

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 8

PARTIE A

Étude d'une structure en béton : de la pose à l'analyse (10 points)

Un coffrage a pour but de réaliser avec du béton des ouvrages aux formes définies. Il s'agit d'une structure provisoire utile pour maintenir le béton en place en attendant sa prise puis son durcissement.

Une fois la structure en béton réalisée, il est important de vérifier si celle-ci ne présente aucun défaut. Des contrôles de la structure sont faits grâce à des outils utilisant des ondes de différentes natures.

1. Pression exercée par le béton sur les fondations

Le béton frais avant le début de son durcissement possède des propriétés communes avec les liquides. Le béton frais exerce une pression sur le coffrage qui l'entoure et sur les fondations. Il est donc important d'estimer cette pression pour s'assurer que la structure est suffisamment résistante.

Le coffrage représenté ci-dessous permet de construire un pilier carré en béton de côté $L = 30,0$ cm et de hauteur $h = 4,50$ m ouvert du côté A.

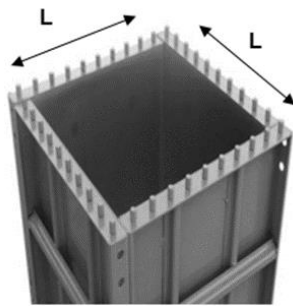


Figure 1. Coffrage vu du dessus
Source : www.cofrasud.com

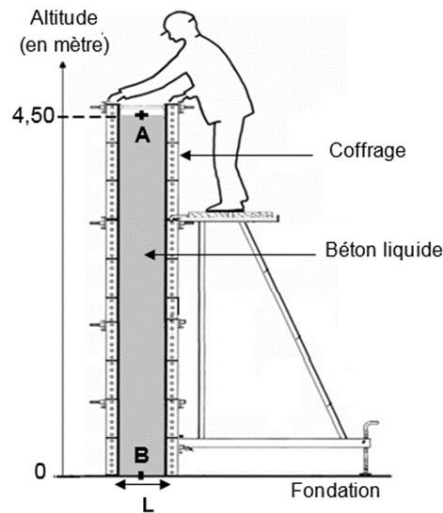


Figure 2. Coffrage vu de côté

Données :

- il existe différents types de coffrage plus ou moins résistants à la pression exercée par le béton liquide.

Gammes Coffrages	Pression relative* maximale autorisée exercée sur les coffrages (en kPa)
Alu et acier	60
Élite métal	100
Cosfort métal	120

* La pression relative est l'écart entre la pression dans le liquide P et la pression atmosphérique P_{atm} :

$$P_{relative} = P - P_{atm}$$

Source : <https://www.coffrages-cosmos.com>

- intensité de la pesanteur $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- masse volumique du béton $\rho_{béton} = 2,40 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- pression atmosphérique $P_{atm} = 1,00 \text{ bar}$ avec $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$;
- les pressions en deux points situés dans un même liquide incompressible sont liées par le principe fondamental de l'hydrostatique : $P_2 - P_1 = \rho \times g \times (z_1 - z_2)$, avec P_1 et P_2 pressions (en Pa) aux points d'altitudes z_1 et z_2 (en m) et ρ la masse volumique du liquide en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

1.1. Indiquer la valeur de la pression P_A au point A en pascal (Pa).

1.2. Montrer que la valeur de la pression au point B est $P_B = 2,06 \times 10^5 \text{ Pa}$.

1.3. Indiquer la gamme de coffrage à utiliser pour construire ce pilier en béton.



(Les numéros figurent sur la convocation.)

2. 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^{ère} étape : en subissant une désintégration radioactive le Cobalt 60 se transforme en du Nickel 60 à l'état d'énergie E_3 ;
- 2^{ème} 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^{ème} étape : l'atome de Nickel se désexcite une seconde fois passant du niveau d'énergie E_1 au niveau fondamental.

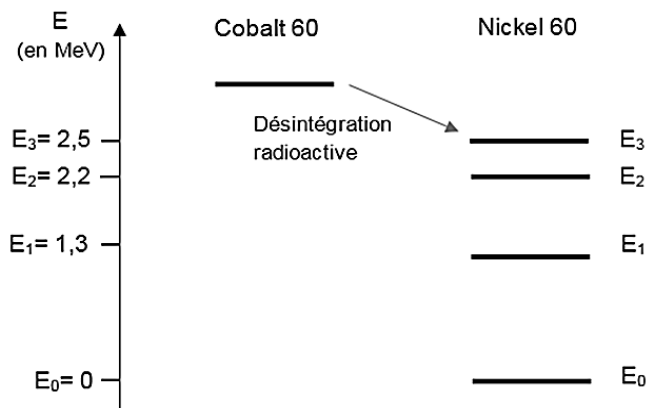
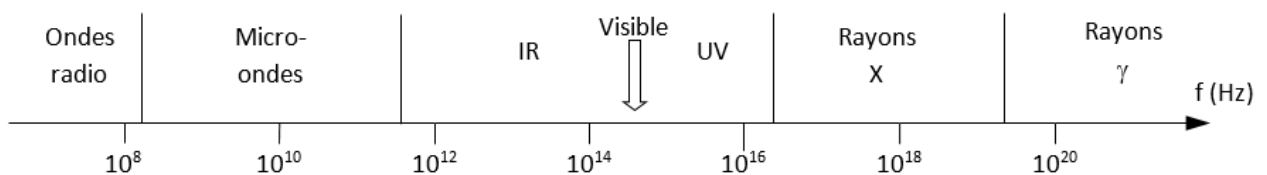


Figure 3. Diagramme d'énergie du Nickel 60. www.laradioactivite.com

Données :

- domaine des ondes électromagnétiques :



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



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

2.1. Reproduire sur votre copie le diagramme d'énergie du Nickel 60 de la figure 3 et présenter les transitions correspondant à la 2^{ème} et la 3^{ème} étape évoquées dans le texte.

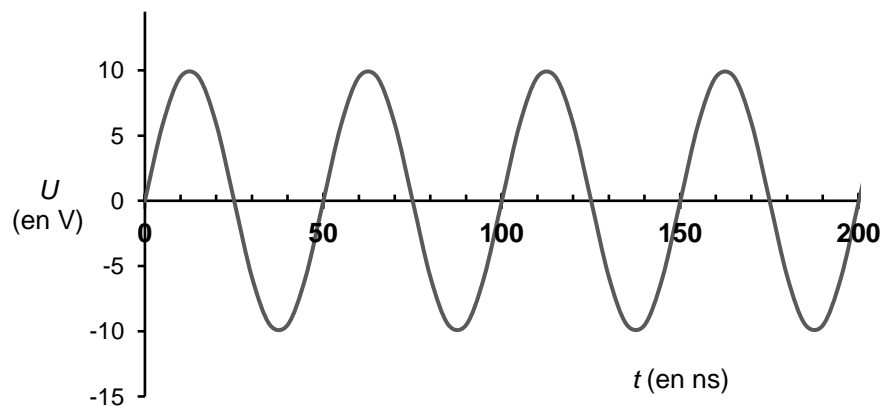
2.2. Montrer que l'énergie d'un photon émis lors de la 2^{ème} étape vaut $E = 1,9 \times 10^{-13} \text{ J}$.

2.3. Calculer la fréquence de l'onde émise lors de la 2^{ème} 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.

2.4. 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.

2.5. 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 ?

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

1.1

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.

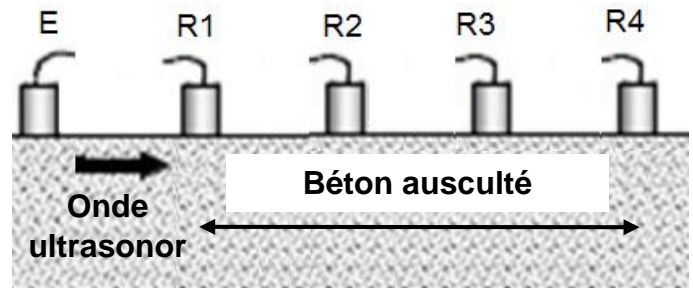
L'auscultation aux ultrasons consiste à envoyer des ultrasons à l'aide d'un émetteur (E). On place ensuite tous les 20 cm des récepteurs (R1 à R4) et on mesure la durée de trajet du signal.

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 µs)
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 $m.s^{-1}$	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.

- 2.6. Déterminer si le morceau de béton compris entre les récepteurs R₂ et R₃ ausculté doit subir des réparations.



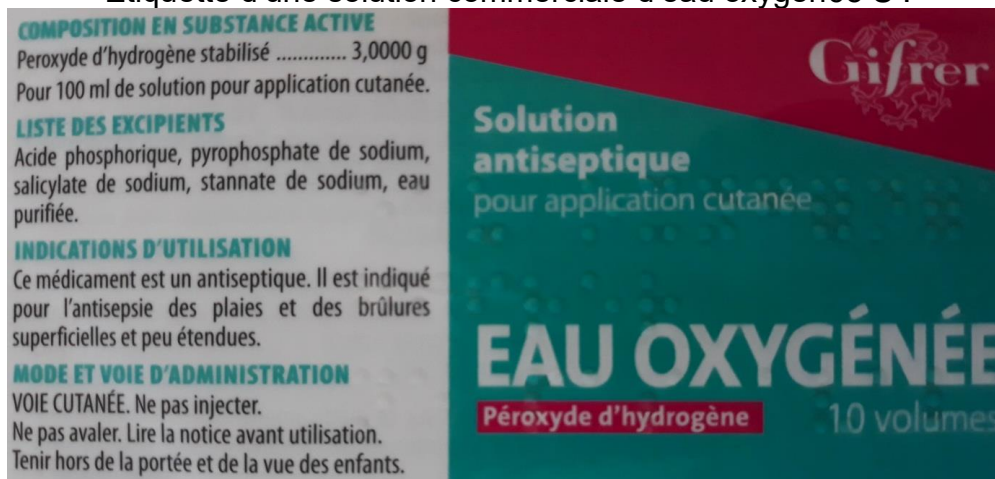
PARTIE B

Un antiseptique : l'eau oxygénée (10 points)

Communément appelée « eau oxygénée », la solution aqueuse antiseptique est utilisée, notamment pour détruire les virus, champignons et bactéries. Son principe actif est le peroxyde d'hydrogène, de formule brute H_2O_2 .

Le but de cet exercice est de vérifier les indications figurant sur l'étiquette d'une solution commerciale d'eau oxygénée.

Etiquette d'une solution commerciale d'eau oxygénée S :



Données

- Masse Molaire Moléculaire du peroxyde d'hydrogène : $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ g.mol}^{-1}$
- Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 contenu dans l'eau oxygénée peut être oxydé par les ions permanganates MnO_4^- suivant la réaction d'oxydoréduction dont l'équation est la suivante :
$$2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 6 \text{H}^+ (\text{aq}) + 5 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 8 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 5 \text{O}_2 (\text{g})$$
- Couples d'oxydoréduction mis en jeu : $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) / \text{Mn}^{2+} (\text{aq})$ $\text{O}_2 (\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2 (\text{l})$
- Le titre T d'une eau oxygénée exprime le volume de dioxygène que peut libérer un litre d'eau oxygénée en volume: En effet, l'eau oxygénée en réagissant avec elle-même, libère du dioxygène gazeux selon l'équation :
$$2 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{O}_2 (\text{g})$$
Lors de cette réaction, H_2O_2 joue à la fois le rôle d'oxydant et de réducteur. Le titre T est donnée par la relation : $T = \frac{C.V_m}{2}$

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

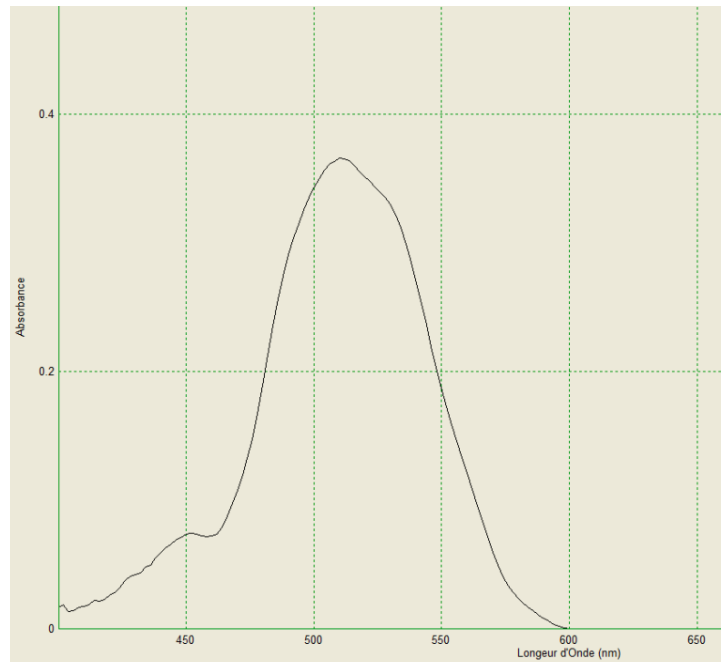


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

avec T : titre, C : concentration en quantité de matière en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $V_m = 22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$: volume molaire d'un gaz (dans les conditions normales de température et de pression)

- Spectre d'absorption obtenu au laboratoire d'une solution aqueuse de permanganate de potassium :



1. Préparation de la solution à titrer

Afin de procéder au titrage du peroxyde d'hydrogène contenue dans la solution commerciale par les ions permanganate, la solution commerciale S est diluée dix fois pour obtenir la solution S'.

- 1.1. Rédiger précisément le protocole à suivre pour réaliser cette dilution.
- 1.2. Seuls les ions permanganate sont colorés en solution aqueuse. Justifier cette propriété et préciser la couleur de ces ions en solution aqueuse.

2. Titrage du peroxyde d'hydrogène par les ions permanganate

Il est procédé au titrage d'oxydoréduction suivi par colorimétrie de $V = 20,0 \pm 0,05 \text{ mL}$ de la solution S' par une solution de permanganate de potassium de concentration en quantité de matière égale à $C_0 = (5,00 \pm 0,2) \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Lors de ce titrage colorimétrique, le volume obtenu à l'équivalence est de $V_{\text{éq}} = 13,7 \pm 0,05 \text{ mL}$.

- 2.1. Schématiser le montage expérimental utilisé en le légendant.



- 2.2. Écrire les demi-équations électroniques mises en jeu lors du titrage permettant de retrouver l'équation de la réaction d'oxydoréduction support du titrage.
- 2.3. Définir l'équivalence et donner, à l'équivalence, la relation entre les quantités de matière des ions permanganate introduits $n(\text{MnO}_4^-(\text{aq}))$ et du peroxyde d'hydrogène $n(\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}))$ initialement présent dans l'échantillon titré.
- 2.4. Comment l'équivalence est-elle repérée lors de ce titrage ?
- 2.5. Déterminer C' , la concentration en quantité de matière du peroxyde d'hydrogène de la solution S' .
- 2.6. L'incertitude relative sur C vaut $U(C)=0,034 \text{ mol.L}^{-1}$. Proposer un encadrement de la concentration en quantité de matière C du peroxyde d'hydrogène de la solution commerciale S

3. Conformité de la solution avec les indications de l'étiquette

- 3.1. Vérifier que la concentration $C_{\text{étiquette}}$ en quantité de matière du peroxyde d'hydrogène indiquée sur l'étiquette correspond à $0,89 \text{ mol.L}^{-1}$.
- 3.2. Les indications de l'étiquette correspondent-elles à la solution commerciale analysée ?

4. Efficacité d'une bouteille d'eau oxygénée ouverte depuis plusieurs mois

Une bouteille d'eau oxygénée a été ouverte depuis plusieurs mois. L'eau oxygénée peut réagir avec le dioxygène de l'air et perdre ainsi toute ou une partie de ses propriétés antiseptiques. On considère que l'eau oxygénée est encore efficace pour désinfecter les plaies si son titre est au moins égal à 0,5 volume.

Le protocole de titrage est reproduit sans diluer la solution d'eau oxygénée et le volume équivalent obtenu est alors $V_{\text{eq}} = 4,32 \text{ mL}$.

La solution contenue dans cette bouteille est-elle encore efficace ?