

Classe : Tle D
 Thème : ELECTRICITE
 Titre de la Leçon : **RÉSONANCE D'INTENSITÉ D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE**
 Durée : **4 heures**

TABLEAU DES HABLETES ET CONTENUS

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.

EXEMPLE DE SITUATION

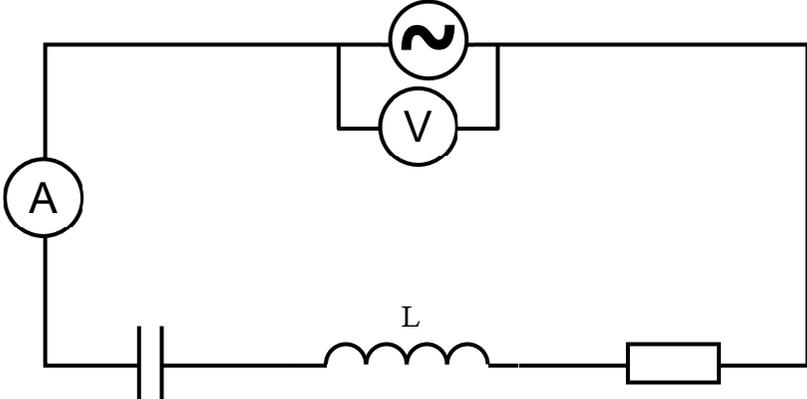
Lors d'une visite d'étude à la Radio concorde, les élèves de la Tle D1 du Lycée Moderne de Bonon apprennent d'un technicien que cette radio peut être captée sur la fréquence 92.5 kHz sur la bande FM. Il existe d'autres fréquences proches de celle de la Radio. Chaque poste récepteur, pour éviter le chevauchement 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.

MATERIEL	SUPPORTS DIDACTIQUES
- GBF ; - Oscilloscope ; - Multimètre ; - Boites de capacités (0-15 μF) ; - Bobines d'inductance (sans noyau) ; - Boites de résistors à décades ; - Interrupteur.	Planches d'oscillogrammes
	BIBLIOGRAPHIE
	-Manuel élève Tle C et D Collection Arex - Livre de SP Tle C et D Collection Eurin

PLAN DE LA LEÇON

- 1. Étude expérimentale de la résonance d'intensité**
 - 1.1. Montage expérimental
 - 1.2. Tableau de mesures
 - 1.3. Courbes de résonance
 - 1.4. Étude de la courbe de résonance
- 2. Étude théorique de la résonance**
- 3. Bande passante à 3 dB d'un circuit RLC série**
 - 3.1. Définition
 - 3.2. Largeur de la bande passante
 - 3.3. Facteur de qualité
 - 3.4. Phénomène de surtension
- 4. Quelques applications de la résonance**

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite																																				
<p>Présentation (10minutes)</p>	<p>Questions/ Réponses</p>	<p>Rappels / Prérequis</p>		<p style="text-align: center;">1. Etude expérimentale de la résonance d'intensité</p> <p style="text-align: center;">1.1. <u>Montage expérimental</u></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">On fait varier la pulsation d'où ω relève I_{eff} en maintenant u constant. Les mesures sont consignées dans le tableau suivant.</p> <p style="text-align: center;">1.2. <u>Tableau de mesures</u></p> <table border="1" data-bbox="1048 970 2143 1157"> <tbody> <tr> <td>N(Hz)</td> <td>0</td> <td>100</td> <td>160</td> <td>180</td> <td>185</td> <td>190</td> <td>196</td> <td>198</td> </tr> <tr> <td>I(mA)</td> <td>0</td> <td>16</td> <td>50</td> <td>90</td> <td>107</td> <td>126</td> <td>145</td> <td>149</td> </tr> <tr> <td>N(Hz)</td> <td>202</td> <td>206</td> <td>210</td> <td>220</td> <td>260</td> <td>300</td> <td>350</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>I(mA)</td> <td>149</td> <td>141</td> <td>128</td> <td>96</td> <td>43</td> <td>28</td> <td>20</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	N(Hz)	0	100	160	180	185	190	196	198	I(mA)	0	16	50	90	107	126	145	149	N(Hz)	202	206	210	220	260	300	350	400	I(mA)	149	141	128	96	43	28	20	16
N(Hz)	0	100	160	180	185	190	196	198																																
I(mA)	0	16	50	90	107	126	145	149																																
N(Hz)	202	206	210	220	260	300	350	400																																
I(mA)	149	141	128	96	43	28	20	16																																

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<p style="text-align: center;">1.3. Courbes de résonance</p> <p style="text-align: center;"><u>COURBE DE VARIATION DE $I = f(N)$</u></p>

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<p style="text-align: center;">1.4. Étude de la courbe de résonance</p> <p>La courbe présente un maximum de coordonnées ($N_0 ; I_0$). La fréquence en ce point est appelé fréquence de résonance et est notée N_0. Le phénomène de résonance se produit lorsque la fréquence N de la tension appliquée est égale à la fréquence propre du circuit $N = N_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$</p> <p>Remarque : <i>Les courbes de résonance dépendent fondamentalement de la valeur de la résistance du circuit. La fréquence est toujours égale</i> $N_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$.</p> <p style="text-align: center;">2. Étude théorique de la résonance</p> <p>A la résonance, l'intensité efficace est maximale et la pulsation est égale à la pulsation propre du circuit.</p> $I = \frac{u}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} \quad \text{À la résonance } I = I_{\max}$ <p>Donc $L\omega_0 - \frac{1}{C\omega_0} = 0$ soit $LC\omega_0^2 = 1$</p> <p>Pulsation propre : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$;</p> <p>Période propre : $T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$</p> <p>Fréquence propre : $N_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$</p> <p>Impédance du circuit : $Z = R$</p> <p>Phase à la résonance : $\varphi = 0 \Rightarrow i$ et u sont en phase.</p>

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<p style="text-align: center;">3. <u>Bande passante à 3 dB d'un circuit RLC série</u></p> <p style="text-align: center;">3.1. <u>Définition</u></p> <p>La bande passante à 3 dB en fréquence d'un circuit RLC série désigne l'ensemble des fréquences pour lesquelles $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ (I_0 l'intensité à la résonance)</p> <p style="text-align: center;">3.2. <u>Largeur de la bande passante</u></p> <p>La largeur de la bande passante est :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\Delta N = \frac{R}{2 \pi L}$ </div> <p>Remarque :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si la résistance est faible, la résonance est dite une résonance aigue et la largeur de la bande passante est petite : on a un circuit sélectif. ▪ Si la résistance est grande, la résonance est dite floue et la largeur de la bande passante est grande : le circuit est peu sélectif. <p style="text-align: center;">3.3. <u>Facteur de qualité</u></p> <p>Le facteur de qualité est :</p> $Q = \frac{\omega_0}{\Delta \omega} = \frac{N_0}{\Delta N}$ <p>Cette quantité traduit donc la performance du circuit</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si Q est grand, le circuit est très sélectif ▪ Si Q est petit, le circuit est peu sélectif. <p>A la résonance, $\Delta \omega = \frac{R}{L}$ donc $Q = \frac{L \omega_0}{R}$</p>

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<p>De plus à la résonance $L \omega_0 = \frac{1}{C \omega_0}$ d'où $Q = \frac{1}{RC \omega_0}$</p> <p style="text-align: center;">3.4. <u>Phénomène de surtension</u></p> <p>A la résonance, $L \omega_0 = \frac{1}{C \omega_0}$ et $Z = R$</p> <p>$U_L = Z_L I = L \omega_0 I$ et $U_C = Z_C I = \frac{I}{C \omega_0}$</p> <p>$U = Z I = R I$ donc $I = \frac{U}{R}$</p> <p>D'où $U_L = L \omega_0 \frac{U}{R} = Q U$ et $U_C = \frac{I}{C \omega_0} = \frac{U}{C \omega_0 R} = Q U$</p> <p>Par conséquent $U_L = U_C = Q U$</p> <p>Quand Q est grand (circuit sélectif), U_L et U_C sont plus grandes que U (tension d'alimentation) : on dit qu'il apparaît des surtensions à la résonance. Cette surtension peut détruire le condensateur par claquage.</p> <p><u>Activité d'application</u></p> <p>Un générateur basse fréquence (GBF) délivre une tension alternative sinusoïdale aux bornes d'un circuit R, L, C.</p> <p>Le circuit électrique est le siège d'oscillations électrique forcées. On fait varier la fréquence N du GBF et on mesure l'intensité efficace I dans le circuit. On maintient au cours de l'expérience la tension efficace U aux bornes du GBF égale à 4,8V. On obtient la courbe I=f(N) ci-contre :</p> <p>On donne $C=32\mu\text{F}$.</p>

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<div data-bbox="1211 236 1973 715" data-label="Figure"> </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Donner trois caractéristiques de l'état du circuit à la résonance. 2. Dédire de la courbe, la fréquence N_0 et l'intensité efficace I_0 à la résonance. 3. Calculer la résistance R du circuit et l'inductance L de la bobine. 4. Dédire de la courbe la bande passante. 5. <ol style="list-style-type: none"> 5.1 Déterminer le facteur de qualité du circuit à partir du graphe $I = f(N)$. 5.2 Calculer la tension efficace aux bornes du condensateur et de la bobine à la résonance. <p style="text-align: center;"><u>4. Quelques applications de la résonance</u></p> <p><u>En électronique :</u> C'est grâce au phénomène de résonance que l'on capte de manière sélective une station radiophonique ou une chaîne de télévision. Pour écouter une station, on doit accorder la fréquence propre N_0 du circuit RLC du poste radio avec la fréquence N de l'émetteur désiré, en faisant varier la capacité d'un condensateur variable.</p>

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<div data-bbox="1223 212 1890 592" data-label="Diagram"> </div> <p>Chaîne électronique d'un poste de radio. Il faut réaliser $N = N_0$ en modifiant C</p> <p><u>En mécanique :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Les automobilistes sont souvent irrités par les bruits parasites qui apparaissent à une certaine vitesse du véhicule. Certaines pièces mal amorties du moteur, ou de la carrosserie, entrent en résonance et émettent des vibrations sonores. - En 1850, une troupe traversant en ordre serré un pont à Angers, a provoqué la rupture du pont par résonance et la mort de 226 soldats. <p><u>En acoustique :</u></p> <p>La résonance acoustique est importante pour les constructeurs d'instruments de musique, car la plupart de ces instruments emploient des résonateurs, tels que les cordes et le corps d'un violon, la longueur du tube d'une flûte, et la forme d'une membrane de tambour.</p>

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'évaluation</u></p> <p>Au cours d'une séance de travaux pratiques, votre professeur met à votre disposition une bobine B. Il vous demande de déterminer son inductance L sachant que sa résistance $r = 7,5 \Omega$. Pour cela, vous placez la bobine B en série avec un condensateur de capacité $C = 6,1 \mu\text{F}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 15 \Omega$ et un générateur de tension alternative sinusoïdale, de fréquence réglable qui entre ses bornes existe une tension efficace $U_0 = 2\text{V}$. Vous visualisez avec un oscilloscope bi-courbe les variations en fonction du temps, de l'intensité dans le circuit et de la tension aux bornes du générateur. En faisant varier la fréquence f de la tension délivrée par le générateur, vous constatez que les deux sinusoïdes de l'oscillogramme sont en phase lorsque la fréquence $f = 148\text{Hz}$. La tension efficace mesurée aux bornes du condensateur est alors $U_C = 15,4 \text{V}$.</p> <p>Tu es désigné pour faire le compte rendu.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nomme le phénomène observé. 2. Calcule : <ol style="list-style-type: none"> 2.1. l'inductance L de la bobine. 2.2. la valeur de l'intensité efficace du courant. 3. Compare U_C à U_0 puis conclu. 4. Calcule le facteur de qualité Q puis déduis-en la largeur de la bande passante.