

**Exercice 1 - Etude d'une structure en béton.....(08 points)**

**1. Étude de la qualité du béton**

Une fois la structure en béton réalisée, il est possible de contrôler sa qualité (résistance, défauts, position des armatures, etc.) grâce à des techniques utilisant des ondes de différentes natures.

Étude par gammagraphie

La gammagraphie est une méthode d'inspection des constructions en béton qui est utilisée pour localiser les armatures en fer contenues dans le béton. Le principe de fonctionnement de cette technique est fondé sur l'émission de rayonnement gamma par une source (ici le Cobalt 60) qui traverse le matériau ausculté. Le rayonnement gamma est absorbé en fonction de la nature et de la densité du matériau, permettant ainsi d'obtenir une image, en niveaux de gris, des objets présents dans le volume de béton radiographié.

*D'après www.ifsttar.fr*

L'émission de rayonnement gamma par le Cobalt 60 se fait en plusieurs étapes :

- 1<sup>ère</sup> étape : en subissant une désintégration radioactive le Cobalt 60 se transforme en du Nickel 60 à l'état d'énergie  $E_3$  ;
- 2<sup>ème</sup> étape : la désexcitation de l'atome de Nickel de l'état d'énergie  $E_3$  à l'état d'énergie  $E_1$  entraîne l'émission d'un rayonnement ;
- 3<sup>ème</sup> étape : l'atome de Nickel se désexcite une seconde fois passant du niveau d'énergie  $E_1$  au niveau fondamental.

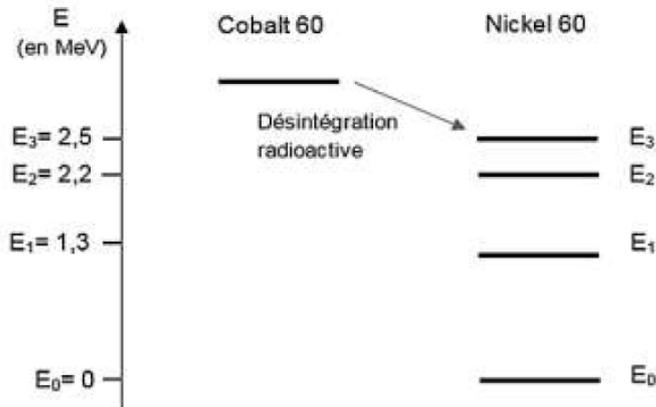
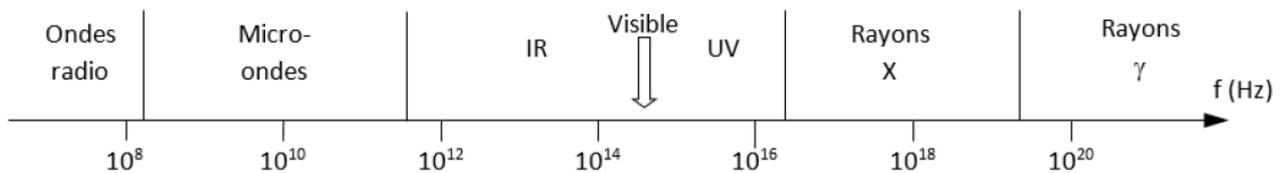


Figure 3. Diagramme d'énergie du Nickel 60. [www.laradioactivite.com](http://www.laradioactivite.com)

Données :

➤ domaine des ondes électromagnétiques :



➤ constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  ;

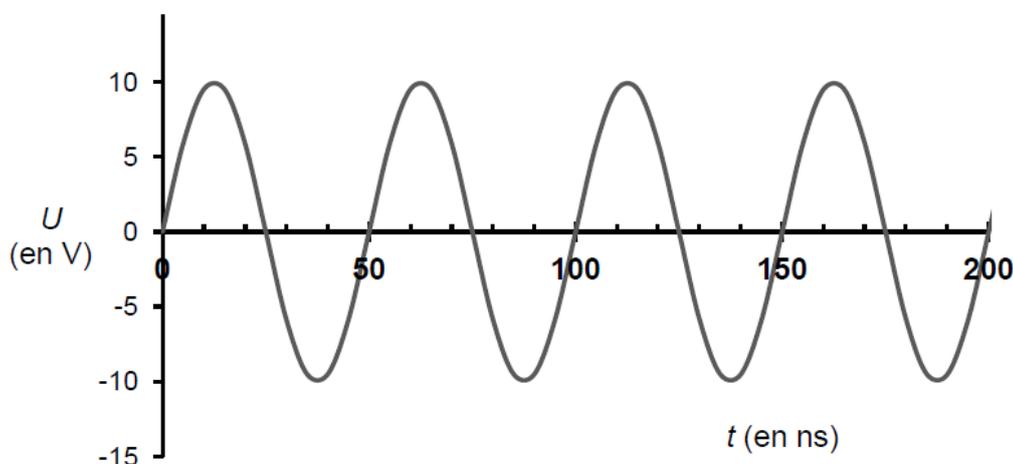
➤  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

- 1.1. Reproduire sur votre copie le diagramme d'énergie du Nickel 60 de la figure 3 et présenter les transitions correspondant à la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> étape évoquées dans le texte.
- 1.2. Montrer que l'énergie d'un photon émis lors de la 2<sup>ème</sup> étape vaut  $E = 1,9 \times 10^{-13} \text{ J}$ .
- 1.3. Calculer la fréquence de l'onde émise lors de la 2<sup>ème</sup> étape. Justifier le nom donné à cette méthode d'inspection.

### Étude par onde ultrasonore

L'utilisation d'ultrasons est un outil très adapté pour l'évaluation non destructive des bétons. Il est possible de détecter des microfissures en étudiant la propagation d'onde ultrasonore dans le béton. De plus, la vitesse de propagation des ondes ultrasonores est reliée directement à la résistance du béton et donc à la qualité de celui-ci.

La courbe ci-dessous représente une simulation de la tension d'alimentation d'un émetteur à ultrason utilisé pour le contrôle des bétons :



L'émetteur génère des ondes ultrasonores de même fréquence que celle de la tension qui l'alimente.

- 1.4. Calculer, en MHz, la valeur de la fréquence des ondes utilisées par cet appareil. On explicitera la méthode utilisée.

Pour qu'un défaut dans la structure soit détectable, il faut qu'il ait une taille au moins égale à la moitié de la longueur d'onde ultrasonore.

La vitesse des ondes ultrasonores peut aller jusqu'à  $4\,500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  dans le cas des bétons de grande qualité.

- 1.5. Une fissure est à considérer comme anormale dès qu'elle dépasse 0,3 mm de largeur. Est-il possible de détecter, dans un béton de grande qualité, une fissure de 0,3 mm à l'aide de cet émetteur à ultrason ?

Dans le cas d'un béton soumis au feu, l'élévation de température provoque une modification physico-chimique du matériau. L'auscultation aux ultrasons, fondée sur des mesures de temps de parcours d'onde ultrasonore est une méthode particulièrement bien adaptée pour remonter à la résistance du béton et ainsi déterminer si une zone a été trop endommagée par le feu.

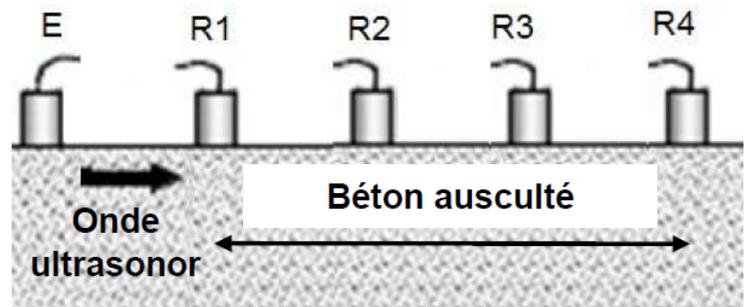
L'auscultation aux ultrasons consiste à envoyer des ultrasons à l'aide d'un émetteur (E). On place ensuite tous les 20 cm des récepteurs (R1 à R4) et on mesure la durée de trajet du signal.

*D'après le laboratoire central des Ponts et Chaussées.*

Données :

- Principe de l'auscultation aux ultrasons

E : Émetteur à Ultrason  
R : Récepteurs



*D'après : <http://thesesups.ups-tlse.fr>*

- Résultats pour le bloc de béton soumis au feu :

Récepteur	Distance entre émetteur et récepteur (en cm)	Temps de réception du signal (en $\mu\text{s}$ )
R1	20	62
R2	40	121
R3	60	195
R4	80	278

- Relation entre vitesse des ultrasons et qualité du béton

Vitesse des ultrasons $v$ en $\text{m.s}^{-1}$	Appréciation de la qualité
> 4500	Excellent
3500 à 4500	Bon
3000 à 3500	Assez bon
2000 à 3000	Médiocre
<2000	Très mauvais

*D'après <http://www.geniecivilfrance.com>*

On considère qu'une zone de béton de qualité médiocre ou inférieure est éliminée par piquage pour réparation ou reconstruction.

- 1.6. Déterminer si le morceau de béton compris entre les récepteurs R<sub>2</sub> et R<sub>3</sub> ausculté doit subir des réparations.

**Exercice 2 - Un mini projecteur.....(05 points)**

Un dispositif de projection pour smartphone est constitué d'une lentille mince convergente de distance focale  $f' = 15,0$  cm. L'écran du smartphone, constituant l'objet à projeter, a une hauteur de 7,0 cm. Il est placé à 18,0 cm de la lentille du dispositif de projection.



1. À partir de la position de l'objet, calculer l'abscisse de l'image formée par la lentille.
2. Réaliser le schéma de la situation à l'échelle 1 cm sur la feuille pour 10 cm dans la réalité.
- 3.a. Déterminer graphiquement la position et la taille de l'image.
- b. Calculer le grandissement à partir des résultats obtenus sur le graphique.
4. Que signifie le signe de grandissement ?

**Exercice 3 - Molécules à quatre atomes de carbone .....(07 points)**

Données • Table de spectroscopie IR :

Liaison	O-H		C=O			C-O		C-H
	Alcool	Carboxyle	Aldéhyde	Cétone	Carboxyle	Alcool	Carboxyle	
$\sigma$ (en $\text{cm}^{-1}$ )	3 200 - 3 550	2 500 - 3 500	1 720 - 1 740	1 700 - 1 720	1 700 - 1 730	1 050	1 210 - 1 320	2 900 - 3 100
Bande	Large	Large	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine
Intensité	Forte	Moyenne	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte

On s'intéresse à trois molécules comportant quatre atomes de carbone :

- le **butan-2-ol**,
- l'**acide butanoïque**,
- la **4-hydroxybutan-2-one**.

1. Donner la formule semi-développée et la formule brute du butan-2-ol.
2. Donner la formule semi-développée et la formule brute de l'acide butanoïque.
3. La molécule 4-hydroxybutan-2-one est bifonctionnelle, c'est-à-dire qu'elle possède simultanément deux groupes fonctionnels. Nommer ces groupes ainsi que les familles correspondantes.
4. Les spectres IR des trois molécules sont représentés ci-dessous et ci-contre : Attribuer chaque spectre à sa molécule.

