

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2014

Série STI2D

Série STL spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 3 heures

Coefficient : 4

CALCULATRICE AUTORISÉE

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'elles ne soient pas connectables à un réseau.

Ce sujet comporte 16 pages numérotées de 1/16 à 16/16.

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet.

Les pages 15/16 et 16/16 où figurent les documents réponses sont à rendre avec la copie.

Lors des applications numériques, les résultats seront donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec ceux de l'énoncé et une attention particulière sera portée aux unités utilisées.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Les parties du sujet sont indépendantes et peuvent être traitées séparément dans l'ordre choisi par le candidat.

VOILIER DE PLAISANCE



Les « *bateaux de plaisance* » sont à voile ou à moteur et de tailles variables. Ils sont tous conçus et aménagés exclusivement pour le loisir, par exemple pour les sorties de courte durée, les croisières ou les régates de détente.

Contrairement aux bateaux de courses et à certains bateaux à usages professionnels (bateaux de pêche, de commerce...), ils privilégient le confort et la sécurité des passagers à la performance.

Chaque type de bateau est adapté à une utilisation spécifique. Leurs caractéristiques techniques en dépendent, de même que les matériaux de construction ou encore la taille de l'embarcation.

Trois parties indépendantes feront l'objet de cette étude :

Partie A : l'équipement énergétique.

Partie B : l'étude de la structure du bateau.

Partie C : les U.V. et la santé.

Partie A : l'équipement énergétique.

Pour les plaisanciers et autres adeptes de la navigation à voile, le confort est souvent spartiate. Sans moteur, il est difficile de produire l'énergie suffisante pour s'éclairer, cuisiner ou tout simplement faire fonctionner les instruments de bord.

Les progrès et la miniaturisation survenus dans le domaine des panneaux photovoltaïques ces dernières années ont permis d'effectuer de grandes avancées dans ce domaine. Avec un dispositif simple combinant panneaux solaires et accumulateurs, il est désormais possible d'être énergétiquement autonome en mer.

Avant toute autre chose, un plaisancier doit estimer correctement sa consommation.

A.1. Étude de la consommation énergétique.

Document 1 : bilan de la consommation électrique des appareils à bord pendant 24 heures

APPAREIL	PUISSANCE EN WATT	DURÉE D'UTILISATION EN HEURE
Feux de navigation	25	8,0
Appareils électroniques	5,0	24
Réfrigérateur	30	24
Pilote automatique	20	14
Lampes électriques	30	4,0

- A.1.1.** À partir du **document 1 ci-dessus**, calculer, en W.h, l'énergie électrique W_e consommée par les appareils de bord au cours d'une journée.
- A.1.2.** Montrer que la quantité d'électricité Q stockée dans la batterie 12 V servant à alimenter l'installation du voilier est alors égale à 120 A.h.
- A.1.3.** Une batterie ne pouvant pas se décharger de plus de 80% de sa capacité maximale sans se détériorer, en déduire la valeur de la capacité maximale Q_{\max} de la batterie étudiée précédemment.

A.2. Recharge de la batterie.

Pour recharger la batterie, le plaisancier veut équiper son bateau de panneaux solaires. Son choix s'est arrêté sur un type de panneau solaire décrit dans le **document 2 page 5/16**.

A.2.1. Compléter le **document réponse 1 page 15/16** schématisant les transferts énergétiques du panneau photovoltaïque.

A.2.2. Définir le rendement de conversion d'un panneau solaire.

A.2.3. À partir du **document 2 page 5/16**, calculer l'énergie lumineuse minimale que doit recevoir le panneau solaire pour assurer la production d'électricité correspondant à une consommation de 1440 W.h à bord du bateau.

A.2.4. Extraire 3 arguments du **document 2 page 5/16** que le plaisancier a pu retenir pour sélectionner ce type de panneau, en fonction de son utilisation.

A.2.5. Les caractéristiques de trois panneaux solaires sont données dans le tableau du **document 2 page 5/16**.

A.2.5.1. La valeur nominale de l'intensité du panneau de puissance maximale 100 W a été effacée. Retrouver sa valeur par un calcul.

A.2.5.2. Le plaisancier opte pour 3 panneaux identiques. Son choix s'organise selon les critères suivants :

- les panneaux solaires fonctionnent 6 heures en une journée,
- la masse doit être minimale,
- les besoins énergétiques doivent être satisfaits.

Donner le type de panneau adéquat. Justifier votre réponse.

Document 2 : Notice de panneau solaire



Ce type de panneau solaire est idéal pour alimenter vos appareils électriques via vos batteries 12V. Il est conçu pour des applications marines et pourra donc être utilisé sur des voiliers, des catamarans ou tout autre type de bateaux.

Utilisant un matériau monocristallin, donc avec un rendement très intéressant, ce panneau solaire vous permet d'avoir un gain de place essentiel pour les petits et moyens bateaux et possède le meilleur rapport performance / prix du marché.

En outre, le panneau solaire dispose d'un boîtier anti-humidité pour protéger tous les câbles et est résistant à l'eau et aux intempéries, ce qui vous garantit une utilisation durable : à peu près 10 ans.

Grâce aux supports en aluminium déjà intégrés au panneau solaire, vous pouvez soit l'installer directement sur le bateau ou bien sur un portique par exemple à l'arrière du voilier car il peut être percé ou collé.

Ses caractéristiques principales sont un rendement énergétique exceptionnel et un faible encombrement par rapport à d'autres panneaux solaires de même puissance. Ceci est rendu possible grâce à l'utilisation d'un panneau solaire monocristallin nouvelle génération "Back Contact".

La technologie "Back contact" permet d'obtenir un **rendement de conversion** exceptionnel de 19,4% et améliore les performances du panneau solaire lorsque le spectre lumineux diminue. Elle permet d'obtenir un courant de charge très élevé et ce malgré des dimensions très réduites.

Source : énergiedouce.com

Caractéristiques techniques de 3 panneaux solaires

Puissance maximale en W	Tension nominale en V	Intensité nominale en A	Intensité de court-circuit en A	Dimension Lxlxe en mm	Masse en kg
50	17,6	2,84	3,05	593x536x3	4,7
100	17,8	5,97	1093x540x3	9,3
120	19,9	6,03	6,40	1200x540x3	11,1

Partie B : l'étude de la structure du bateau.

B.1. Étude de la résistance aux chocs d'une coque en acier.

Document 3 : Propriétés mécaniques de l'acier - Élasticité d'un acier

L'acier est un alliage de fer et de carbone, c'est un matériau homogène et isotrope. Il peut être sollicité de manière identique dans toutes les directions en compression et en traction.

Traction

La propriété mécanique la plus souvent mise en avant pour l'acier est sa résistance à sa traction.

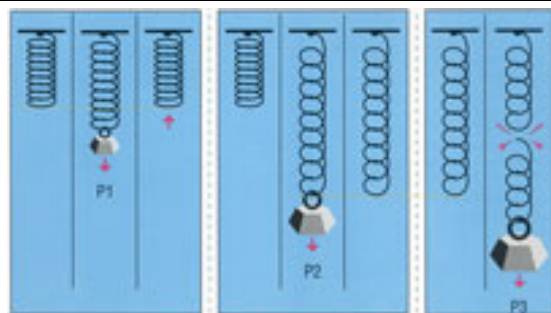
Elle est liée à la propriété de ductilité (propriété de se laisser étirer sans se rompre) du matériau, qui peut subir une grande déformation avant la rupture.

Lorsque l'acier est soumis à un effort de traction, il passe par trois états successifs : le domaine élastique, le domaine plastique et la rupture.

Ces trois états sont déterminés à travers **une courbe dite de traction** représentée sur le **document réponse 2 page 15/16**.



Essai de traction



Les trois phases de comportement de l'acier :

Élastique, plastique et rupture.

Domaine réversible : domaine élastique

L'acier s'allonge quand on tire dessus. La longueur de l'allongement est proportionnelle à la sollicitation c'est-à-dire à l'effort de traction.

L'acier reprend sa longueur initiale lorsque la force n'agit plus. Lorsque la limite d'élasticité est atteinte, l'acier passe dans le domaine plastique. Cette limite est une caractéristique fondamentale des aciers.

Domaine irréversible : domaine plastique

Lorsqu'on augmente l'effort, on constate que le morceau d'acier ne retrouve plus sa longueur initiale après déchargement. On entre alors dans la déformation plastique de l'acier.

L'acier se déforme jusqu'à la limite de rupture.

Rupture : domaine de striction

Au-delà de la limite de résistance à la traction, il y a rupture après une déformation locale dans la zone de "striction".

L'essai de traction permet à ce niveau de déterminer la propriété de déformation plastique pour mesurer la capacité du matériau à subir des mises en forme. C'est **l'allongement à rupture** : allongement maximal admissible avant rupture qui exprime également la ductilité de l'acier, c'est-à-dire la capacité à être déformé, courbé, étiré etc. sans se rompre.

Source: crit.archi.fr

B.1.1. La courbe de traction du **document réponse 2 page 15/16** représente la contrainte en MPa (10^6 Pa) en fonction de la déformation en valeur relative (par exemple 0,05 équivaut à 5 % d'allongement).

B.1.1.1. Quelle unité a pour symbole Pa ? De quelle grandeur mesurée s'agit-il ?

B.1.1.2. Sur la courbe de traction du **document réponse 2 page 15/16**, repasser en couleur la partie de courbe du domaine élastique. Justifier votre réponse à l'aide d'une phrase citée dans le **document 3 page 6/16**.

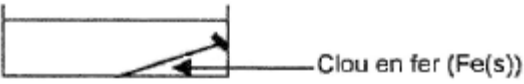

B.1.1.3. La barre d'acier testée lors de l'essai de traction présenté au **document 3 page 6/16** a une longueur initiale de 100 mm. Quelle est la valeur de la contrainte maximale que peut supporter la barre pour rester dans le domaine élastique ? Quelle est la valeur de son allongement à rupture exprimée en mm ?

B.2. Protection contre la corrosion.

La corrosion est un phénomène bien connu des marins. Les bateaux dont la coque est en acier en sont victimes et doivent en être protégés.

La corrosion est la conséquence de l'oxydation du fer par le dioxygène et on observe qu'elle s'accroît en milieu humide et salé.

Pour comprendre ce phénomène et un moyen de s'en protéger, deux expériences sont réalisées :

 <p>Clou en fer seul plongé dans l'eau salée</p>	 <p>Clou en fer en contact d'une lame de zinc plongé dans l'eau salée</p>
Expérience 1	Expérience 2

Pour exploiter ces expériences, les résultats à différents tests sur l'identification des ions ont été rassemblés dans le tableau du **document 4 ci-dessous** .

Document 4 : tests d'identification des ions

TUBE	ION À TESTER	RÉACTIF	OBSERVATION
1	Ion fer II Fe^{2+}	Ion hexacyanoferrate	Coloration bleue
2	Ion zinc II Zn^{2+}	Ion hexacyanoferrate	Précipité blanc
3	Ion hydroxyde HO^-	Phénolphtaléine	Coloration rose

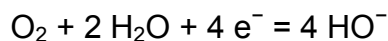
B.2.1. Exploitation de l'expérience 1.

B.2.1.1. On effectue les tests et on observe que les parties extrêmes du clou (pointe et tête) sont entourées d'une zone bleue alors que la partie centrale est entourée d'une zone rose.

En vous aidant du tableau du **document 4 ci-dessus**, citer les ions qui sont apparus dans les parties extrêmes et dans la partie centrale du clou.

B.2.1.2. Écrire la demi-équation électronique traduisant la transformation du métal fer, Fe, aux extrémités du clou.

B.2.1.3. La demi-équation électronique traduisant la transformation qui a lieu dans la partie centrale du clou s'écrit :



En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation chimique se produisant à la surface du clou.

B.2.1.4. Pour interpréter les observations faites dans l'expérience 1, on suppose que l'oxydation et la réduction se produisent dans des zones distinctes (tête et partie centrale du clou).

Compléter le **document réponse 3 page 16/16**, en indiquant les zones d'oxydation et de réduction.

B.2.2. Exploitation de l'expérience 2.

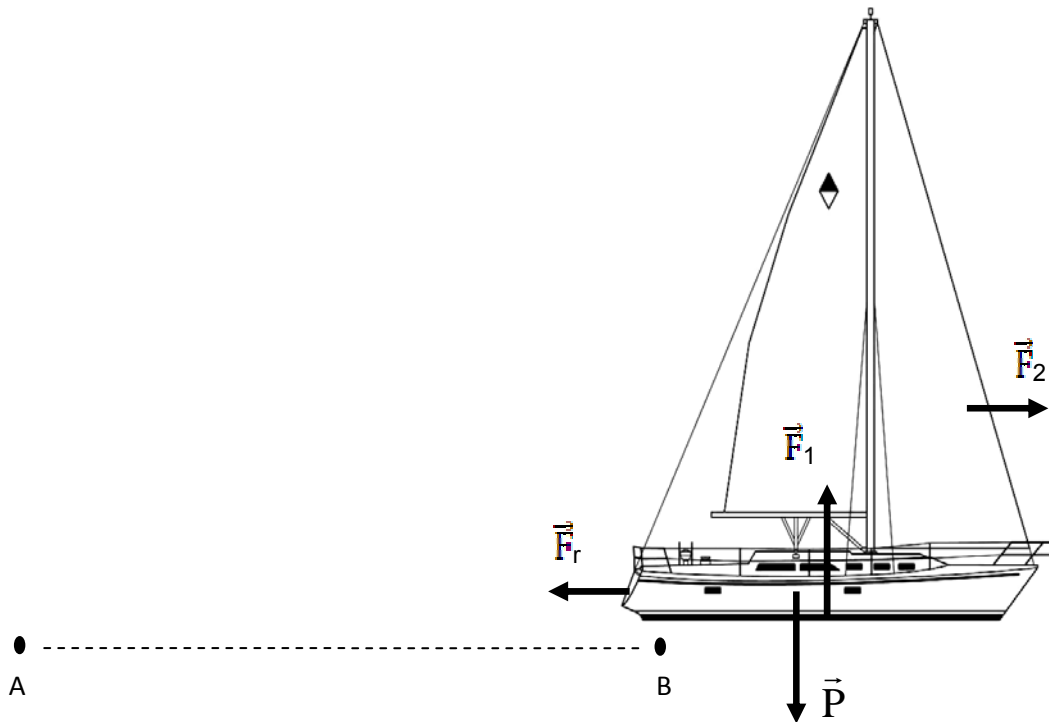
B.2.2.1. On effectue les tests et on observe que le clou est entouré quasi uniformément d'une zone rose alors que la lame de zinc est entourée d'une zone blanche.

En vous aidant du tableau du **document 4 page 8/16**, citer, parmi les deux métaux, celui qui est oxydé. Justifier.

B.2.2.2. Utiliser les résultats de cette expérience pour expliquer pourquoi les constructeurs de bateaux fixent des électrodes en zinc sur la coque en acier des bateaux.

B.2.2.3. Justifier le terme « **anode sacrificielle** » utilisé pour l'électrode en zinc.

B.3. Étude cinétique du voilier.



B.3.1. Sur le **document réponse 4 page 16/16**, à l'aide d'une flèche, relier chaque action à la ou les forces la modélisant.

B.3.2. Le travail d'une force d'intensité constante est donné par la relation :

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot d \cdot \cos \alpha \quad \text{avec } d = AB$$

Donner la signification et l'unité de chaque terme ?

B.3.3. Pour chaque force exercée sur le voilier, préciser si le travail de chaque force est nul, moteur ou résistant, en justifiant votre réponse.

B.3.4. La vitesse d'un bateau s'exprime en nœud marin : 1 nœud = 1852 m/h.

Le voilier de masse $m = 10 \text{ t}$ (t : tonne) dispose en A d'une vitesse $v_A = 3 \text{ nd}$ (nd : nœud).





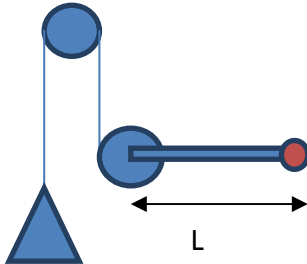
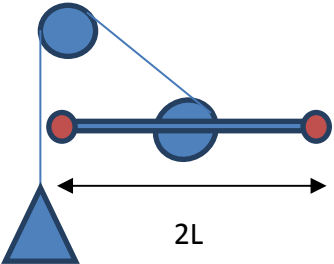
B.3.4.1. Calculer, en A, l'énergie cinétique E_{cA} du bateau ($1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$) sachant que $E_c = \frac{mv^2}{2}$ en respectant les unités du système international.

B.3.4.2. Le vent devient plus fort, le bateau accélère, il acquiert, en B, une vitesse v_B . Sachant que la somme des travaux des forces appliquées au voilier lors du déplacement AB est égale à $2,2 \cdot 10^4$ J, et en appliquant le théorème de l'énergie cinétique, démontrer que l'énergie cinétique acquise au point B est $E_{CB} = 3,3 \cdot 10^4$ J.

En déduire que la vitesse au point B est de 5 nœuds.

B.4. Monter la grand-voile.

Sur un voilier, pour monter ou descendre la grand-voile, on peut utiliser différents dispositifs :

		
<p>À la force des bras</p>	<p>Winch à une manivelle</p>	<p>Winch à double manivelles</p>
	 <p style="text-align: center;">L</p>	 <p style="text-align: center;">$2L$</p>

Un **winch** est un équipement fixe placé sur le pont d'un voilier qui permet de **démultiplier la traction exercée par l'équipage** sur les cordages utilisés pour contrôler la voile.

- B.4.1.** Sachant que la voile à remonter a une masse $m = 200 \text{ kg}$, quelle est la valeur de son poids, P , exprimée en newton (N) ? On prendra l'intensité de pesanteur $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

En déduire la valeur de la force F_1 nécessaire pour relever, à vitesse constante, la grande voile. Est-ce possible pour un marin seul ?

- B.4.2.** La corde est entourée sur le corps du winch de rayon $r = 4 \text{ cm}$ relié à une manivelle de longueur $L = 16 \text{ cm}$.

D'après le théorème des moments, on a la relation :

$$F_2 \cdot L = P \cdot r \quad F_2 \text{ et } P \text{ en newton ; } L \text{ et } r \text{ en mètre}$$

Calculer la valeur de la force F_2 exercée par le marin.

- B.4.3.** Pour le winch à deux manivelles séparées d'une distance de $2L$, les deux forces exercées par chaque main du marin constituent un couple. Quelles conditions doivent-elles remplir pour constituer ce couple ?

Calculer la valeur F_3 commune à ces deux forces.

- B.4.4.** Quel est le rapport entre F_1 et F_2 puis entre F_1 et F_3 ? Argumenter l'expression **démultiplier la traction exercée par l'équipage**.

PARTIE C : les U.V. et la santé.

- C.1.** Les ultraviolets sont la cause du bronzage. Sur un bateau, la réverbération accentue les effets du soleil. À haute dose, ils sont nocifs pour la santé. Ils peuvent provoquer des cancers cutanés tel que le mélanome.

Les ultraviolets peuvent être subdivisés, selon leur longueur d'onde, en ultraviolets proches (200 - 380 nm) et ultraviolets extrêmes (100 - 200 nm).

- C.1.1.** L'énergie d'une radiation est donnée par la relation $E = \frac{hc}{\lambda}$.

Que représente la grandeur c ? Donner sa valeur dans l'air.

- C.1.2.** Quels sont les ultraviolets les plus énergétiques ? Justifier.

- C.1.3.** Comment peut-on se protéger des rayons ultraviolets ?

C.2. Traitement du cancer de la peau.

Délivrés à haute dose, et visant exclusivement la partie malade, les rayonnements émis par des sources radioactives peuvent détruire une tumeur cancéreuse. C'est la radiothérapie.

La source radioactive peut être située à l'extérieur de l'organisme (téléradiothérapie), le rayonnement émis étant concentré et focalisé sur la tumeur, ou à l'intérieur du corps du malade, posée à proximité de la tumeur (curiethérapie).

La curiethérapie utilise des fils de platine iridié (iridium 192) ou des grains de césium 137. Ces sources radioactives sont introduites dans de petits réceptacles préalablement placés au contact de la tumeur.

L'isotope de l'iridium utilisé pour la curiethérapie est $^{192}_{77}\text{Ir}$, émetteur radioactif β^- .

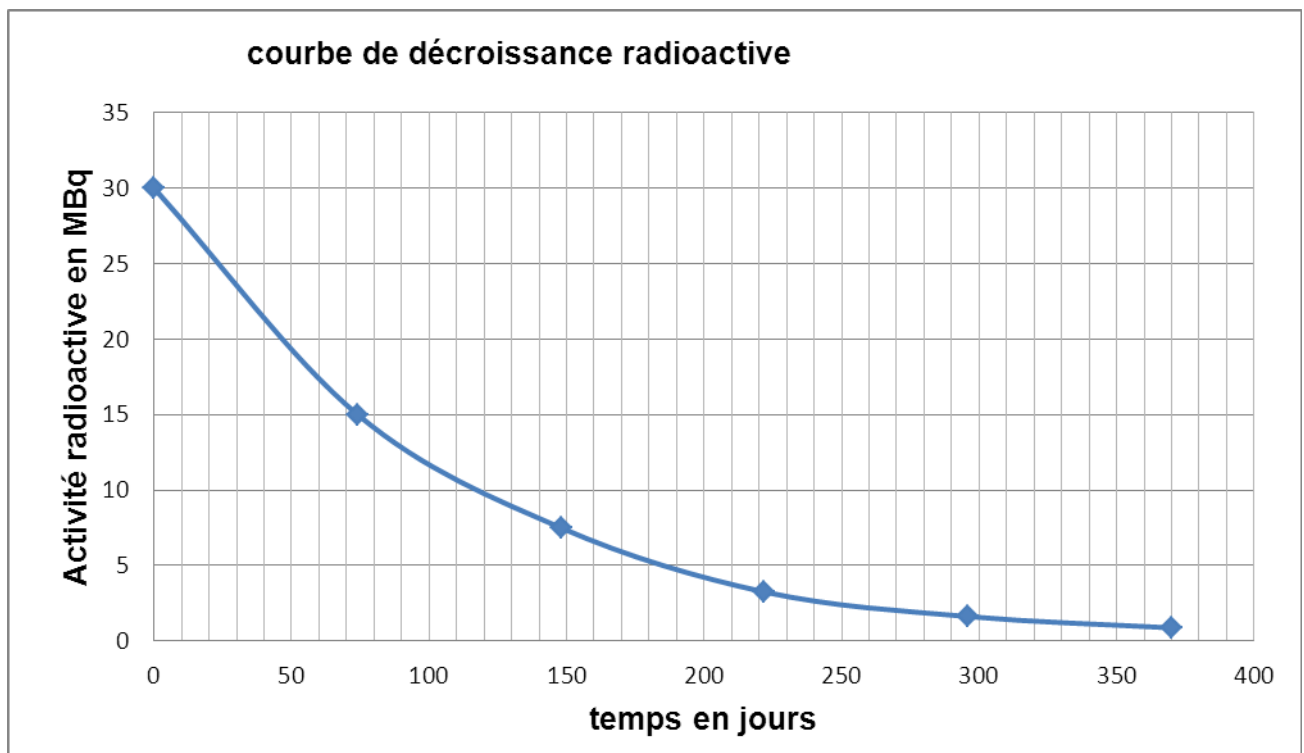
C.2.1. Donner la composition du noyau d'iridium.

C.2.2. Quelle est la particule émise lors d'une désintégration β^- ?

C.2.3. Écrire l'équation de désintégration du noyau d'iridium 192 sachant que le noyau fils est le platine Pt.

C.2.4. Donner la définition d'une demi-vie (ou période radioactive) T pour une source radioactive.

C.2.5. À l'aide de la courbe de décroissance radioactive, déterminer la demi-vie T de l'iridium 192.



C.2.6. L'incertitude sur la mesure du temps est donnée par la relation :

$$\Delta t = \frac{\Delta A}{A\lambda} \quad \text{avec} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

A : activité radioactive en Bq.

λ : constante radioactive en jour^{-1} .

ΔA : incertitude sur l'activité radioactive en Bq.

Δt : incertitude sur la mesure du temps en jour.

T : demi-vie en jour.

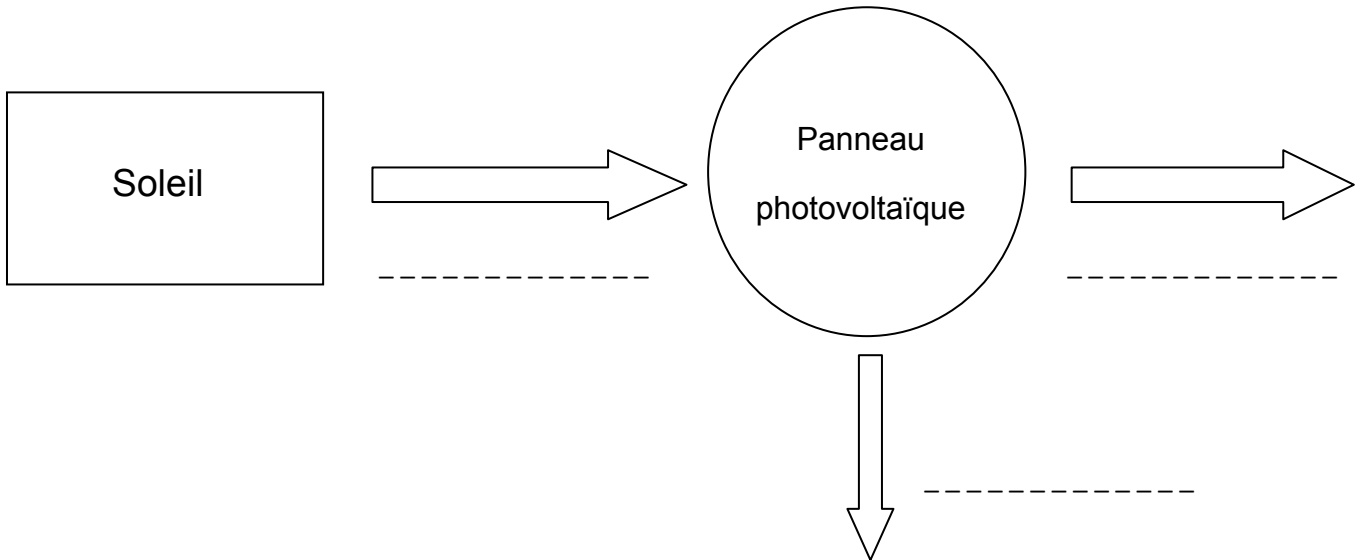
Sachant que $\Delta A = 1,0 \text{ MBq}$ et $A = 15 \text{ MBq}$, calculer l'incertitude Δt et exprimer la période avec son incertitude.

C.2.7. Quelle valeur le pourcentage de noyaux radioactifs restants au bout de 220 jours prend-il ? Choisir parmi les propositions suivantes : 50%, 33%, 25% ou 10%, et justifier votre réponse.

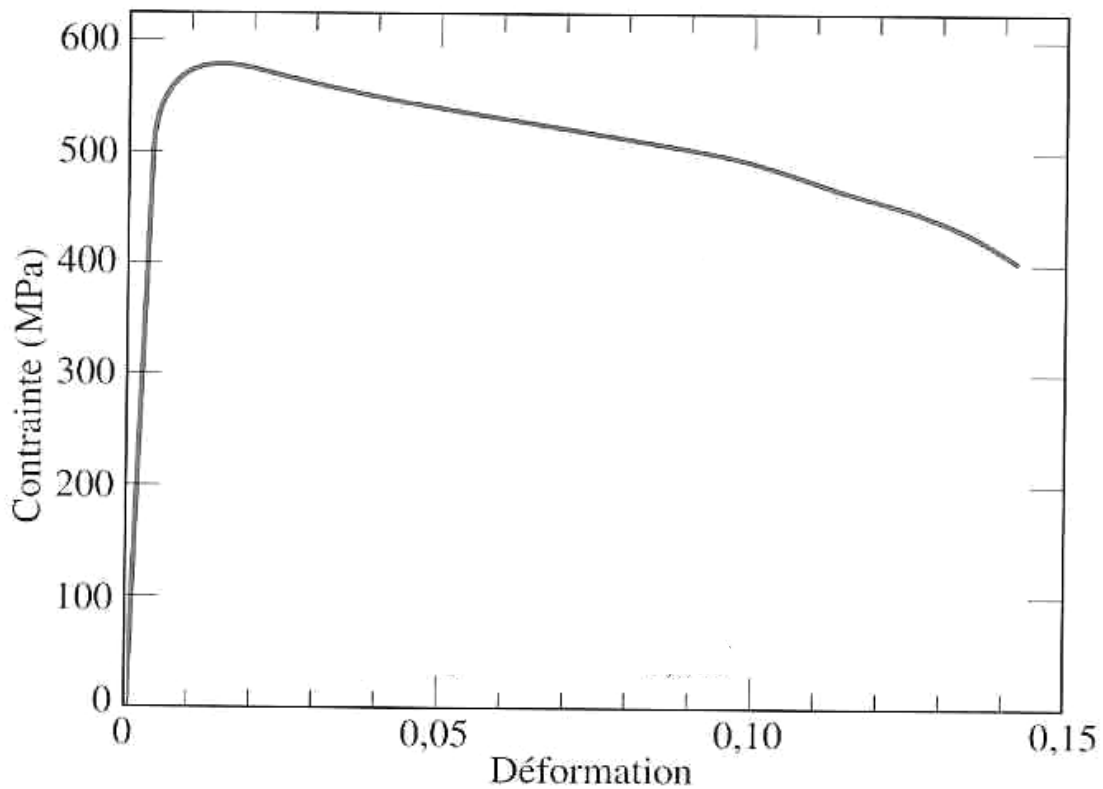
DOCUMENTS RÉPONSES

(à rendre avec la copie)

Document réponse 1 de la question A.2.1.



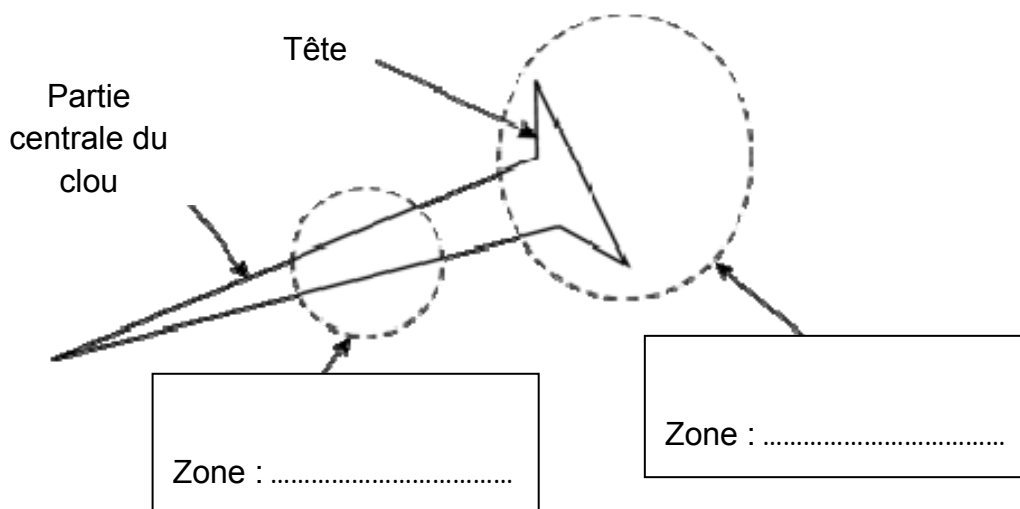
Document réponse 2 : courbe de traction d'un acier



DOCUMENTS RÉPONSES

(à rendre avec la copie)

Document réponse 3 à la question B.2.1.4. :



Document réponse 4 à la question B.3.1.

ACTION	FORCES
Action de l'eau sur le bateau •	• Poussée d'Archimède \vec{F}_1
Action de l'air sur le bateau •	• Poids du bateau \vec{P}
Action de la Terre sur le bateau •	• Frottements de l'eau \vec{F}_r
	• Force motrice \vec{F}_2