

DEVOIR COMMUN – SCIENCES PHYSIQUES



Calculatrice autorisée



Durée : 3h

CAMPING-CAR



Monsieur Moncar souhaite s'équiper d'un camping car pour partir en vacances.

Il fait des recherches afin de choisir un modèle. Il s'intéresse pour cela à différents critères :

- **PARTIE A** : La consommation et les enjeux environnementaux
- **PARTIE B** : La vitesse et la sécurité sur la route
- **PARTIE C** : L'isolation thermique et le chauffage
- **PARTIE D** : Le système de navigation GPS



Les différentes parties du sujet peuvent être abordées dans l'ordre souhaité mais elles doivent toute être traitées. Les réponses aux questions doivent être rédigées.

PARTIE A : Consommation et enjeux environnementaux

Monsieur Moncar cherche à évaluer quel sera l'impact carbone d'un moteur essence et d'un moteur diesel en calculant et en comparant les émissions de CO₂ à l'aide de **la documentation en annexe A**.

1. À l'aide du **document A1**, calculer pour chaque moteur (essence et diesel) la distance moyenne sur autoroute en kilomètre que l'on peut parcourir avec un réservoir plein.
2. À l'aide des **documents A1** et **A2**, déterminer pour chaque moteur quel est le coût du carburant pour un trajet de 500 km sur autoroute ?
3. À partir du **document A3**, citer un inconvénient à l'utilisation du gazole et un inconvénient à l'utilisation de l'essence.
4. Étude du moteur essence en consommation mixte :
 - 4.1. Recopier et compléter l'équation de combustion de l'heptane qui est une réaction totale :
$$\text{C}_7\text{H}_{16} + \text{O}_2 \longrightarrow 7 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
 - 4.2. En utilisant les données des **documents A1** et **A3**, déterminer la masse d'heptane utilisé pour parcourir 100 km.
 - 4.3. Montrer que la quantité de matière d'heptane consommée pour parcourir 1 km est égale à 0,73 mol.
 - 4.4. Déterminer la quantité de matière en CO₂ produite par le camping-car par km.
 - 4.5. En déduire la masse de CO₂ produite par km.
5. Un camping-car équipé d'un moteur diesel produit 194 g de CO₂ par km parcouru, en consommation mixte. Comparer l'impact CO₂ des deux modèles.
6. En vous aidant du **document A5**
 - 6.1. Quel est l'inconvénient majeur lié à une motorisation diesel ?
 - 6.2. A l'heure actuelle quelle est la solution proposée par l'industrie automobile ?
7. Citer un avantage et un inconvénient du moteur diesel par rapport au moteur essence.

ANNEXE A

A1 – Caractéristiques moteur :

Modèle	Essence	Diesel
Motorisation	156 chevaux 4 cylindres	150 chevaux 4 cylindres
Vitesse sur route	90 km/h	90 km/h
Vitesse sur autoroute	110 km/h	110 km/h
Consommation en milieu urbain	12,1 L/100 km	9,2 L/100 km
Consommation sur autoroute	9,6 L/100 km	7,1 L/100 km
Consommation mixte	10,7 L/100 km	8,1 L/100 km
Réservoir	120 L	120 L

A2 – Prix des carburants le 21/05/2014 :

Carburant	Gazole (moteur diesel)	SP 95 (moteur essence)
Prix au L (en €)	1,275	1,492

A3 – Caractéristiques physico-chimiques des carburants :

Gazole	Essence
<p>Le gazole est un mélange de différents hydrocarbures de 12 à 23 atomes de carbone. Il est liquide à la température ambiante et se solidifie même dès -5°C, d'où la nécessité en hiver rigoureux d'ajouter de l'antigel. Celui-ci ne présente aucun risque d'explosion.</p> <p>Chimiquement on assimilera le gazole à du hexadécane pur.</p>	<p>L'essence est aussi un mélange d'hydrocarbures plus légers, de 6 à 12 atomes de carbones, auquel on a ajouté divers additifs. Elle est liquide à température ambiante. Composé plus volatile que le gazole, elle présente en cas d'incendie des risques d'explosion.</p> <p>Chimiquement on assimilera l'essence à de l'heptane pur.</p>

	Formule brute	Masse volumique	Masse molaire
Heptane	C ₇ H ₁₆	680 g.L ⁻¹	100 g.mol ⁻¹
Hexadécane	C ₁₆ H ₃₄	770 g.L ⁻¹	226 g.mol ⁻¹

Masse volumique : $\rho = \frac{m}{V}$

A4 – Masses molaires atomiques :

$$M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

A5 – Diesel polluant ?

Le moteur diesel est longtemps resté cantonné aux tracteurs et poids lourds, avant que d'autres professionnels de la route, comme les taxis s'y convertissent puis les particuliers. Au-delà du bruit et des vibrations, ces rejets de fumées noirâtres attisent les critiques. Des poisons possiblement mortels sont rejetés lors de son fonctionnement. A commencer par les particules de suie, qui se forment en raison de la combustion incomplète du carburant. Il faut savoir que les plus fines particules, d'un diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$, peuvent se loger jusque dans les alvéoles des poumons. Il en résulte des maladies respiratoires comme l'asthme, des bronchites aiguës et des cancers du poumon.

On constate aussi des effets désastreux sur le système cardiovasculaire. Autant de problème dont ne souffre pas la motorisation essence. Depuis 2011, l'installation de filtres à particules sur les véhicules neufs diesel est devenue obligatoire.

D'après un article de la revue « Science et Vie » Avril 2012.

PARTIE B : Vitesse et sécurité sur la route

Avant de faire son choix, pour acheter son nouveau camping-car, monsieur Moncar a consulté de nombreux sites et lu des revues automobiles pour mieux comprendre les critères de performance et les règles de sécurité. Des extraits de sa documentation sont donnés en **annexe B**.

1. Vitesse, énergie et distance d'arrêt

1.1. Énergie lors d'un choc frontal à la vitesse de $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$:

- 1.1.a.** Montrer que l'énergie cinétique d'un véhicule de masse 3000 kg ayant une vitesse de $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ est égale à $1,16 \text{ MJ}$.
- 1.1.b.** En déduire la variation d'énergie cinétique de ce véhicule qui s'immobilise lors d'un choc frontal.
- 1.1.c.** Vérifier l'affirmation finale de l'article du **document B1**.

1.2. Distance d'arrêt :

- 1.2.a.** À l'aide des **documents B2, B3 et B4**, pour un véhicule roulant à la vitesse de $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, déterminer :
 - la distance d'arrêt ;
 - la distance parcourue durant le temps de réaction ;
 - la distance parcourue durant le temps de freinage.
- 1.2.b.** À partir du **document B4**, caractériser le mouvement durant la phase de freinage et montrer que l'accélération moyenne est $a = -6,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

2. Contrôle de la vitesse avec un radar « tronçon »

Monsieur Moncar s'intéresse au principe du « radar tronçon ».

- 2.1.** Expliquer le principe de la mesure à partir du **document B5**.
- 2.2.** Ce « radar » mesure-t-il la même grandeur qu'un radar de contrôle de vitesse placé en un point ? Expliquer.
- 2.3.** Ce dispositif doit pouvoir fonctionner jour et nuit sans être trop visible par les conducteurs. Le constructeur a choisi d'équiper le radar de caméras infra-rouge. Quel est l'intérêt de ce choix par rapport aux caméras classiques ?

ANNEXE B

B1 – Comparaison choc et chute

La vitesse augmente considérablement la gravité des blessures en cas d'accident. Ainsi, le risque d'être gravement blessé ou tué lors d'un impact augmente fortement entre 50 et 100 km/h.

Lors d'une collision, le véhicule décélère brusquement alors que les passagers sont projetés violemment vers le point d'impact. C'est l'énergie dégagée lors de l'impact qui provoque les blessures.

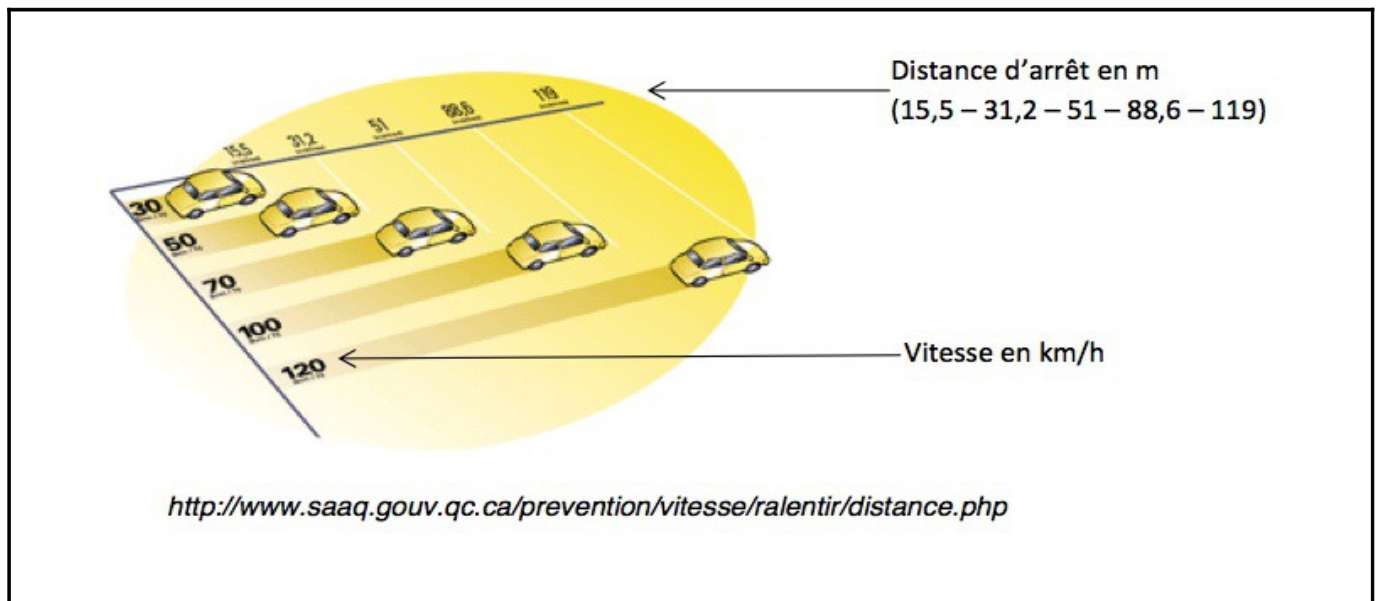
À 100 km/h, on le compare à une chute libre verticale de 13 étages !

Données :

Intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1} = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Hauteur d'un étage : 3 m.

B2 – Schéma sur la distance d'arrêt



B3 – Extrait d'un article de presse sur la distance d'arrêt

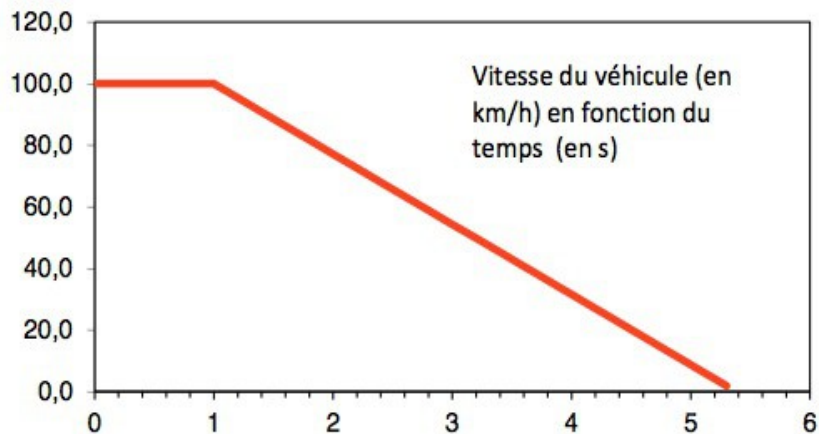
Un automobiliste aperçoit un obstacle sur sa route : le temps de réagir, il appuiera le pied sur le frein et parcourra une certaine distance avant de s'immobiliser. C'est ce qu'on appelle la **distance d'arrêt**.

La distance d'arrêt dépend du temps de réaction et du temps de freinage.

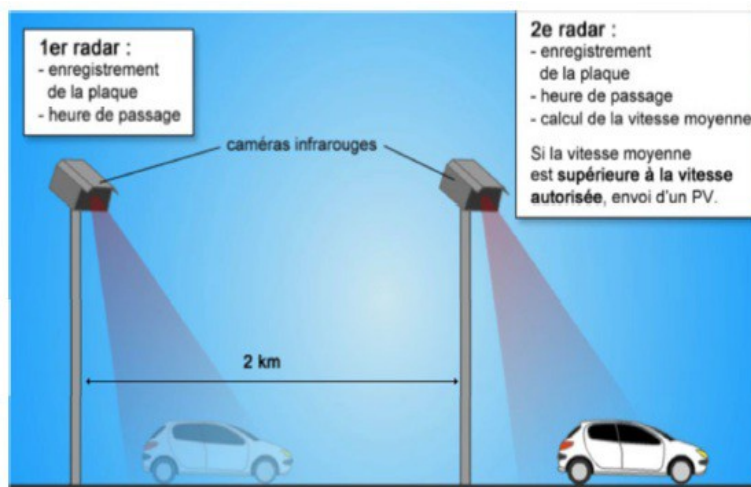
Pendant le **temps de réaction**, c'est-à-dire le moment entre lequel le conducteur prend la décision de freiner et celui où il pose le pied sur la pédale, le véhicule parcourra une certaine distance. En moyenne, le temps de réaction est d'environ 1 seconde.

Pendant le **temps de freinage**, le conducteur freine jusqu'à l'immobilisation de son véhicule. L'usure des freins et des pneus, le poids du véhicule ainsi que le mauvais état de la chaussée sont tous des éléments qui peuvent aussi contribuer à augmenter la distance de freinage.

B4 – Enregistrement de la vitesse durant toute la phase d'arrêt



B5 – Principe du radar tronçon



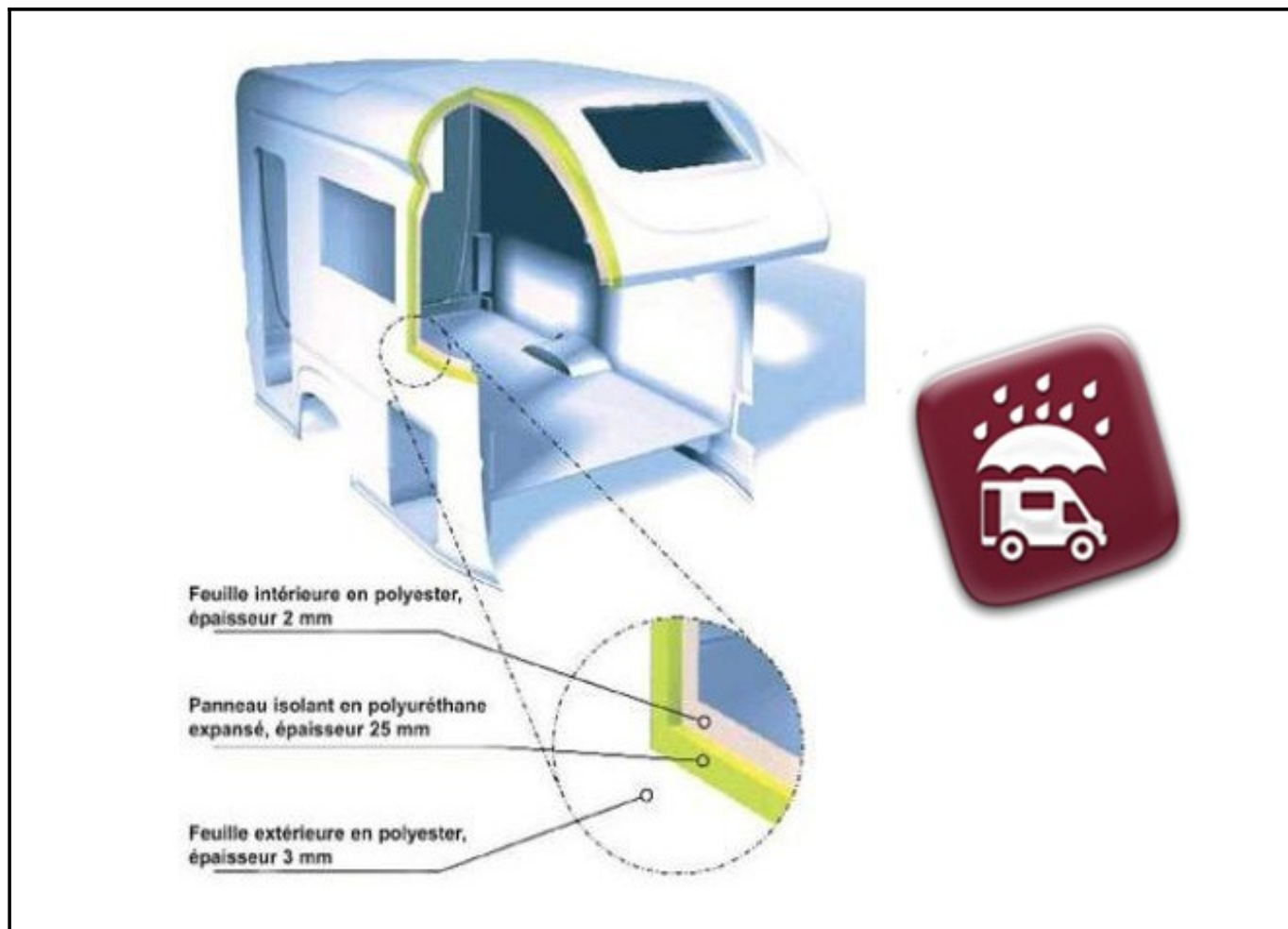
PARTIE C : Isolation thermique et chauffage

Monsieur Moncar aimerait également utiliser son camping-car pour partir en vacances aux sports d'hiver. Il souhaite donc savoir si l'isolation du camping-car et son mode de chauffage le permet à l'aide de **la documentation en annexe C**.

1. A l'aide des **documents C1, C2 et C3**, déterminer la résistance thermique des parois du camping-car. On considère que la résistance thermique est due uniquement à l'isolant central et on néglige les résistances thermiques superficielles.
2. On assimile le camping-car à un parallélépipède rectangle ayant les dimension du **document C5**. Pour facilité les chose, les vitres sont considérées comme une simple paroi ayant la même résistance thermique.
 - 2.1. A l'aide du **document C5**, déterminer la surface totale des parois du camping-car.
 - 2.2. A l'aide du **document C4** Déterminer le flux thermique passant à travers les parois du camping-car lorsque que la température intérieure et de 20°C et que la température extérieure est de -10°C.
3. Le chauffage du **document C6** est-il suffisant pour maintenir une température de 20°C à l'intérieur du camping-car quand la température extérieure est de -10°C ?
4. A l'aide du **document C6**, déterminer l'autonomie minimale de chauffage du camping-car avec une bouteille de gaz standard ?

ANNEXE C

C1 – Structure de la coque du camping-car :



C2 – Conductivité thermique du polyuréthane expansé :

$$\lambda = 0,025 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

C3 – Conductivité thermique et résistance thermique :

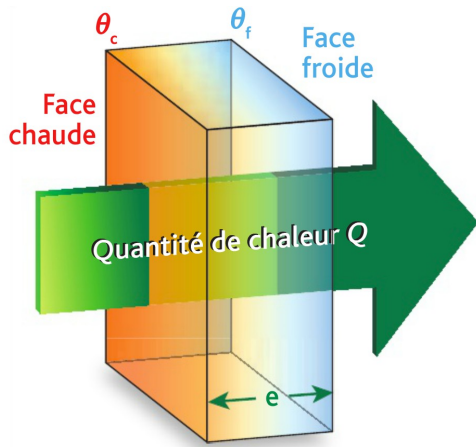
La **résistance thermique R** est proportionnelle à l'**épaisseur e** du matériau et inversement proportionnelle à sa **conductivité thermique λ** .

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

[R en mètre carré kelvin par watt ($\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$)
e en mètre (m)
 λ en watt par mètre par kelvin ($\text{W}.\text{m}^{-1}.\text{K}^{-1}$)

C4 – Flux thermique à travers une paroi :

Si l'on considère une paroi pleine d'aire **S**, le **flux thermique Φ** est défini par :



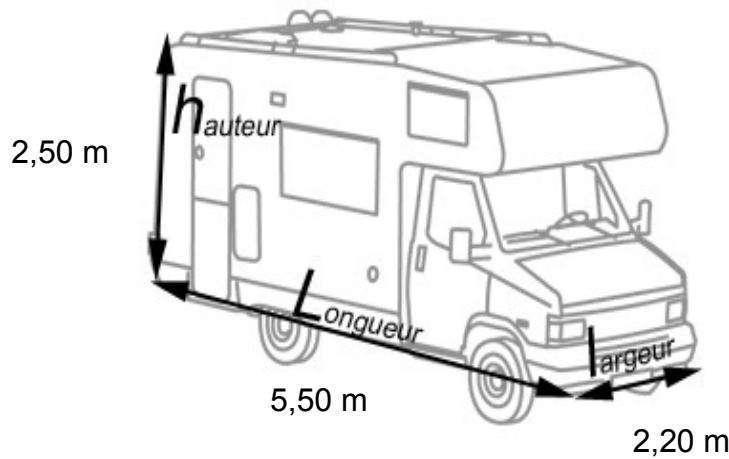
$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{S \cdot (\theta_c - \theta_f)}{R}$$

Annotations for the equation:

- Φ : watt (W)
- Q : joule (J)
- Δt : seconde (s)
- S : mètre carré (m²)
- $\theta_c - \theta_f$: kelvin (K)
- R : m².K.W⁻¹

R est la **résistance thermique** de la paroi.

C5 – Dimensions du camping-car :



C6 – Système de chauffage au gaz Combi 4 Truma :

Puissance de chauffe	2000 W
Type de gaz	Gaz liquéfié (propane/butane)
Consommation de gaz	160 g/h

Masse de gaz contenu dans une bouteille standard : 13 kg

PARTIE D : Système de navigation GPS

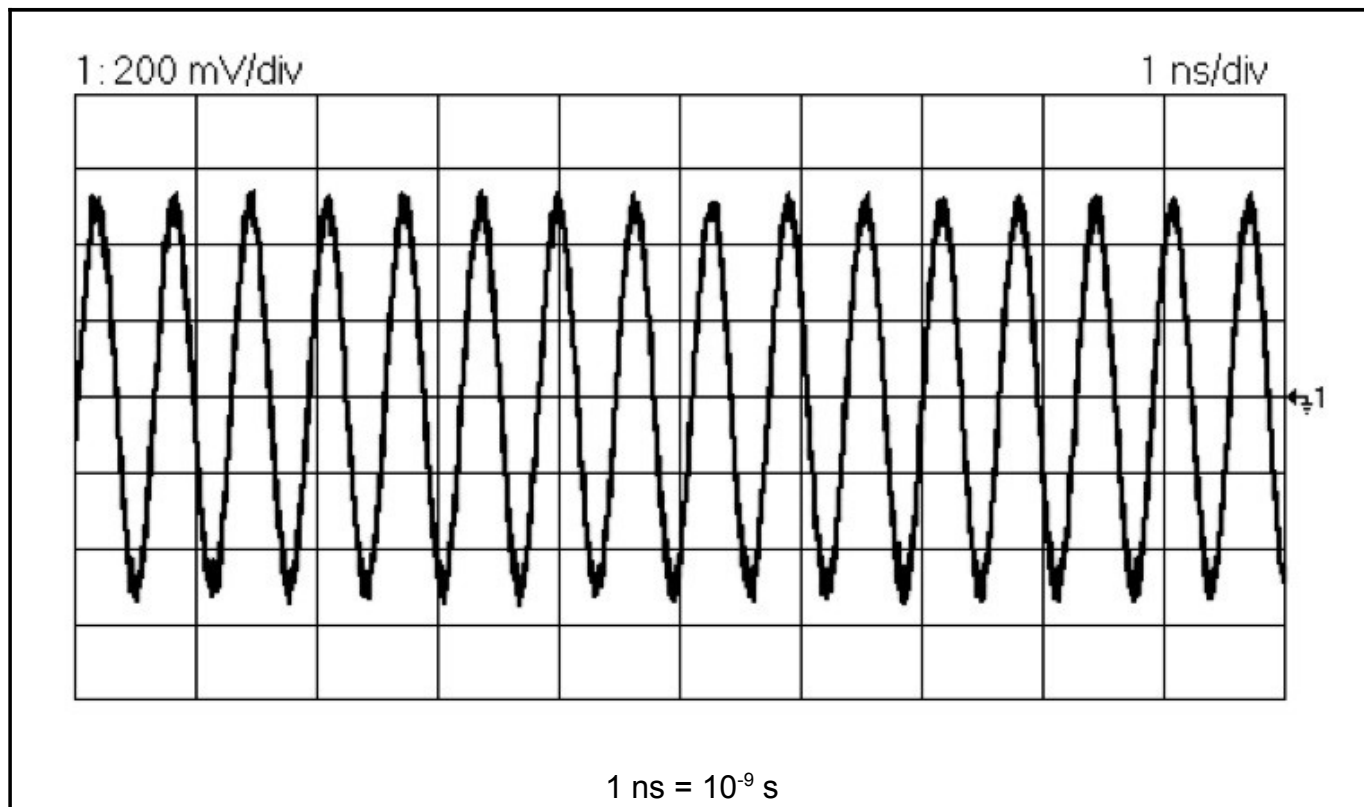
Le camping-car est équipé d'un système de radionavigation utilisant la technologie GPS (Global Positioning System). Ce système de localisation utilise l'émission par un satellite d'un signal électromagnétique. Le mesure du temps mis par ce signal pour être reçu par le système de radionavigation permet d'en déduire la distance entre le satellite et le récepteur.

Le signal reçu par le récepteur GPS est donné sur le **document D1**.

1. A l'aide du **document D1**, mesurer précisément la période de ce signal.
2. En déduire la fréquence de ce signal.
3. A l'aide du **document D2**, déterminer la longueur d'onde de ce signal.
4. A l'aide du **document D3**, déterminer à quel type d'onde électromagnétique ce signal appartient.
5. Pourquoi utilise-t-on des ondes électromagnétiques, plutôt que des ondes sonores ou ultrasonores pour les systèmes GPS ?

ANNEXE D

D1 – Signal du récepteur GPS :



D2 – Vitesse d'une onde électromagnétique dans le vide :

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

D3 – Spectre des ondes électromagnétiques :

