

BACCALAUREAT BLANC

EXTERNAT NOTRE DAME

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice électronique est autorisée

Ce sujet comporte 3 exercices

15 Pages numérotées de 1 à 15, y compris celle-ci.

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres :

Exercice I – La propreté de l'huile (9 points)

Exercice II – Particules ou ondes ? (6 points)

Exercice III – Soleil, vacances et écologie (5 points)

Exercice I – La propreté de l'huile (9 points)

C'est par la pression de la pulpe d'olive provenant du broyage des olives, et par extraction de la fraction huileuse des autres composants solides et liquides, que sont produites les huiles d'olive.

Les huiles d'olive « vierges » sont des huiles obtenues par procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques, dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile ; elles n'ont subi aucun traitement autre que lavage, décantation, centrifugation et filtration.

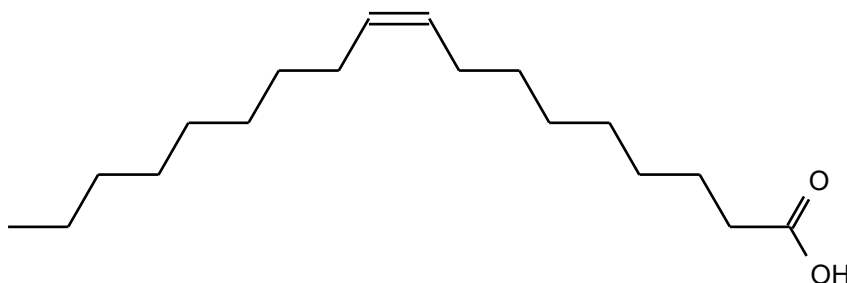
Différentes catégories d'huile d'olive « vierge » existent en fonction de leur taux en acide oléique ; par exemple l'huile d'olive « vierge » extra, considérée comme la meilleure, comporte au maximum 0,8 g d'acide oléique pour 100 g d'huile. La qualité nutritionnelle et organoleptique dépend de la catégorie.

Les principaux constituants des huiles végétales et des graisses animales sont des triglycérides d'acides gras (notés TAG). L'acide gras, majoritairement présent les TAG de l'huile d'olive est l'acide oléique ; il est formé lors de la dégradation de l'huile par hydrolyse. C'est l'acide gras, c'est-à-dire à longue chaîne, le plus abondant de l'organisme ; son nom vient de l'huile d'olive, mais il est aussi abondant dans les TAG des huiles végétales et de certaines graisses animales (graisses d'oie, de canard ...). Il fait partie de la famille des acides gras oméga 9, acides mono-insaturés qui ont des effets bénéfiques reconnus contre les maladies cardio-vasculaires.

L'huile d'olive peut être consommée à froid ou en friture et être utilisée pour la fabrication des savons.

Données :

- formule topologique de l'acide oléique :



Espaceagro.com



Savon-de-marseille.com

- masses molaires moléculaires :

$$M_{\text{acide oléique}} = 282 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{\text{oléine}} = 884 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{\text{savon}} = 304 \text{ g.mol}^{-1};$$

- masse volumique de l'huile d'olive : $\rho_{\text{huile d'olive}} = 0,92 \text{ g.mL}^{-1}$;

- l'huile d'olive est miscible à un mélange d'éthanol et d'éther et elle est non miscible à l'eau ;

- taux d'acidité libre :

Le taux d'acidité libre représente la proportion d'acides gras libres qui apparaissent lorsque les triglycérides de l'huile d'olive sont dégradés par hydrolyse. Ce taux est exprimé en « grammes d'acide libre pour 100 g d'huile ».

Type d'huile d'olive	Taux d'acidité
Huile d'olive extra vierge	$\leq 0,8\%$
Huile d'olive vierge	$\leq 2\%$
Huile d'olive vierge courante	$\leq 3\%$
Huile d'olive raffinée	$\leq 0,3\%$

D'après <http://www.olivierdeprovence.com>

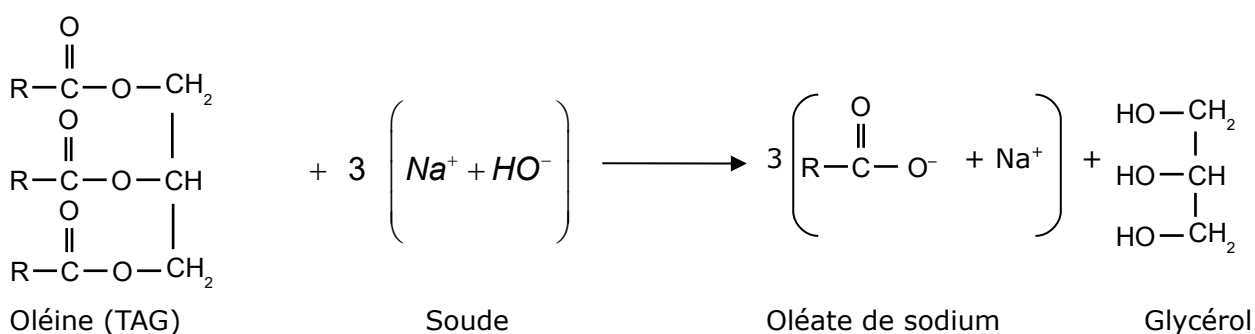
1. De l'huile d'olive au savon

À partir des triglycérides d'acides gras (TAG) présents dans les huiles, il est possible de synthétiser des savons. Le savon de Marseille ® est fabriqué à partir d'huile d'olive et de soude ; ce savon est constitué d'oléate de sodium.

Le protocole de synthèse de ce savon au laboratoire est décrit ci-dessous :

- verser 13,6 g d'huile d'olive (oléine) et 20 mL d'éthanol dans un ballon ;
- ajouter 20 mL de soude à 10 mol.L^{-1} (en excès) ;
- chauffer à reflux le mélange réactionnel durant 15 minutes environ ;
- verser le mélange obtenu dans un bécher contenant 100 mL de solution aqueuse de chlorure de sodium : le précipité obtenu est l'oléate de sodium.

Équation de la réaction de synthèse de l'oléate de sodium



1.1. À quelle famille de fonction appartiennent les TAG ?

1.2. Compléter le protocole avec les étapes permettant d'obtenir un « pain » de savon utilisable en cosmétique.

- 1.3. Quel est le rendement de la réaction de synthèse du savon de Marseille ® au laboratoire sachant que 6,6 g de savon ont été obtenus en mettant en œuvre le protocole décrit ci-dessus ?
- 1.4. Mécanisme réactionnel de la synthèse d'un savon.
Un mécanisme simplifié de la réaction de synthèse d'un savon est proposé sur **l'ANNEXE à RENDRE AVEC LA COPIE.**
- 1.4.1. Représenter les flèches courbes rendant compte du mécanisme des trois étapes. Justifier précisément l'orientation de ces flèches.
- 1.4.2. Pour chacune des trois étapes, indiquer la catégorie de la réaction.

2. Bénéfique pour la santé, l'huile d'olive ?

Des études réalisées par l'université de Bari (ville au sud de l'Italie) sur des populations âgées ont montré qu'une alimentation riche en acides gras mono-insaturés (tel que l'acide oléique) prévenait la dégradation de la mémoire et des fonctions cognitives. Selon sa catégorie, l'huile d'olive peut en être plus ou moins riche. Les qualités nutritionnelles et diététiques ne sont toutefois avérées que pour des huiles d'appellation « **vierge** » ou « **extra vierge** ».

Le technicien d'un laboratoire d'analyse cherche à déterminer la catégorie d'une huile d'olive. Pour cela, il effectue les opérations décrites ci-après.

Dans un erlenmeyer de 250 mL, il verse $V_{\text{ethanol}} = (40 \pm 1)$ mL d'éthanol et un volume $V_{\text{ether}} = (40 \pm 1)$ mL d'éther éthylique. Ce mélange sert de solvant.

Il ajoute dans un erlenmeyer un volume $V_{\text{huile}} = (20,0 \pm 0,1)$ mL d'huile d'olive, puis quelques gouttes d'indicateur coloré.

Il agite pour homogénéiser le mélange.

Il ajoute progressivement au mélange contenu dans l'erlenmeyer une solution S de potasse alcoolique (hydroxyde de potassium, $K^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$, en solution dans l'éthanol) de concentration molaire $C_b = (1,00 \pm 0,02) \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, contenue dans une burette.

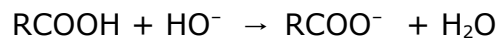
Il observe un virage de l'indicateur coloré pour un volume V_e de solution S d'hydroxyde de potassium versé égal à $(10,4 \pm 0,1)$ mL.

2.1. Analyse des opérations réalisées par le technicien.

- 2.1.1. Pourquoi utilise-t-il comme solvant un mélange d'éthanol et d'éther alors qu'aucune de ces espèces n'intervient dans la réaction du titrage ?
- 2.1.2. Les volumes d'huile et d'éthanol ont-ils été prélevés avec la même verrerie ? Justifier.
- 2.1.3. Le technicien du laboratoire doit-il prendre des mesures de précautions particulières ?
- 2.1.4. Quel type d'analyse le technicien a-t-il mis en œuvre ?

2.1. Exploitation de l'analyse.

L'équation de la réaction intervenant entre l'acide oléique présent dans l'huile et les ions hydroxyde contenus dans la solution S est la suivante :



2.2.1. Déterminer la masse m_a d'acide oléique contenu dans le volume d'huile prélevé.

2.2.2. Donner un encadrement de la masse m_a d'acide oléique contenu dans l'huile sachant que la valeur de l'incertitude $U(m_a)$ sur la masse est donnée

par la relation :
$$\left(\frac{U(m_a)}{m_a}\right)^2 = \left(\frac{U(V_e)}{V_e}\right)^2 + \left(\frac{U(c_b)}{c_b}\right)^2 .$$

2.2.3. En admettant que l'ordre de grandeur de la masse m_a soit égale à 0,3 g, déterminer à quelle catégorie d'huile d'olive cette huile appartient. Présente-elle des atouts nutritionnels et diététiques ?

Exercice II – Particule ou Onde ? (6 points)

Si l'on parvient à établir la correspondance entre ondes et corpuscules pour la matière, peut-être sera-t-elle identique à celle qu'on doit admettre entre ondes et corpuscules pour la lumière ? Alors on aura atteint un très beau résultat : une doctrine générale qui établira la même corrélation entre ondes et corpuscules, aussi bien dans le domaine de la lumière que dans celui de la matière.

D'après Notice sur les travaux scientifiques, de Louis de Broglie, 1931

Données numériques :

Masse d'un électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

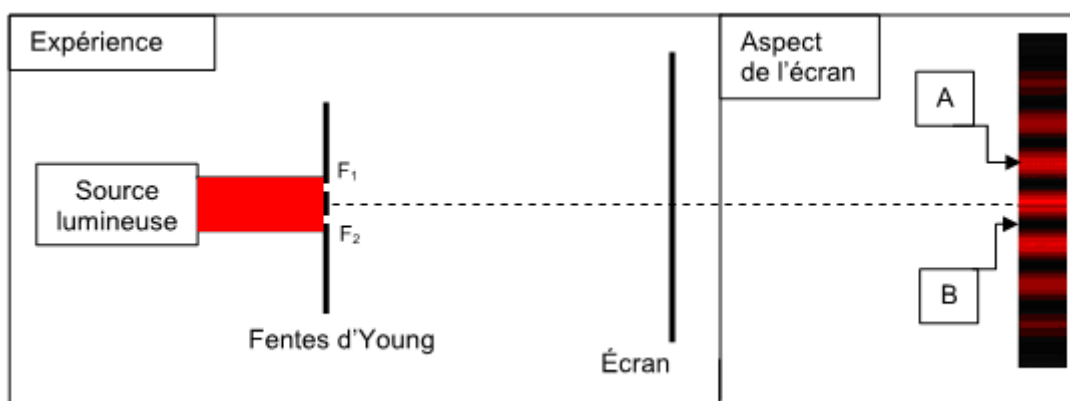
Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

Constante de Planck : $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J.s

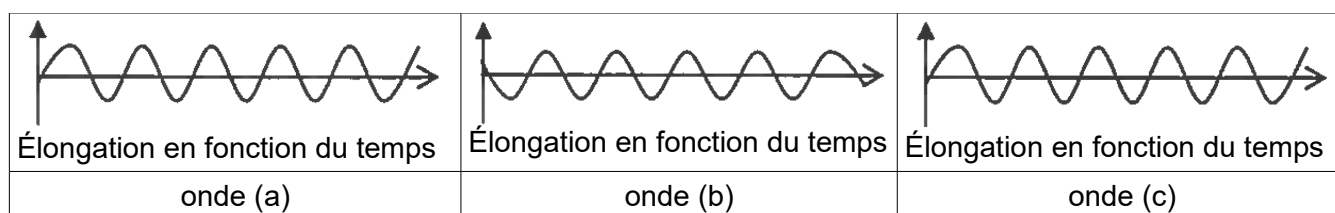
Vitesse de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3,0 \times 10^8$ m.s⁻¹

Partie A : Expérience des fentes d'Young

Au début du XIX^e siècle, Thomas Young éclaire deux fentes F_1 , F_2 fines et parallèles (appelés fentes d'Young) à l'aide d'une source lumineuse monochromatique. On observe sur un écran des franges brillantes et des franges sombres. L'aspect de l'écran est représenté ci-dessous.



1. Qualifier les interférences en A et en B.
2. Ci-dessous sont représentées les évolutions temporelles de l'élongation de trois ondes (a), (b) et (c). Choisir en justifiant, les deux ondes qui interfèrent en A et les deux ondes qui interfèrent en B permettant de rendre compte du phénomène observé.



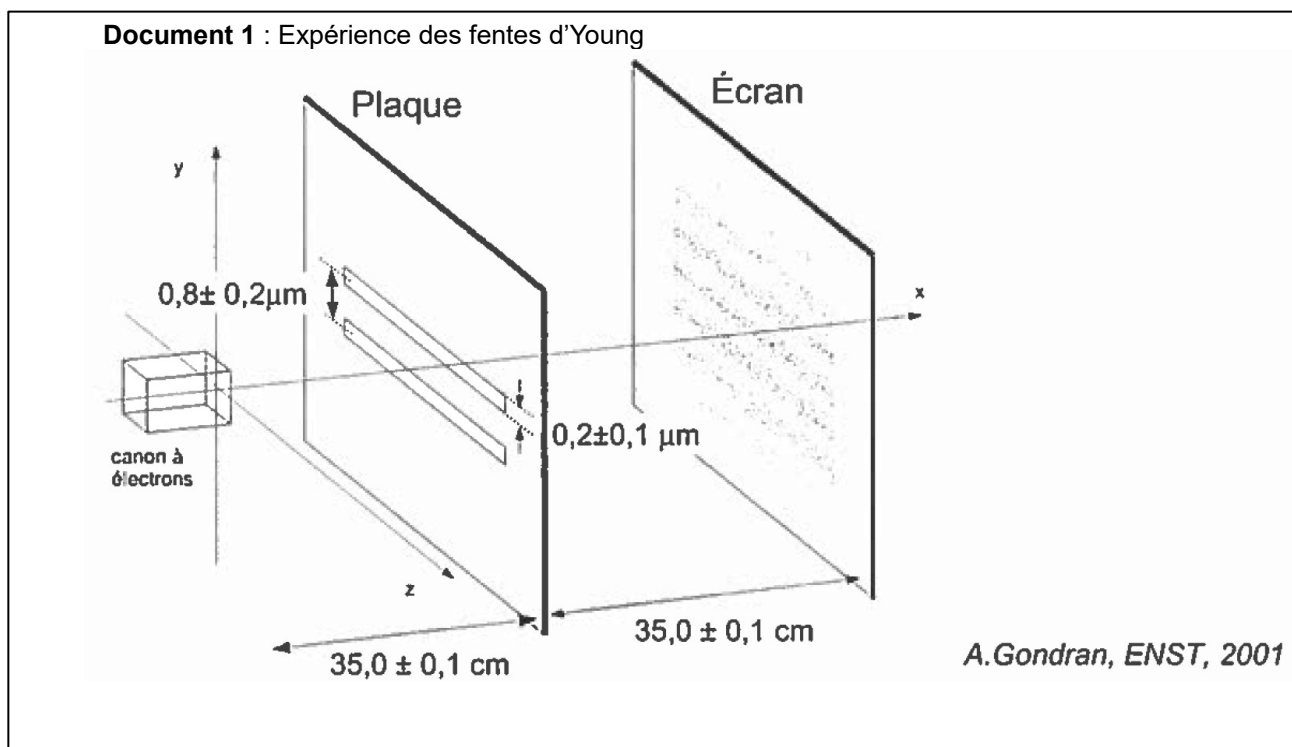
Partie B : Particule de matière et onde de matière

1. Expérience des fentes d'Young

En 1961, Claus Jönsson reproduit l'expérience des fentes d'Young en remplaçant la source lumineuse par un canon à électrons émettant des électrons, de mêmes caractéristiques, un à un. L'impact des électrons sur l'écran est détecté après leur passage à travers la plaque percée de deux fentes.

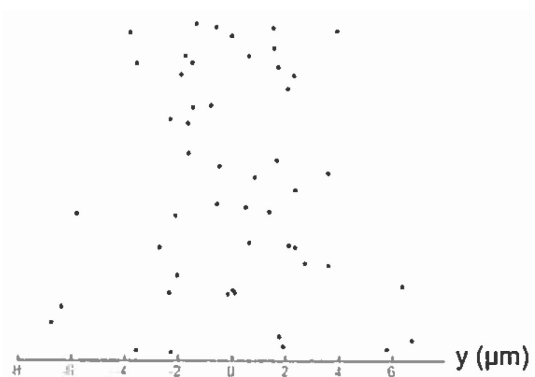
Répondre aux questions suivantes à partir des documents 1 et 2.

- 1.1. Peut-on prévoir la position de l'impact d'un électron ? Justifier.
- 1.2. En quoi cette expérience met-elle en évidence la dualité onde-particule pour l'électron ? Détailler la réponse.

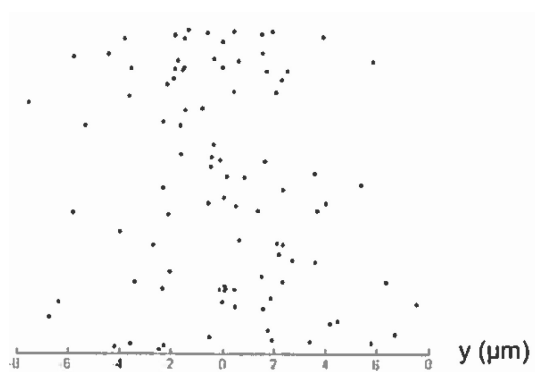


Document 2 : Impacts des électrons sur l'écran

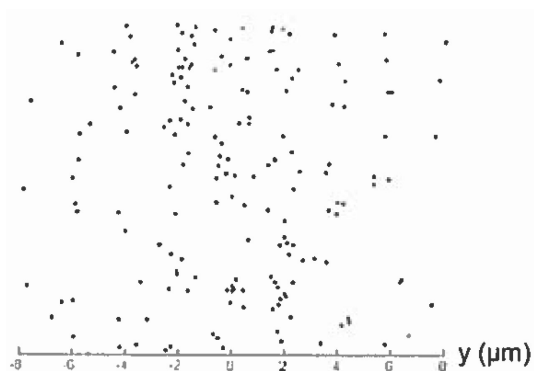
50 impacts



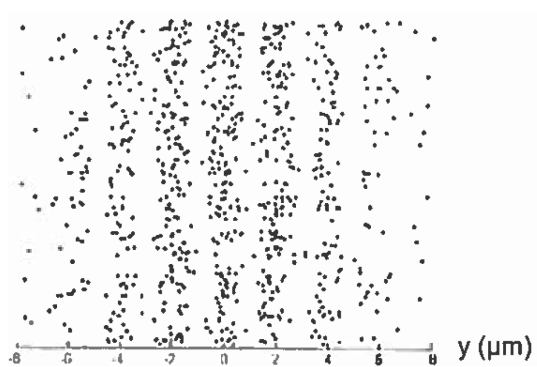
100 impacts



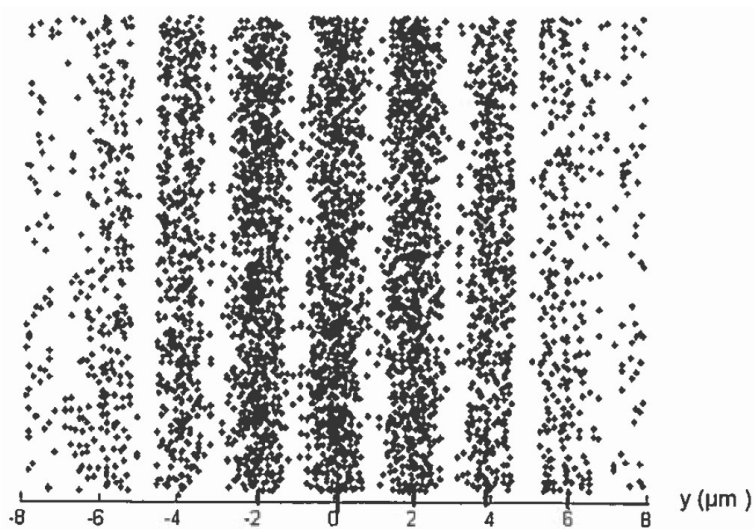
200 impacts



1000 impacts



5000 impacts



D'après A. Gondran, ENST, 2001

2. Longueur d'onde de l'onde de matière associée à un électron

2.1. Passage à travers la plaque percée de deux fentes

Données :

L'interfrange est donnée par la relation : $i = \frac{\lambda \cdot D}{b}$ où i est l'interfrange, λ la longueur d'onde de l'onde associée à un électron, D la distance entre la plaque et l'écran et b la distance séparant les deux fentes. Toutes ces grandeurs s'expriment en mètres.

L'incertitude sur la mesure de la longueur d'onde est évaluée par :

$$\Delta\lambda = \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta i}{i}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2}$$

Incertitude sur la mesure de l'interfrange : $\Delta i = 0,2 \mu\text{m}$

Vitesse des électrons : $v = 1,3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

2.1.1. Déterminer la valeur de la longueur d'onde de l'onde de matière associée à un électron et donnée par la relation de de Broglie.

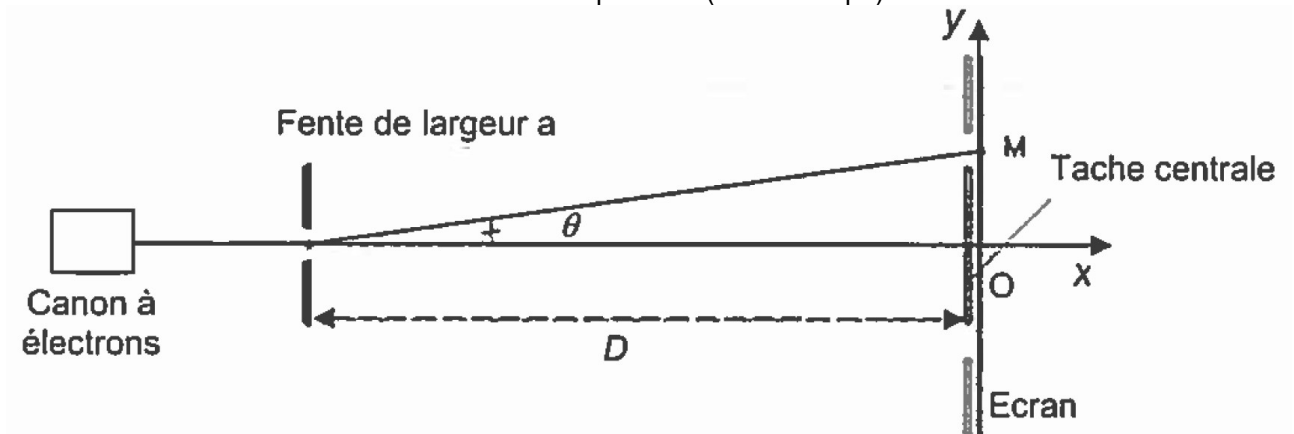
On admettra que cette valeur est connue avec une incertitude égale à $5 \times 10^{-13} \text{ m}$.

2.1.2. Vérifier la cohérence des observations expérimentales réalisées avec le résultat précédent.

2.2. Passage à travers une seule fente de la plaque

L'une des deux fentes de la plaque est dorénavant bouchée ; l'autre de largeur $a = 0,2 \mu\text{m}$ est centrée sur l'axe Ox du canon à électrons.

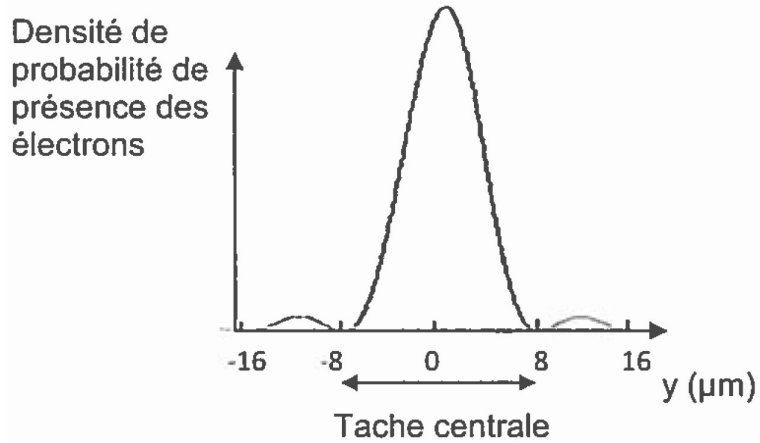
Schéma de l'expérience (vue de coupe)



2.2.1. Quel est le phénomène physique observé ?

- 2.2.2. À partir du document 3 ci-dessous, déterminer la valeur de l'angle θ , sachant que la distance séparant la fente de l'écran est $D = 35,0$ cm. Pour les petits angles, on rappelle que $\tan \theta \approx \theta$.

Document 3 : Densité de probabilité de présence des électrons sur l'écran après passage par la fente.



- 2.2.3. À partir de la valeur de cet angle, retrouver l'ordre de grandeur de la valeur de la longueur d'onde de l'onde de matière associée à un électron.

Exercice III – Soleil, vacances et écologie (5 points)

Dans un souci écologique mais aussi économique, le propriétaire d'un terrain de camping à Valence souhaite installer un bloc sanitaire (WC et douches) dont l'eau sera chauffée par une installation thermique solaire. Il cherche à optimiser au mieux son investissement.

Les documents utiles à la résolution sont à la fin de l'exercice.

Données :

- capacité calorifique massique de l'eau : $c_{eau} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$;
- $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$.

1. Questions préalables

- 1.1. Un transfert thermique peut s'effectuer suivant trois modes. En s'appuyant sur le document décrivant le chauffe-eau solaire, illustrer chacun de ces trois modes de transfert thermique.
- 1.2. Le camping a une capacité d'accueil de 75 campeurs. Les besoins journaliers en eau chaude sanitaire sont estimés à 50 L par personne.
Calculer le nombre de ballons d'eau chaude nécessaire pour cette installation.
Quelle est, en kWh, la quantité d'énergie qu'il est nécessaire d'apporter à la totalité de l'eau pour élever sa température de 17°C à 65°C ?

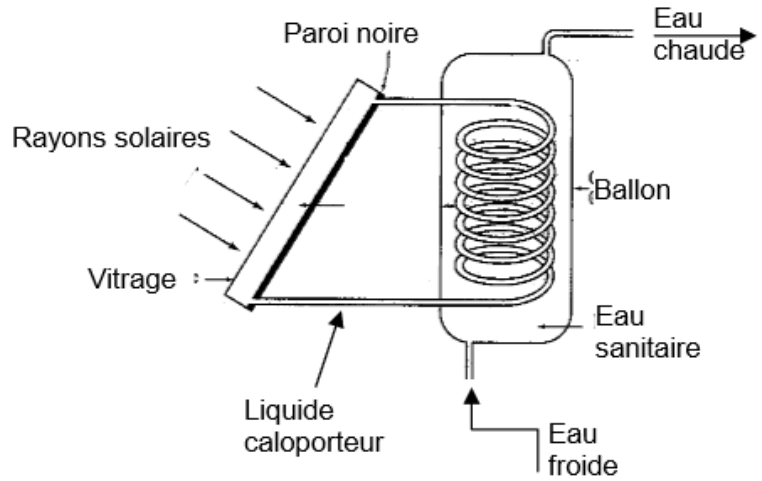
2. Synthèse

En s'appuyant sur les documents et les connaissances acquises, rédiger, en une quinzaine de lignes maximum, un projet détaillant les conditions optimales d'implantation des panneaux solaires nécessaires au chauffage sanitaire moyen journalier ; on précisera le nombre de panneaux nécessaire.

Le chauffe-eau solaire

Un chauffe-eau solaire est un dispositif de captage de l'énergie solaire (capteur solaire) destiné à fournir de l'eau chaude sanitaire. Il est principalement constitué de deux organes :



- des capteurs solaires thermiques qui captent l'énergie du rayonnement solaire en chauffant un fluide caloporteur (eau ou antigel) dans un circuit primaire.
- un ballon d'eau chaude (ou réservoir d'eau chaude) dans lequel un volume d'eau est chauffé par le liquide caloporteur à travers un échangeur thermique, souvent un serpentin de cuivre.



D'après <http://fr.wikipedia.org>

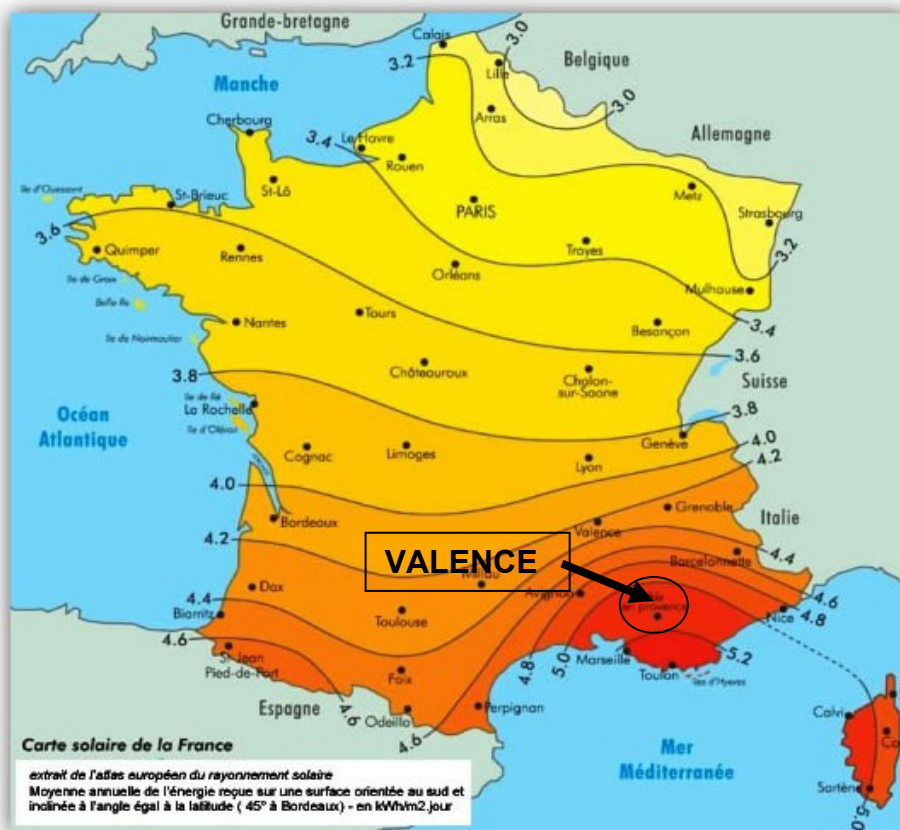
Un dispositif de chauffage d'appoint peut être intégré au réservoir, sous forme d'une résistance électrique ou de liaison à une chaudière à gaz, au fioul ou au bois. Il est utile lorsque l'énergie solaire ne suffit pas aux besoins.

Fiche technique des composants solaires

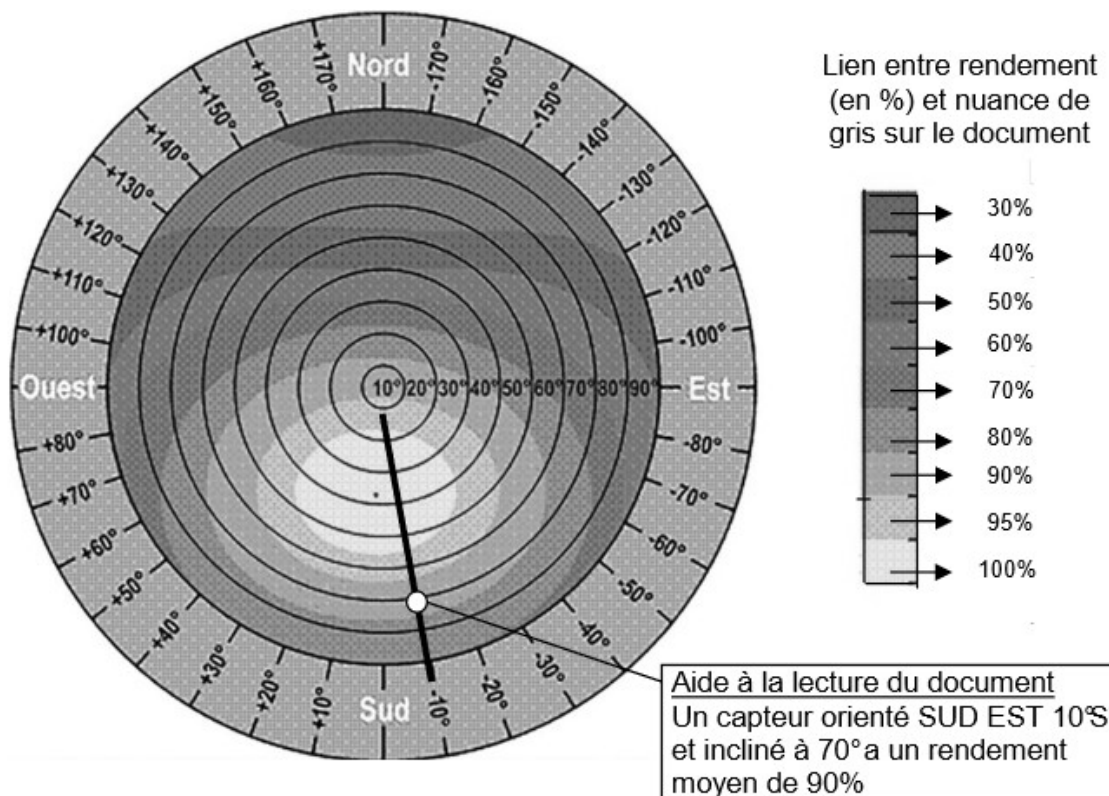
CAPTEURS SOLAIRES		
Référence	249 634	
Fabricant	Schüco	
Produit	Schücosol	
Surface totale	2,7 m ²	
Volume du fluide caloporteur	2 L	
BALLON D'EAU CHAUDE		
Référence	COMBI ST 750	
Volume total de stockage	750 L	

D'après <http://www.schueco.com>

Énergie reçue par jour sur une surface orientée au sud et inclinée d'un angle égal à la latitude (en kWh / m²)



Rendement moyen de l'énergie solaire reçue par jour (en %) en fonction de l'orientation (Nord / Sud / Est / Ouest) et de l'inclinaison des capteurs (de 10° à 90°) à la latitude de Valence

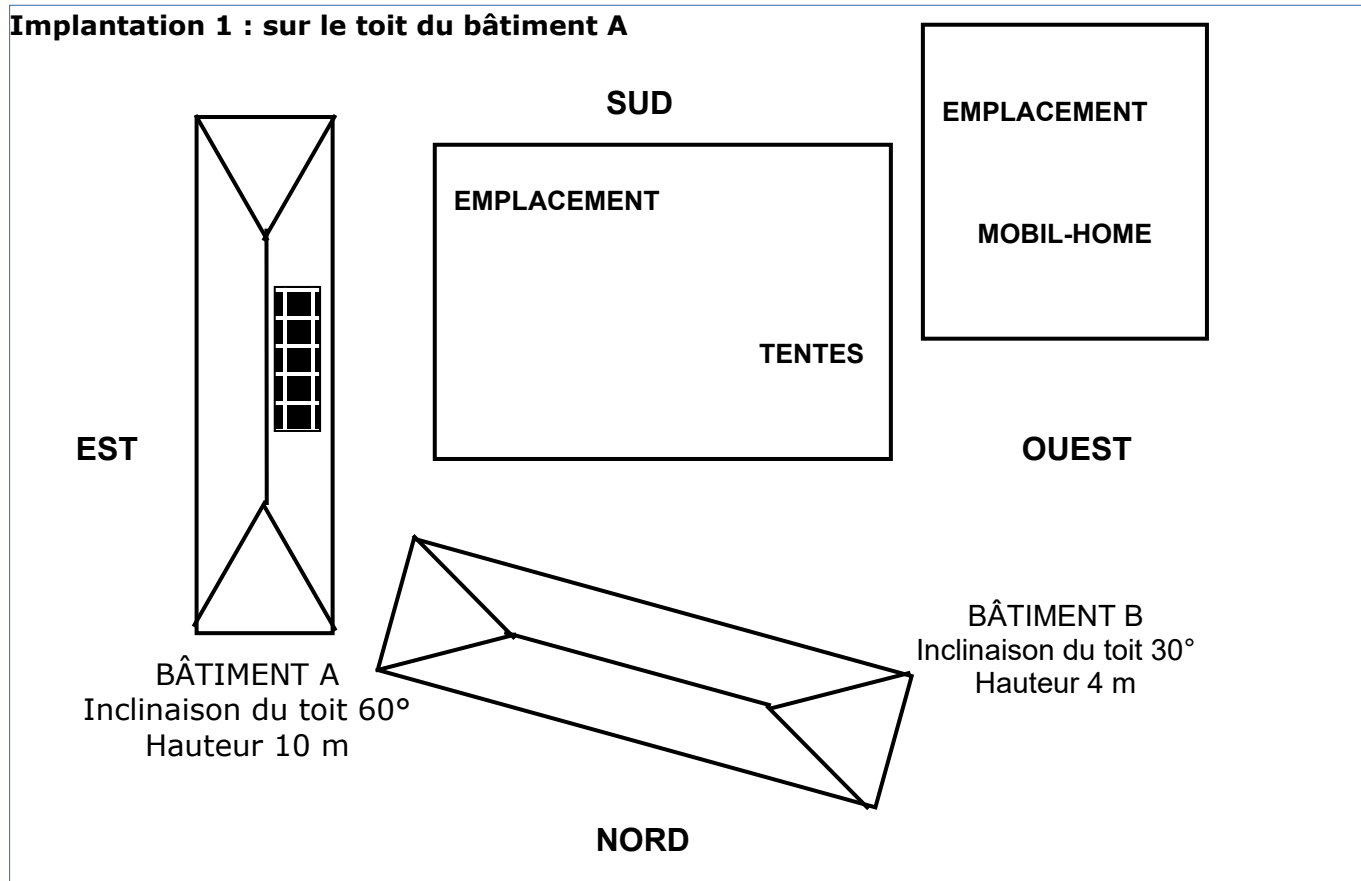


D'après <http://www.abchauffageconfort.com>

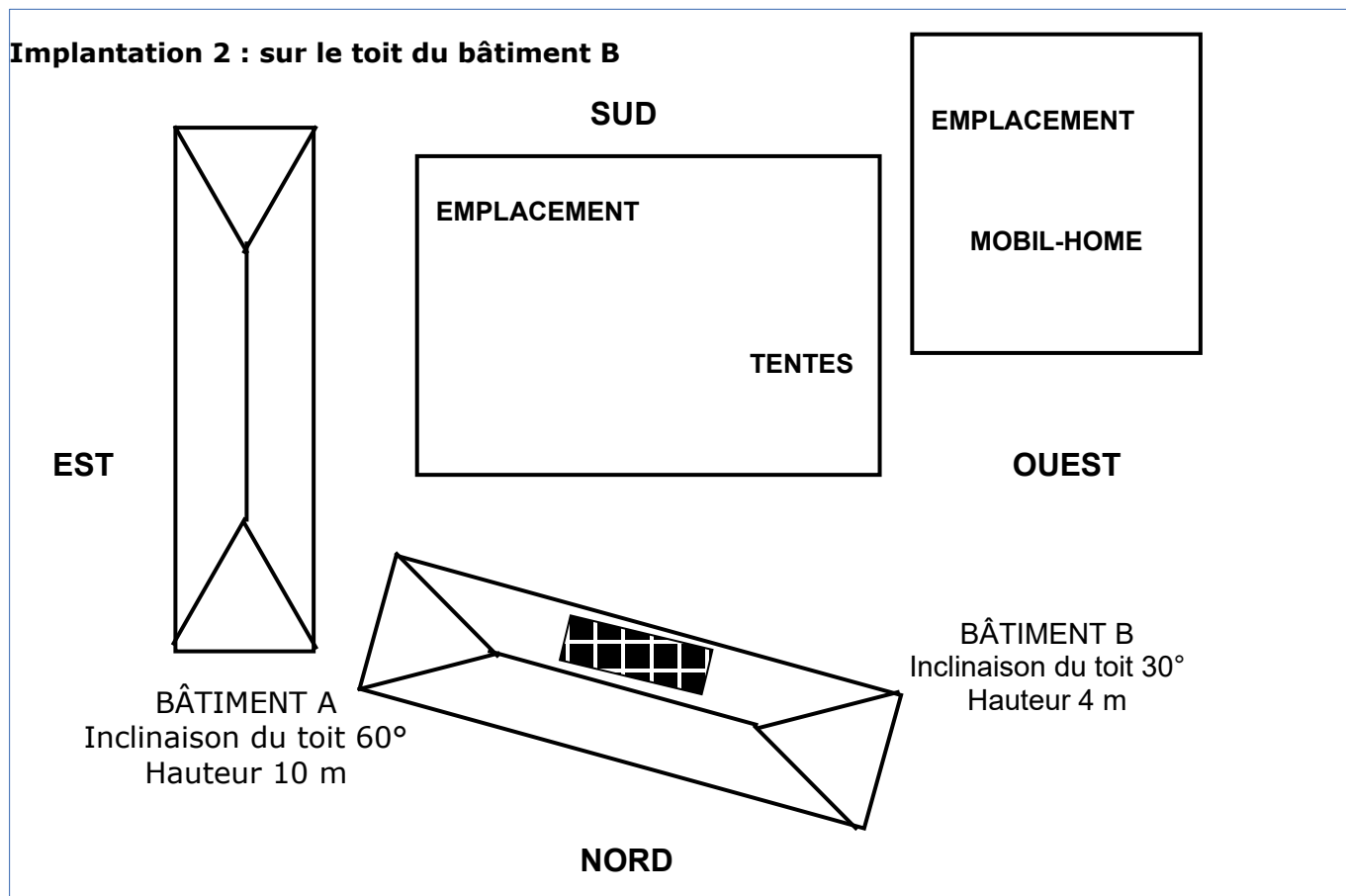
Les deux implantations possibles de capteurs solaires



Implantation 1 : sur le toit du bâtiment A



Implantation 2 : sur le toit du bâtiment B

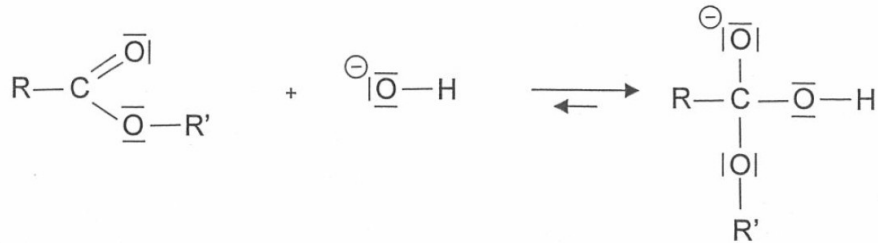


Numéro candidat :

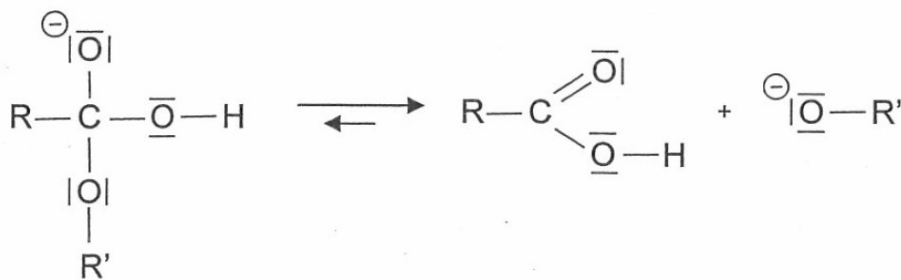
ANNEXE de L'EXERCICE I À RENDRE AVEC LA COPIE

Question 1.4.

Étape a)



Étape b)



Étape c)

