on a : $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$ et $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ Avec φ la phase de $u(t)$ par rapport à $i(t)$. • Si $\varphi > 0$; $u(t)$ est en avance de phase sur $i(t)$. • Si $\varphi < 0$; $u(t)$ est en retard de phase sur $i(t)$.

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			• Si $\varphi = 0 \text{ rad}$; $u(t)$ et $i(t)$ vibrent en phase. ($u(t)$ et $i(t)$ sont en phase). • Si $\varphi = \pm \pi \text{ rad}$; $u(t)$ et $i(t)$ vibrent en opposition de phase. • Si $\varphi = \pm \pi / 2$; $u(t)$ et $i(t)$ sont en quadrature de phase. 2 – Valeur efficace : Définitions : * L'intensité efficace d'un courant sinusoïdal [$i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$] est égale à l'intensité (I) d'un courant continu, qui passant dans un même résistor produit le même effet thermique pendant la même durée. On a : $I_{\text{eff}} = I_m / \sqrt{2}$ * De même la tension efficace d'une tension sinusoïdale [$u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$] est donnée par la relation : $U_{\text{eff}} = U_m / \sqrt{2}$ NB : L'Ampèremètre et le Voltmètre mesurent des valeurs efficaces. Démonstration :  $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$ $u(t) = R \times i(t)$ La puissance $p(t) = u(t) \times i(t) = R \times (i(t))^2$  $U = R \times I$ La puissance : $P = U \times I = R \times I^2$ <u>Pour une durée T(période) : L'effet joule est :</u> $E = \int_0^T p(t) \times dt = \int_0^T R \times i(t)^2 \times dt$ $E = R \times I^2 \times T$
---	---	--	--	---

**Développement
(suite)**

Expérimentation

Travail de
groupe

Travail
individuel

$$\Rightarrow E = R(I_m)^2 \int_0^T \cos^2(\omega x t) x dt \quad \text{Or } \cos^2(\omega \cdot t) = 1/2[1 + \cos(2\omega \cdot t)]$$

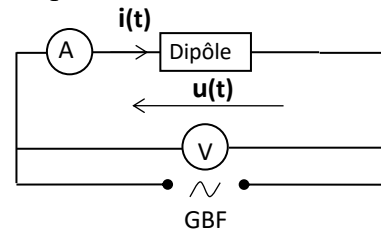
$$\Rightarrow E = \frac{R(I_m)^2}{2} \int_0^T (1 + \cos(2\omega x t)) x dt = \frac{R(I_m)^2}{2} \left[t + \frac{1}{2\omega} \sin(2\omega x t) \right]_0^T = \frac{R(I_m)^2}{2} x T$$

En comparant les effets joules :

$$\frac{R(I_m)^2}{2} x T = R x I^2 x T \Rightarrow (I_m)^2/2 = I^2 \Rightarrow I = I_m / \sqrt{2}$$

3 – Notion d'impédance :

a) Expérience :



La fréquence de la tension sinusoïdale est maintenue constante.

On fait varier la tension efficace et on relève les intensités efficaces correspondantes.

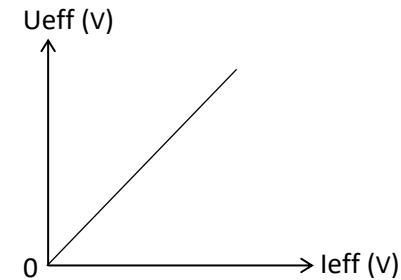
b) Tableau de valeurs :

Ueff (V)	0				
Ieff (A)	0				

c) Exploitation :

* Traçons la courbe Ueff = f(Ieff)

Développement
(suite)



* La courbe est une droite qui passe par l'origine. U_{eff} est proportionnelle à I_{eff} .
 $U_{eff} / I_{eff} = Cte$

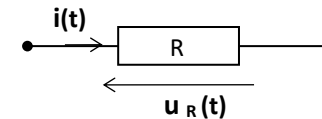
d) conclusion :

La tension efficace aux bornes d'un dipôle est proportionnelle à l'intensité efficace du courant qui le traverse. La constante de proportionnalité est notée **Z** et est appelée impédance du dipôle. **$U_{eff} = Z \times I_{eff}$** Z s'exprime en Ohm (Ω)

Remarque : avec $U_{eff} = U_m / \sqrt{2}$ et $I_{eff} = I_m / \sqrt{2}$; on a : **$U_m = Z \times I_m$**

II – ETUDE THEORIQUE DE QUELQUES DIPÔLES :

1 – Cas d'un résistor :



$$i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

La loi d'Ohm : $u_R(t) = R \times i(t) = R \times I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$

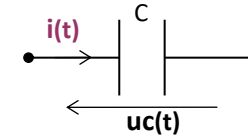
$u_R(t)$ est de la forme **$u_R(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$** avec

• **$\varphi = 0 \text{ rad}$** $\Rightarrow$ $u(t)$ et $i(t)$ sont en phase.

Développement
(suite)

$$\bullet U_m = R i \Rightarrow Z = R$$

2 – Cas d'un condensateur :



$$i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$i(t) = dq/dt \Rightarrow$$

$$q(t) = \int_0^t i(t') dt' = \int_0^t I_m \cos(\omega \cdot t') dt' = \left[\frac{I_m}{\omega} \sin(\omega \cdot t') \right]_0^t$$

$$\Rightarrow q(t) = \frac{I_m}{\omega} \sin(\omega \cdot t)$$

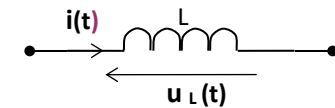
$$u_C(t) = q(t) / C = (I_m / C \omega) \cdot \sin(\omega \cdot t) = (I_m / C \omega) \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi / 2)$$

$u_C(t)$ est de la forme $u_C(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ avec

• $\varphi = -\pi / 2$ rad $\Rightarrow u(t)$ est en quadrature retard sur $i(t)$.

$$\bullet U_m = I_m / C \omega \Rightarrow Z = 1 / C \omega$$

3 – Cas d'une Bobine :



$$i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$\text{La loi d'Ohm : } u_{L(t)} = L (di(t) / dt) = L \times d[I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)] / dt = -L \times I_m \times \omega \times \sin(\omega \cdot t) \\ = L \times I_m \times \omega \times \cos(\omega \cdot t + \pi / 2)$$

$u_L(t)$ est de la forme $u_L(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ avec

• $\varphi = +\pi / 2$ rad $\Rightarrow u(t)$ est en quadrature avance sur $i(t)$.

$$\bullet U_m = L \times \omega \times I_m \Rightarrow Z = L \times \omega$$

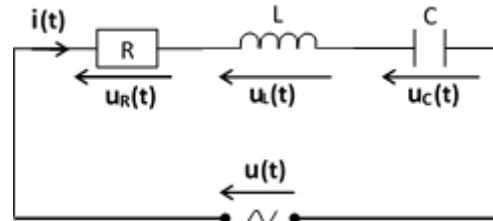
– ETUDE DU CIRCUIT RLC SERIE :

1 – Expression de $u(t)$:

Développement
(suite)

Travail de
groupe

Travail
individuel



$$i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Loi des branches :

$$\begin{aligned} u(t) &= u_R(t) + u_L(t) + u_C(t) \\ &= R \times I_m \cdot \cos(\omega \cdot t) + L \times I_m \times \omega \times \cos(\omega \cdot t + \pi/2) + (I_m / C\omega) \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/2) \end{aligned}$$

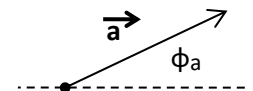
Il s'agit de mettre sous la forme $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$
afin de déterminer φ , U_m et le Z du circuit.

2 – Construction de Fresnel :

On se place à la date $t = 0$ s.

A chaque fonction sinusoïdale $a(t) = A_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_a)$, on fait correspondre un vecteur $\vec{a}$:

- de norme : $\|\vec{a}\| = A_m$ ou $A_m/\sqrt{2}$ (valeur efficace ou maximale de la grandeur sinusoïdale).
- de direction faisant un angle φ_a avec l'horizontal.



3 – Résolution par la méthode de Fresnel :

$$* u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$$

$$= R \times I_m \cdot \cos(\omega \cdot t) + L \times I_m \times \omega \times \cos(\omega \cdot t + \pi/2) + (I_m/C\omega) \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/2)$$

$$\Rightarrow \bar{u}(U_m, \varphi) = \bar{u}_R(R \cdot I_m, 0) + \bar{u}_L(L \cdot \omega \cdot I_m, +\pi/2) + \bar{u}_C(I_m/C\omega, -\pi/2)$$

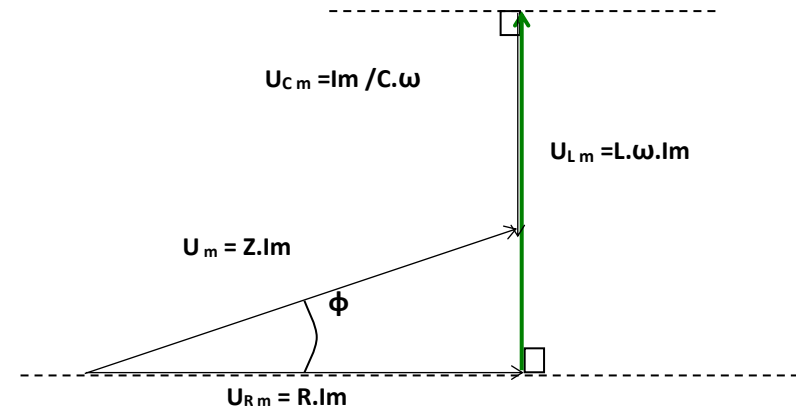


Diagramme d'un circuit inductif : $\phi < 0$

$$* (U_m)^2 = (Z \cdot I_m)^2 = (R \times I_m)^2 + [L \times \omega \times I_m - I_m/C\omega]^2$$

$$\Rightarrow Z^2 \cdot (I_m)^2 = (I_m)^2 \cdot [R^2 + (L \times \omega - 1/C\omega)^2]$$

$\Rightarrow$

$$\boxed{\sqrt{Z = R^2 + (L \times \omega - 1/C\omega)^2}}$$

$$* \operatorname{tg}(\varphi) = (L \times \omega - 1/C\omega) I_m / R \cdot I_m = (L \times \omega - 1/C\omega) / R$$

$$\cos(\varphi) = (R \cdot I_m) / Z \cdot I_m = R / Z$$

Développement
(suite)

				$\text{Sin}(\varphi) = (L \times \omega - 1/C\omega) \cdot I_m / Z \cdot I_m = (L \times \omega - 1/C\omega) / Z$ <u>Autres diagrammes :</u> Diagramme d'un circuit capacitif : $\varphi < 0$ Diagramme d'un circuit résistif : $\varphi = 0$; $Z = R$ <u>Remarque</u> : Si la bobine possède une résistance interne r la résistance totale du circuit est $R + r$ et on a : $Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$
--	--	--	--	---

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATION				
-------------------	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: ÉLECTRICITÉ

TITRE DE LEÇON : RÉSONANCE D'INTENSITÉ D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE

Durée : (4 h)

HABILETÉS	CONTENUS
Tracer	la courbe de résonance d'intensité $I=f(N)$.
Exploiter	la courbe de résonance d'intensité $I = f(N)$.
Expliquer	- le phénomène de résonance d'intensité. - le phénomène de surtension à la résonance d'intensité.
Définir	- la fréquence de résonance. - la bande passante. - le facteur de qualité.
Connaître	- les expressions: - de la fréquence de résonance d'intensité ; - de la bande passante ; - du facteur de qualité ; - la valeur de la phase $\varphi_{u/i}$ à la résonance d'intensité.
Déterminer	- la fréquence de résonance d'intensité. - la bande passante. - le facteur de qualité.
Donner	quelques applications de la résonance : - en mécanique ; - en électronique ; - en acoustique.

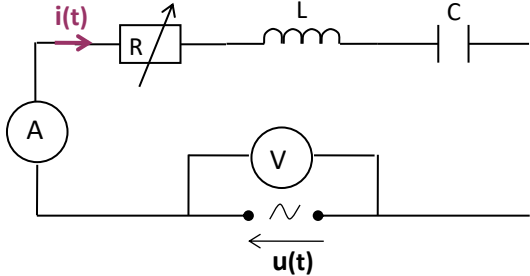
SITUATION D'APPRENTISSAGE

Lors d'une visite d'étude à la Radio Paix SANWI, les élèves de la Tle D2 du Lycée Moderne d'ABOISSO apprennent d'un technicien que cette radio peut-être captée sur la fréquence 102.3 kHz sur la bande FM. Il existe d'autres fréquences proches de celle de la Radio. Chaque poste récepteur, pour éviter le chevauchement de stations, doit avoir un circuit sélectif qu'on peut vérifier avec la courbe de résonance d'intensité.

De retour en classe, ils veulent vérifier cette information. Ils décident alors de tracer la courbe de résonance d'intensité, d'expliquer le phénomène de résonance d'intensité et de déterminer la fréquence de résonance.

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma <u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.
- Oscilloscope - GBF - Multimètres - Bobine sans noyau - Boîte de capacités (0-15 μF) - Boîte de résistors à décades - Résistors - Interrupteur - Platine leybold - Connexions - Fils de connexion - Rhéostat 8A - Balance de Cotton -	

Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite																																																																
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	RÉSONANCE D'INTENSITÉ D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE																																																																
Développement	Expérimentation Travail de groupe	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1 – <u>COURBE DE RESONANCE DE L'INTENSITE</u> : 1.1 – <u>Expérience</u> : a) <u>Manipulation</u> :  Le GBF délivre la tension $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$. U_m (U_{eff}) est maintenue constante. On fait varier la pulsation ω (la fréquence N) et on relève les intensités I_{eff} correspondantes. La manipulation est faite pour différentes valeurs de R. Tableau de valeurs : <table><tr><td></td><td>N (Hz)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>R = Ω</td><td>I_{eff} (A)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>R = Ω</td><td>I_{eff} (A)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>R = Ω</td><td>I_{eff} (A)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		N (Hz)															R = Ω	I _{eff} (A)															R = Ω	I _{eff} (A)															R = Ω	I _{eff} (A)														
	N (Hz)																																																																			
R = Ω	I _{eff} (A)																																																																			
R = Ω	I _{eff} (A)																																																																			
R = Ω	I _{eff} (A)																																																																			

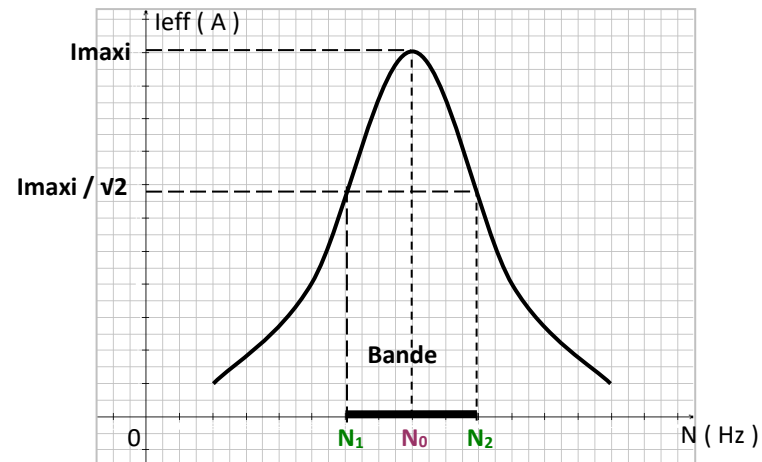
Développement (suite)	Travail individuel Expérimentation Travail de groupe			c) <u>Exploitation</u> : Traçons les courbes $I_{\text{eff}} = f(N)$. <u>Echelle</u> : 1cm pourA ; 1 cm pourHz. Les courbes ont la même allure. Elles présentent un maximum pour la même valeur de fréquence N_0 (pulsation $\omega_0 = 2.\pi.N_0$). 1.2 conclusion : A la résonance de l'intensité : I_{eff} est maximale. N_0 (ω_0) est indépendante de R. – <u>Expression de La pulsation propre ω_0 du circuit :</u> Pour le circuit RLC série : $U_{\text{eff}} = Z.I_{\text{eff}} \Rightarrow I_{\text{eff}} = U_{\text{eff}} / Z$ avec $U_{\text{eff}} = \text{Cte}$. I_{eff} est maxi si $Z = \sqrt{R^2 + (L \times \omega - 1/C\omega)^2}$ est minimale. $\Rightarrow (L\omega - 1/C\omega) = 0$ $\Rightarrow L.C.\omega^2 = 1 \Rightarrow \omega = 1/\sqrt{LC}$ $\Rightarrow L.C. \omega_0^2 = 1$ <u>NB</u> : $\omega = \omega_0 \Rightarrow Z = R$ 1.3 – <u>La bande passante :</u> * C'est le domaine de fréquence pour lequel $I_{\text{eff}} \geq I_{\text{eff max}} / \sqrt{2}$
----------------------------------	---	--	--	--

Développement
(suite)

Travail
individuel

Expéri-
mentati-
on

$$\omega_0 = 1 / \sqrt{L \cdot C}$$



- * La largeur de la bande passante : $\Delta N = N_2 - N_1$ en Hz
ou $\Delta \omega = \omega_2 - \omega_1$ en rad/s ($\Delta \omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot \Delta N$)

On démontre que $\Delta \omega = R / L$

Remarques :

- * A la résonance, $L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow$ l'impédance est : $Z = R$.
- * La fréquence N_0 , aussi appelée fréquence de résonance ne dépend pas de la résistance R du dipôle RLC.

Développement (suite)	Travail de groupe Travail individuel			* L'intensité efficace I_0 du courant à la résonance diminue lorsque R augmente. * La largeur de la bande passante est aussi donnée par : $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L}$, ω_1 et ω_2 correspondant aux fréquences N_1 et N_2. Elle augmente avec la résistance R. 2 – facteur de qualité du circuit : * Le facteur de qualité du circuit est défini par : $..Q = \omega_0 / \Delta \omega..$ Q est sans unité et toujours $Q \geq 1$. * Avec $\Delta \omega = R / L$ on a : $..Q = L.\omega_0 / R..$ Avec $L.C.\omega_0^2 = 1$ on a : $..Q = 1 / R.C.\omega_0..$ Le facteur de qualité d'un dipôle RLC est défini par : $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{\omega_0}{\Delta \omega} = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ $\omega_0 = 2\pi N_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ est la pulsation propre du circuit RLC série. Le facteur de qualité d'un circuit RLC mesure l'acuité de la résonance. Lorsque Q est élevé, la résonance est dite aiguë. Le circuit est sélectif car la bande passante est étroite. Si Q est faible, la résonance est dite floue. Le facteur de qualité diminue lorsque la résistance R du circuit augmente.
---	--	--	--	---

3 – Surtension à la résonance :

A la résonance : $I_{\text{eff}} = I_{\text{eff max}} = I_0$; $\omega = \omega_0$; $Z = R$

La tension aux bornes du circuit : $U_{\text{eff}} = Z \cdot I_0 = R \cdot I_0 \Rightarrow U_{\text{eff}} / R$

* La tension aux bornes du condensateur C :

$$U_C = Z_C \cdot I_0 = (1/C\omega_0) \cdot I_0 = I_0 / C\omega_0 = (U_{\text{eff}} / R) / C\omega_0 = U_{\text{eff}} / (R \cdot C \cdot \omega_0) = Q \cdot U_{\text{eff}}$$

$$\boxed{..U_C = Q \times U_{\text{circuit}}..}$$

* La tension aux bornes de l'inductance L :

$$U_L = Z_L \cdot I_0 = L\omega_0 \cdot I_0 = L \cdot \omega_0 \cdot (U_{\text{eff}} / R) = U_{\text{eff}} \times (L\omega_0 / R) = Q \cdot U_{\text{eff}}$$

$$\boxed{..U_L = Q \times U_{\text{circuit}}..}$$

$$\text{A la résonance, on a : } U_C = \frac{I_0}{C\omega_0} \text{ or } Q = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{I_0}{RC\omega_0 I_0} = \frac{I_0 / C\omega_0}{RI_0}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{U_C}{U} \text{ avec } U = RI_0 \text{ tension efficace à la résonance.}$$

$$\text{D'où : } U_C = Q \times U.$$

Q étant très grand alors $U_C \gg U$: il y'a une **surtension** aux bornes du condensateur. Cette surtension, également observée aux bornes de la bobine ($U_L = Q \times U$), peut avoir des conséquences néfastes

Développement
(suite)

Développement (suite				
--	--	--	--	--

Développement (suite				
---------------------------------	--	--	--	--

	Travail individ uel			
--	---------------------------	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: ÉLECTRICITÉ

TITRE DE LEÇON : PUISSANCE EN COURANT ALTERNATIF

Durée : (2 h)

HABILETÉS	CONTENUS
Connaître	les expressions de: - la puissance instantanée ; - la puissance moyenne consommée par des dipôles idéaux (R, L, C) ; - la puissance moyenne consommée dans un dipôle R L C série.
Connaître	l'expression de l'énergie électrique échangée dans un dipôle RLC.
Définir	le facteur de puissance.
Déterminer	- le facteur de puissance. - la puissance moyenne.
Montrer	l'intérêt du facteur de puissance.
Expliquer	l'intérêt du transport du courant électrique sous haute tension.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

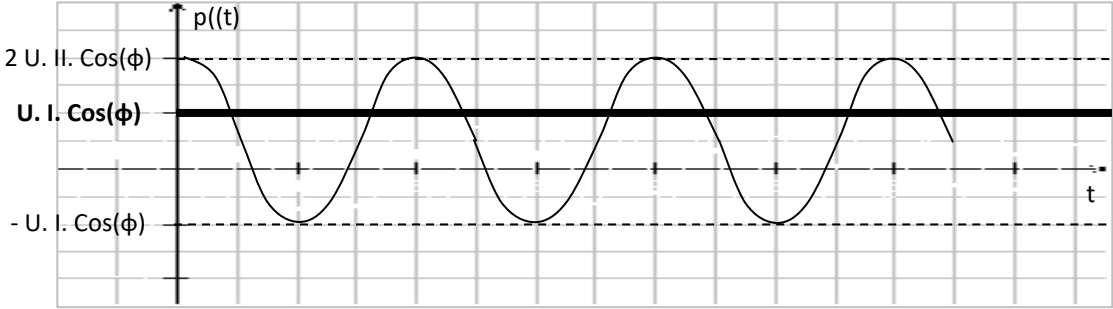
Un élève en classe de Tle D au Lycée Moderne de Yopougon Andokoi découvre dans un livre que le courant alternatif est transporté sous haute tension sur une grande distance. Lors de ce transport, on enregistre des pertes en ligne. Pour cela, ce courant transite par des centres de transformation pour être adapté à la consommation.

En classe, il partage ces informations avec ses camarades. Ensemble, ils entreprennent de connaître les expressions des différentes puissances, d'expliquer l'intérêt du transport du courant électrique sous haute tension et de déterminer le facteur de puissance.

<u>Matériel par poste de travail</u>	<u>Supports didactiques</u>
- - Générateur 6-12 V - Résistor de résistance $R = 470 \Omega$ - Lampe de 3,8 V - 1 transformateur élévateur 12V/220 V - - 1 transformateur abaisseur 220V/12V	▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

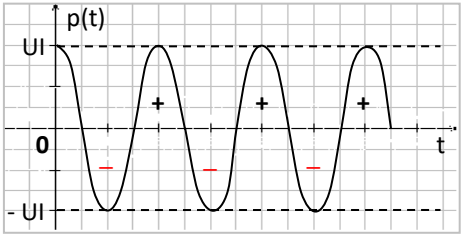
Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	PUISSANCE EN COURANT ALTERNATIF
Développement	Expérimentation Travail de groupe	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1 – PUISSANCE ET FACTEUR DE PUISSANCE : 1.1 – Puissance électrique instantanée : $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$ $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ * A chaque instant, la puissance est $p(t) = i(t) \times u(t)$ en Watt (W) Si $p(t) > 0$, le dipôle reçoit de l'énergie. Si $p(t) < 0$, le dipôle fournit de l'énergie. * $p(t) = i(t) \cdot u(t) = i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t) \times U_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ Or $\cos(a) \times \cos(b) = \frac{1}{2} [\cos(a + b) + \cos(a - b)]$; $I_m = I/\sqrt{2}$; $U_m = U/\sqrt{2}$ $\Rightarrow p(t) = \frac{1}{2} (U_m \times I_m) \times [\cos(2\omega \cdot t + \varphi) + \cos(\varphi)]$ $\Rightarrow p(t) = U \cdot I \cdot \cos(2\omega \cdot t + \varphi) + \underbrace{U \cdot I \cdot \cos(\varphi)}_{\text{Constante}}$

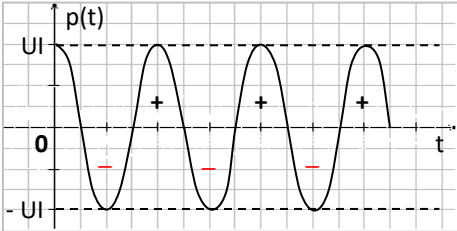
Développement (suite)	Travail individuel		
	Expérimentation		1.2 – Puissance moyenne : * La puissance moyenne consommée par un dipôle RLC est : $P = UI \cos \varphi_{u/i}$. Le produit $U \times I$ est la puissance apparente, exprimée en volt-ampère (V.A). Le terme $\cos \varphi_{u/i}$ s'appelle facteur de puissance du circuit RLC : c'est le cosinus de l'angle de déphasage entre l'intensité et la tension aux bornes du dipôle. ➤ Si le facteur de puissance $\cos \varphi$ est petit, I est grand, et la C.I.E perd de l'énergie supplémentaire par effet joule dans les lignes, énergie qui n'est pas enregistrée au compteur de l'utilisateur. ➤ Aussi, les installations industrielles doivent avoir un facteur de puissance supérieur à 0,86 ; en dessous, le consommateur est pénalisé. On peut améliorer le facteur de puissance en disposant convenablement des condensateurs qui compensent en partie les effets inductifs dus aux bobinages des moteurs
	Travail de groupe		<u>Remarque :</u>

1.2 – Puissance moyenne :

Le produit $U \times I$ est la **puissance apparente**, exprimée en **volt-ampère (V.A)**.

- Si le facteur de puissance $\cos \varphi$ est petit, I est grand, et la C.I.E perd de l'énergie supplémentaire par effet joule dans les lignes, énergie qui n'est pas enregistrée au compteur de l'utilisateur.
- Aussi, les installations industrielles doivent avoir un facteur de puissance supérieur à 0,86 ; en dessous, le consommateur est pénalisé. On peut améliorer le facteur de puissance en disposant convenablement des condensateurs qui compensent en partie les effets inductifs dus aux bobinages des moteurs

Développement (suite)	Travail individuel			La puissance moyenne reçue par un dipôle RLC apparaît sous forme thermique dans la résistance : $P = UI \cos \varphi_{u/i} = RI^2$ car $\cos \varphi_{u/i} = \frac{R}{Z}$. Avec $U \cdot I$: la puissance apparente. Cos(φ) : le facteur de puissance. Un condensateur parfait et une bobine parfaite ne consomment donc pas de puissance 2 – Puissance pour quelques dipôles : a) Le conducteur ohmique : $\varphi = 0 \text{ rad} \Rightarrow \cos(\varphi) = 1 \Rightarrow P_m = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = U \cdot I$ $P_m = U \cdot I$ avec $U = R \cdot I$ on a : $P_m = R \cdot I^2$ ou $P_m = U^2 / R$ $P_m > 0 \Rightarrow$ Le résistor consomme de l'énergie. b) Le condensateur : la différence de potentielle aux bornes de ce dipôle est en quadrature retard sur l'intensité donc $\varphi = -\pi/2 \text{ rad} \Rightarrow \cos(\varphi) = 0 \Rightarrow P_m = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = 0$ $P_m = 0$ Le condensateur parfait ne consomme pas d'énergie. $\Rightarrow P(t) = U \cdot I \cdot \cos(2\omega \cdot t + \varphi)$ 
	Expérimentation			

Développement (suite)	Travail de groupe Travail individuel			c) <u>inductance pure</u> : la différence de potentielle aux bornes de ce dipôle est en quadrature avance sur l'intensité donc $\varphi = +\pi/2 \text{ rad} \Rightarrow \cos(\varphi) = 0 \Rightarrow P_m = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = 0$ $P_m = 0$ La puissance moyenne est nulle : une bobine parfaite ne consomme pas d'énergie $\Rightarrow P(t) = U \cdot I \cdot \cos(2\omega t + \varphi)$  d) <u>Le circuit RLC série</u> : le déphasage entre l'intensité et la différence de potentielle est donné par : $\cos(\varphi) = R / Z ; \text{ avec } Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ D'autre part $U = Z \cdot I$ $\Rightarrow P_m = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = (Z \cdot I) \cdot I \cdot (R / Z) = R \cdot I^2$ $P_m = R \cdot I^2$ Le circuit RLC consomme de l'énergie au niveau du résistor. Cette énergie est transformée en chaleur par effet joule dans le conducteur ohmique 3- <u>Energie consommée dans le circuit RLC série</u>
----------------------------------	--	--	--	--

Développement (suite				L'énergie consommée par un dipôle RLC pendant une durée Δt est : $E = P \times \Delta t = UI \Delta t \cos \varphi_{u/i} .$ Cette énergie est transformée en chaleur (énergie thermique).
--	--	--	--	--

Développement (suite				
---------------------------------	--	--	--	--

Développement (suite				
---------------------------------	--	--	--	--

	Travail individ uel			
--	---------------------------	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: RÉACTIONS NUCLÉAIRES

TITRE DE LEÇON : RÉACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES

Durée : (6 h)

HABILETÉS	CONTENUS
Définir	les termes suivants : - élément chimique ; - nucléide ; - isotopes ; - unité de masse atomique.
Définir	la radioactivité.
Connaître	- la nature des particules α , β et du rayonnement γ . - les lois de conservation des nombres de masse et de charge.
Écrire	les équations bilans des désintégrations α et β .
Définir	l'activité d'un échantillon $A = A_0 e^{-\lambda t}$.
Connaître	l'unité légale de l'activité.
Établir	la loi de décroissance radioactive $N = N_0 e^{-\lambda t}$.
Utiliser	la loi de décroissance radioactive.
Définir	la période ou demi-vie d'une substance radioactive.
Déterminer	- la constante radioactive. - la période. - l'activité. - l'âge d'un échantillon radioactif.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

À un cours de SVT, les élèves de la Tle D du Collège IGES de Yopougon ont appris que les archéologues peuvent déterminer l'âge des vestiges qu'ils récupèrent en utilisant des connaissances en radioactivité. Pour en savoir davantage, ces élèves entreprennent des recherches en vue de définir l'activité d'un échantillon, de connaître la loi de décroissance radioactive, de déterminer la constante radioactive, la période, l'activité puis l'âge d'un échantillon radioactif.

<u>Matériel par poste de travail</u> Documents sur radioactivité - Internet	<u>Supports didactiques</u> ▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	RÉACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES
Développement	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	I. <u>RAPPELS</u> 1° <u>Structure de l'atome</u> A la suite des constats de ses expériences en 1909, Ernest RUTHERFORD tire les conclusions suivantes : - La charge positive (+) d'un atome est concentrée dans son noyau de dimension infiniment petite. - * La matière est constituée d'atomes caractérisés par le couple (Z,A). * L'atome est noté: $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$ avec $\begin{cases} X \text{ symbole} \\ Z \text{ N° atomique} \end{cases}$ * L'atome est constitué de Z électrons qui gravitent autour du noyau contenant A nucléons dont Z protons et (A - Z) neutrons. * Entre les électrons et le noyau, il existe du vide : On dit que la matière a une structure lacunaire.

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			2 – Définitions : <u>ELEMENT CHIMIQUE</u> : Ensemble des atomes ayant le même N° atomique Z. <u>UN NUCLEIDE</u>: Ensemble des atomes dont les noyaux ont les mêmes A et Z. <u>ISOTOPES</u>: Ce sont des nucléides ayant le même Z mais des valeurs de A différentes. isotopes de H : 1_1H 2_1H 3_1H deutérium tritium isotopes de O : ${}^{16}_8O$ ${}^{17}_8O$ ${}^{18}_8O$ <u>UNITE DE MASSE ATOMIQUE : u</u> * C'est la 12^{ème} partie de la masse d'un atome de carbone 12 (${}^{12}_6C$). * Un atome de Carbone a pour masse $m_C = \frac{M_C}{N}$ donc $1.u = \frac{m_C}{12} = 1,66.10^{-27} Kg$ * <u>remarque:</u> m atome= Z(m proton + m électron) + (A - Z)m neutron 2 – Les différentes radioactivités : a) <u>Expérience et observations :</u>
---	---	--	--	--

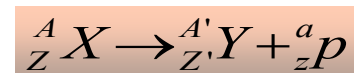
Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			On détecte 4 tâches sur l'écran. Elles correspondent à des particules b) <u>Conclusion</u> : Il existe 3 types de rayonnements : + le rayonnement β^+ : constitué de positrons ${}^0_{+1}e$. + le rayonnement α : constitué de noyaux d'Hélium. ${}^4_2He^{2+}$ ou 4_2He + le rayonnement β^- : constitué d'électrons ${}^0_{-1}e$. <u>Remarque</u> : * A ces trois radioactivités naturelles, s'ajoute une 4^{ème} : Le rayonnement γ constitué de photons de très grande énergie. * Le photon est une particule sans masse et sans charge électrique qui se propage à la vitesse de la lumière $C \approx 3.10^{+8} \text{ m.s}^{-1}$. 3 – <u>Lois de conservation</u> : (4 lois)
----------------------------------	---	--	--	--

**Développement
(suite)**

* Il y a Conservation : + du nombre de nucléons,
+ de la charge électrique,
+ de la quantité de mouvement,
+ de l'énergie.

* Lorsqu'un noyau père A_ZX se désintègre pour donner un noyau fils ${}^{A'}_{Z'}Y$ et une particule ${}_z^ap$;

On a pour équation bilan:



avec $A = A' + a$ et $Z = Z' + z$

III – LA RADIOACTIVITE α :

* **Equation bilan :** ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$

* **Exemple :** ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$

* Les particules α émises sont de faible vitesse. Elles sont très ionisantes et peu pénétrantes.

Une feuille de carton suffit pour les arrêter.

IV – LA RADIOACTIVITE β^- :

* **Equation bilan:** ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$

* **Exemple:** ${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e$

* Les particules (électrons) émises ont une grande vitesse ($\approx 0,9c$). Elles sont ionisantes et pénétrantes.

Il faut pour les arrêter une feuille d'aluminium de 1 à 2 cm d'épaisseur.

V – LA RADIOACTIVITE β^+ :

Développement (suite)				* Equation bilan : ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{+1}^0e$ * Exemple : ${}_{7}^{13}N \rightarrow {}_{6}^{13}C + {}_{+1}^0e$ * Les particules (positrons) émises ont une grande vitesse ($\approx 0,9c$). Elles sont ionisantes et pénétrantes. Il faut pour les arrêter une feuille d'aluminium de 1 à 2 cm d'épaisseur. VI – LA RADIOACTIVITE γ : * C'est une radioactivité qui accompagne les radioactivités α, β^- et β^+. Elle résulte de la désexcitation du noyau fils. * Equation bilan : ${}_Z^{A'}Y^*$ noyau fils excité $\rightarrow$ ${}_Z^{A'}Y + \gamma$ noyau fils désexcité * Les photons émis sont très énergétiques et très pénétrants. Pour les arrêter, il faut du plomb de plusieurs cm d'épaisseur. <u>Exercices</u> : n° 12/** et 13** page 48** du Livre de Physique AREX Terminale C et D. VII – LOIS DE DECROISSANCE : 1 – Loi de décroissance : At=0s : soit N_0 le nombre de noyaux père de masse m_0. At=t+dt : soit N le nombre de noyaux père de masse m. Pour la durée dt, il s'est désintégré dN noyaux. (dN dépend de l'élément radioactif et de dt)
--------------------------	--	--	--	---

**Développement
(suite)**

On a : $dN = -\lambda \cdot N \cdot dt \Rightarrow dB/N = -\lambda \cdot dt$

Par intégration on a :

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

λ : constante radioactive de la substance (en s^{-1})

Remarque;

ENONCE :

Le nombre de noyau désintégrés radioactifs d'un échantillon diminue exponentiellement en fonction du temps.

Notons N_0 le nombre de noyaux à $t = 0$ et N le nombre de noyaux à l'instant t

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \text{ avec } \lambda : \text{constante radioactive de la substance (en } s^{-1} \text{)}$$

2 – Période radioactive :

* La période radioactive (T) est le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux se désintègre.

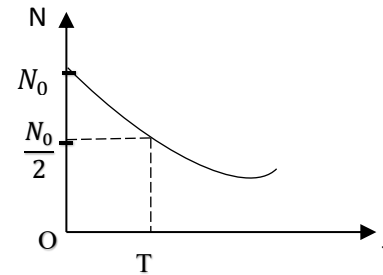
* On sait que $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ et Pour $t = T$ on a $N = N_0 / 2 \Rightarrow N_0 / 2 = N_0 \cdot e^{-\lambda T}$

$$\Rightarrow \dots \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

1° Détermination graphique

A partir de $N = f(t)$

Développement
(suite)



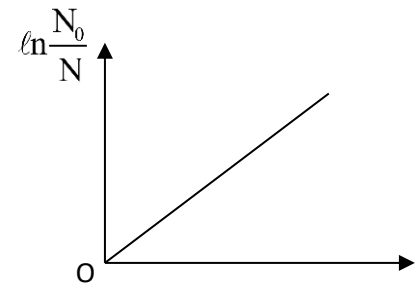
A partir de $\ln \frac{N}{N_0} = f(t)$

Les noyaux radioactifs se désintègrent selon l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dN}{N} + \lambda N = 0$$

La solution de cette équation est : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$. C'est la loi de désintégration ou de décroissance radioactive.

La courbe $\ln \frac{N_0}{N} = \lambda t$ est une droite passant par l'origine des axes.



λ est la pente de cette droite. On a :

$$\lambda = \frac{\Delta \ln \frac{N_0}{N}}{\Delta t}$$

Avec : λ : constante radioactive (s^{-1} , h^{-1} , $jour^{-1}$, $mois^{-1}$, etc....).

	Travail individuel			3 – <u>Activité d'une substance radioactive</u> : * L'Activité notée (A) est le nombre de désintégration pendant une seconde. L'unité est le Becquerel (Bq). * Soit A_0 l'activité à $t = 0s$. Soit A l'activité à $t \neq 0s$. On a : $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$ Remarque : $A = \lambda \cdot N$; $A_0 = \lambda \cdot N_0$ En traversant la matière, les « rayonnements » radioactifs provoquent des ionisations et des excitations d'atomes. Ce qui entraîne des réactions chimiques anormales. En fonction de la quantité de rayonnements absorbée on peut observer les manifestations suivantes : nausées, vomissements, diarrhées, trouble sanguin, cancers et la mort. -
--	-----------------------	--	--	---

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: RÉACTIONS NUCLÉAIRES

TITRE DE LEÇON : RÉACTIONS NUCLÉAIRES PROVOQUÉES

Durée : (4 h)

HABILETÉS	CONTENUS
Définir	le défaut de masse
Connaître	l'unité de défaut de masse
Définir	- l'énergie de liaison E_ℓ ; - l'énergie de liaison par nucléon E_a .
Utiliser	les relations $E_\ell = \Delta m \cdot C^2$ et $E_a = \Delta m \cdot C^2 / A$
Définir	- une fission nucléaire ; - une fusion nucléaire.
Citer	- des exemples de fissions nucléaires ; - des exemples de fusions nucléaires.
Écrire	- l'équation-bilan d'une fission nucléaire ; - l'équation-bilan d'une fusion nucléaire
Connaître	- les applications de la radioactivité ; - les dangers de la radioactivité.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Des élèves en classe de Terminale D au Lycée Moderne 2 Pierre Gadié de Yopougon ont suivi un documentaire sur les fuites de produits radioactifs à la centrale nucléaire de FUKOSHIMA au Japon.

Dans ce documentaire on parle de barres de combustibles, de fusion, de radiations, d'irradiations.

Impressionnés par ce vocabulaire, ces informent leurs camarades de classe et ensemble, ils décident de déterminer le défaut de masse, de définir l'énergie de liaison par nucléon, la fission nucléaire, la fusion nucléaire, de connaître les applications et les dangers de la radioactivité

<u>Matériel par poste de travail</u> - Recueil de données	<u>Supports didactiques</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. - Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	RÉACTIONS NUCLÉAIRES PROVOQUÉES
Développement	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	1 – MASSE ET ENERGIE : 1.1 – Défaut de masse : * On s'aperçoit que la masse d'un noyau entier est toujours inférieure à la somme des masses des nucléons pris séparément. <i>Ce défaut de masse</i> est noté Δm. $\Delta m = \underbrace{[Z.m_p + (A - Z).m_n]}_{\text{masse des nucléons}} - \underbrace{m_x}_{\text{masse du noyau}}$ * Selon Einstein : La masse est une forme d'énergie. $E = m.C^2$ Tout système de masse (m) au repos représente une énergie : J Kg m/s * Conséquences : + Si un système fournit une énergie E à l'extérieur, sa masse diminue de $\Delta m = E/C^2$. + Si un système reçoit une énergie E de l'extérieur, sa masse augmente de $\Delta m = E/C^2$. 1.2 – Unité de masse : MeV/C² (méga électron volt par C²) * $\Delta m = E/C^2$ avec E en J. Or 1 J = $1,6.10^{-19}$ e.V $\Rightarrow E_{(\text{en e.V})} = E_{(\text{en J})} / 1,6.10^{-19}$ $\Rightarrow \Delta m_{(\text{en e.V}/C^2)} = E_{(\text{en e.V})} / C^2$ * Exemple : Un proton au repos, de masse $m_p = 1,66.10^{-27}$ Kg correspond à une énergie

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			$E = 1,66 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J} \Rightarrow$ $E = 1,5 \cdot 10^{-10} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 934 \cdot 10^6 \text{ e.V} = 934 \text{ M.e.V}$ Donc $E = m_p \cdot C^2 = 934 \text{ M.e.V}$ soit $m_p = E/C^2 = 934 \text{ M.e.V}/C^2$ <u>NB :</u> * Une particule qui représente au repos une énergie $E = \alpha \text{ MeV}$, a pour masse $m = \alpha \text{ MeV}/C^2$. * $1u = 934 \text{ M.e.V}/C^2$ 1. 3 – <u>Energie de liaison d'un noyau :</u> * Définition : C'est l'énergie qu'il faut fournir au noyau pour le briser en ses nucléons. Cette énergie correspond au défaut de masse du noyau : $E_l = \Delta m \cdot C^2$ * Energie de liaison par nucléon: $E_a = E_l/A$ <u>Exercices :</u> n° ** et ** page ** du Livre de Physique AREX Terminale C et D. 2 – <u>REACTION NUCLEAIRES PROVOQUEES :</u> 2. 1 – <u>Définition</u> : C'est une réaction provoquée par le choc entre un noyau projectile et un noyau cible. 2. 2 – <u>Exemples</u> : $+ {}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ ↑ projectile ↑ cible 1^{ère} réaction réalisée en 1909 par Rut Herford $+ {}^1_0\text{n} + {}^{32}_{16}\text{S} \rightarrow {}^{32}_{15}\text{P} + {}^1_1\text{H}$ $+ {}^1_1\text{H} + {}^{82}_{34}\text{Se} \rightarrow {}^{82}_{35}\text{Br} + {}^1_0\text{n}$ $+ {}^2_1\text{H} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$ <u>Remarques :</u> Ces réactions sont appelées TRANSMUTATIONS. Elles sont nombreuses et ont permis de créer plus de 1200 nucléides artificiels, tous radioactifs. (...) <i>Ces réactions respectent les lois de conservations.</i> 3 – <u>LA FISSION</u> :
---	---	--	--	--

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			3.1 – Définition : La fission est la cassure d'un noyau lourd sous l'impact d'un neutron lent. Elle s'observe surtout avec l'uranium 235. 3.2 – Exemples et observations : ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_{54}^{140}\text{Xe} + 2 \times {}_0^1n$ ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{36}^{91}\text{V} + {}_{56}^{142}\text{Ba} + 3 \times {}_0^1n$ * La fission libère plusieurs neutrons qui sont eux même susceptibles d'engendrer de nouvelles fissions : On observe une réaction nucléaire en chaîne. * Dans la bombe A, la réaction en chaîne se produit si vite qu'elle conduit à une explosion. * Dans un réacteur nucléaire, la réaction en chaîne est contrôlée de sorte à obtenir une Production continue d'énergie. 3.3 – Bilan énergétique : Soit la réaction : ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_{54}^{140}\text{Xe} + 2 \times {}_0^1n$ La masse des réactifs : $m_i = m_n + m_U$ La masse des produits : $m_f = m_{\text{Sr}} + m_{\text{Xe}} + 2.m_n$ La variation de masse : $\Delta m = m_f - m_i$ L'énergie libérée est : $\Delta E = \Delta m.c^2$ pour un atome d'Uranium. AN : $m_U = 235,120\text{u}$; $m_n = 1,008\text{u}$; $m_{\text{Xe}} = 138,955\text{u}$; $m_{\text{Sr}} = 94,945\text{u}$ $\Delta m = -0,215\text{u} = -200\text{ MeV}/c^2 \Rightarrow \Delta E = -200\text{ MeV}$ Le signe (-) indique que le système fournit de l'énergie à l'extérieur. * Pour une masse $m = 1\text{ g}$ d'Uranium, Le nombre d'atome est $N = (m.N_A)/M_U = 2,51.10^{21}$. L'énergie totale libérée est $E = N.(200) = 502.10^{21}\text{ MeV} = \dots = 8,2.10^{10}\text{ J}$ * Une tonne d'Uranium libère la même énergie que 2 méga tonnes de pétrole. <u>Exercices</u> : n° ** et ** page ** du Livre de Physique AREX Terminale C et D.
---	---	--	--	--

Développement (suite)				4 – LA FUSION : 4.1 – Définition : La fusion est la réunion de deux noyaux légers pour former un noyau plus lourd. 4.2 – Remarques : * Les principales réactions se font avec l'Hydrogène et ses isotopes. * La fusion se produit naturellement dans le soleil et les étoiles. * Les réactions de fusion sont <i>très exothermiques</i>. 4.3 – Exemples : * ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$ Deuton Triton Hélium Neutron * réactions dans le soleil (CYCLE DU SOLEIL) • ${}^1_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^2_1H + {}^0_1e + {}^0_0\gamma$ • ${}^2_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^3_2He + {}^0_0\gamma$ • ${}^3_2He + {}^3_2He \rightarrow {}^4_2He + 2{}^1_1H$ Bilan global : $4{}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2{}^0_1e + 2{}^0_0\gamma$ 5- <u>Applications et dangers de la radioactivité</u> 5.1- Applications * <u>Dans l'industrie</u> – gammagraphie (rayonnement γ) ou radiographie par rayons X contrôle des soudures des cuves des réacteurs nucléaires. – bêtagraphie (β) : examen d'objets minces, contrôle d'épaisseur. * <u>Dans la médecine et biologie</u> – Traitement des tumeurs par irradiation (tumeurs cancérigènes) ; – Radiostérilisation (stérilisation des seringues, etc.).
---	--	--	--	---

Développement (suite				* <u>Dans l'agronomie et l'agroalimentaire</u> – Traitement anti-germinatif puissant (pomme de terre) – Conservation des denrées : γ détruit les insectes dans les denrées stockées et les microorganismes dans les œufs, viandes, etc... <u>5.2 Dangers</u> * Les particules et le rayonnement éjectés du noyau qui se désintègre, peuvent traverser la matière inerte ou vivante (exemple : l'Homme). * Effets biologiques : Par exposition au rayonnement, des réactions secondaires peuvent apparaître ; les ARN et ADN sont touchés au niveau cellulaire. Des altérations morphologiques sont observées (Japon : bombe H en 1945), notamment des effets génétiques, des cellules sont détruites ou leur processus de division altéré.
--	--	--	--	--

Développement (suite				
--	--	--	--	--

Développement (suite				
---------------------------------	--	--	--	--

	Travail individuel			
--	-----------------------	--	--	--

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--