

EXERCICE 2 (6 points) (physique-chimie)

Aide au stationnement

Les constructeurs automobiles proposent depuis plusieurs années des systèmes d'aide au stationnement ou de stationnement automatique qui reposent sur l'utilisation de capteurs à ultrasons.



Quelques caractéristiques des ultrasons

Q1. Parmi les propositions suivantes, indiquer sur votre copie celles qui sont exactes :

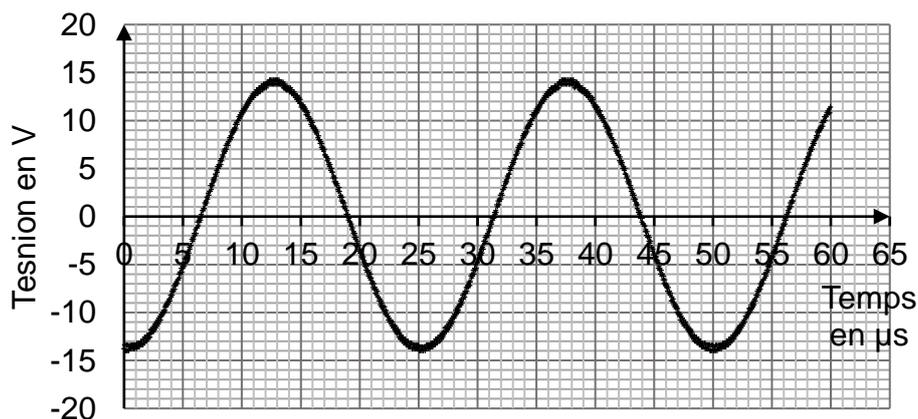
Affirmation A : les ondes ultrasonores sont des ondes électromagnétiques.

Affirmation B : les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques.

Affirmation C : les ondes ultrasonores peuvent se propager dans le vide.

Affirmation D : les ondes ultrasonores nécessitent la présence d'un milieu matériel pour se propager.

Le document 1, représente la tension mesurée à l'oscilloscope par un détecteur recevant le signal émis par un émetteur d'ultrasons :



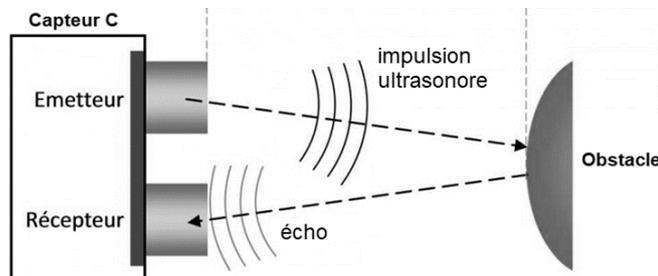
Document 1 – Tension mesurée (en V) en fonction du temps (en µs)

Q2. Déterminer la fréquence f des ultrasons émis, en kHz et expliquer pourquoi le signal produit par l'émetteur n'est pas audible.

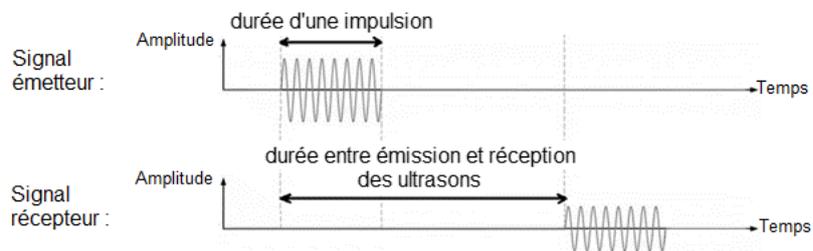
Donnée : les ondes sonores audibles ont des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz.

Utilisation des ultrasons pour déterminer une distance

Le capteur à ultrasons utilisé dans le système d'aide au stationnement est un capteur « combiné » qui contient un émetteur et un récepteur d'ondes ultrasonores. La distance entre le capteur et l'obstacle est déduite de la durée qui s'écoule entre l'émission d'une impulsion ultrasonore et la réception de son écho par le capteur, connaissant la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air.

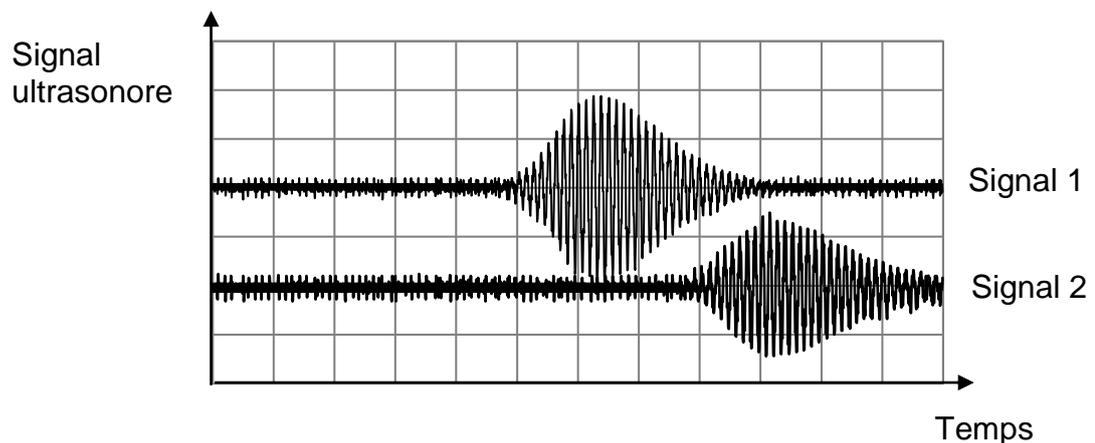


Document 1 – Schéma de principe d'un système d'aide au stationnement



Document 2 – Signaux émis et reçus par le système d'aide au stationnement.

Une modélisation au laboratoire du capteur, à l'aide d'un émetteur et d'un récepteur à ultrasons indépendants, a permis d'obtenir la copie d'écran d'oscilloscope suivante dans le cas d'un obstacle situé à une distance de 10 cm.



Document 3 – Tension mesurée (en V) en fonction du temps (en μs) pour un émetteur ultrasons et pour un récepteur ultrasons indépendants. La sensibilité verticale pour les deux voies est de 1 V/div. La sensibilité horizontale pour les deux voies est de 200 $\mu\text{s}/\text{div}$.

Q3. Indiquer, en donnant deux arguments, lequel des deux signaux (signal 1 ou signal 2) du document 3 est associé à l'onde réfléchie.

Q4. Le capteur combiné ne peut fonctionner correctement en récepteur que lorsqu'il a fini de fonctionner en émetteur. À l'aide du document 3, préciser si la durée d'impulsion utilisée dans l'expérience permettrait de détecter correctement un obstacle situé à une distance de 10 cm.

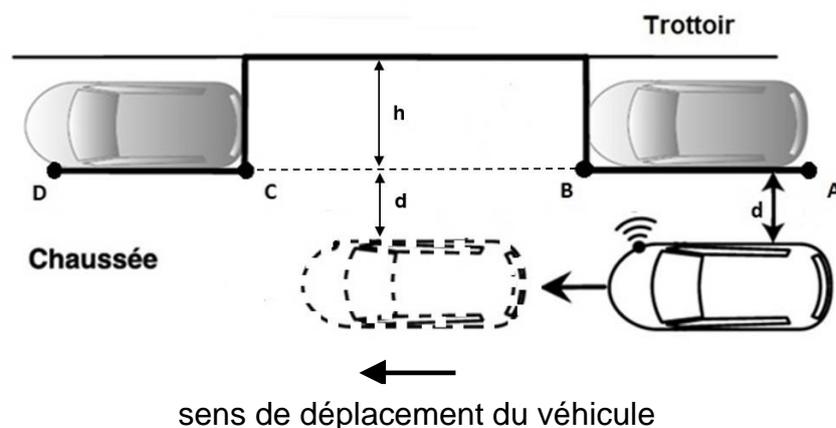
Principe de fonctionnement d'un système de stationnement automatique

Certains systèmes embarqués effectuent automatiquement la manœuvre de stationnement du véhicule, sans intervention du conducteur. Cela n'est possible qu'après une phase de mesure qui permet de déterminer si la taille de la place est compatible avec la manœuvre.

	Dimensions minimales de la place de stationnement	
	Longueur (en m)	5,1
	Largeur (en m)	2,2

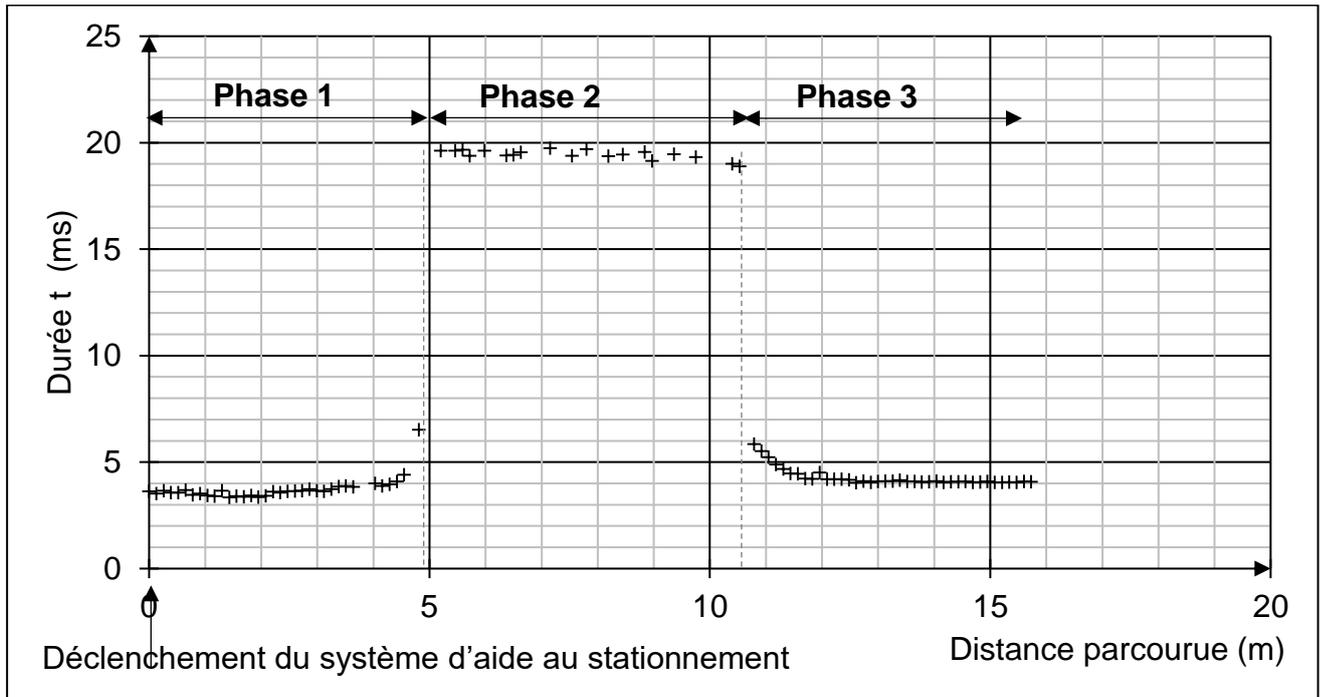
Document 4 – Dimensions de la place de stationnement

Lors de la phase de mesure, la voiture est parallèle au trottoir et se déplace vers l'avant à vitesse constante le long de la place libre.



Document 5 – Schéma de principe du stationnement automatique

On a réalisé un dispositif modélisant ce système grâce à un microcontrôleur et un émetteur-récepteur à ultrasons que l'on a fixé sur une voiture se déplaçant comme indiqué sur le document 5.



Document 6 – Durée (en ms) des aller-retour des signaux ultrasonores émis par le capteur selon la position de la voiture lors du stationnement automatique.

Q5. Durant la phase 2 du mouvement de l'automobile indiquée sur le document 6, le capteur à ultrasons se trouve au niveau de la place disponible (entre les points B et C du document 5).

En utilisant le document 6, déterminer la durée de la phase 2 du mouvement de la voiture et en déduire la longueur de la place libre.

En vous aidant du tableau du document 4, indiquer si celle-ci permet le stationnement de la voiture.

Donnée : la voiture se déplace à la vitesse $v_0 = 1,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La distance d indiquée sur le document 5 désigne la distance latérale par rapport aux véhicules déjà stationnés.

Q6. À l'aide du document 5 et du document 6, et sachant que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air est $c_{son} = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ montrer que la valeur de la distance d est comprise entre 0,6 m et 0,7 m.

Calculer la profondeur h de la place libre et, en vous aidant du tableau du document 4, indiquer si celle-ci permet le stationnement de la voiture.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.