

**Partie C : mesure du niveau de jus d'orange dans une cuve (5 points)**

Dans l'industrie du jus d'orange, le jus issu du pressage des oranges est stocké dans des cuves. On s'intéresse ici à la détermination du niveau de jus dans une cuve.

La mesure du niveau est basée sur le temps de propagation aller-retour de salves ultrasonores émises depuis une sonde jusqu'à la surface du milieu. L'émission et la réception des signaux ultrasonores s'effectuent sur la même cellule, donc le récepteur est inactif pendant l'émission des salves.

De ce fait, les sondes à ultrasons ont une zone aveugle où aucune mesure n'est possible. Cela signifie que si la surface est située à une distance du capteur inférieure à  $d_{min}$ , elle ne sera pas détectée.

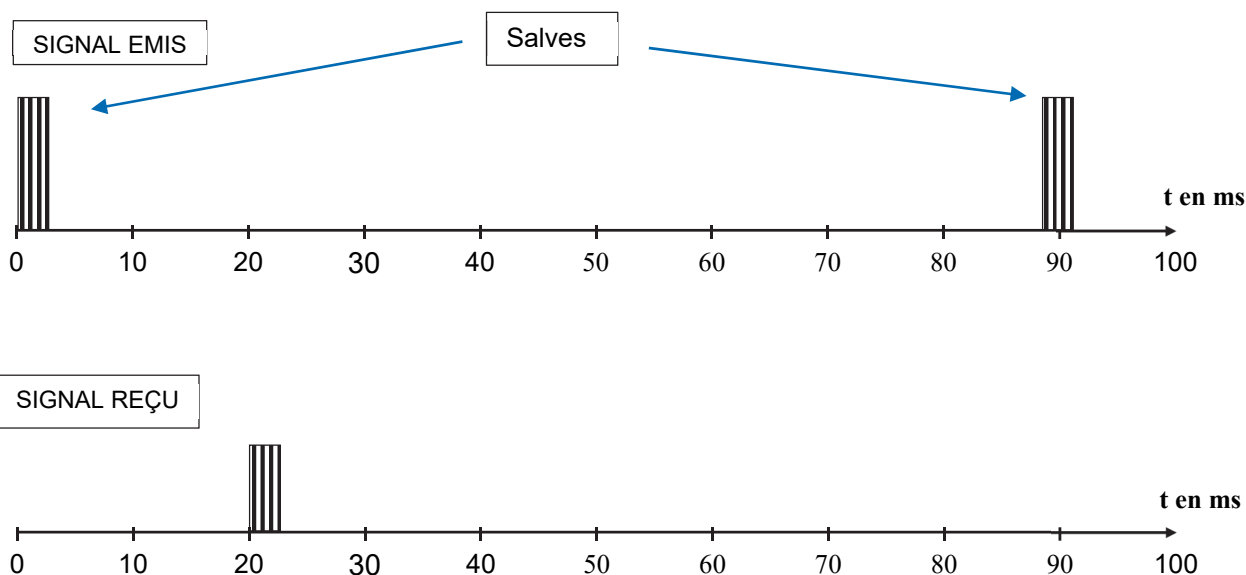
**Document 13 : principe de fonctionnement de la sonde à ultrasons et données constructeur**

<p>Sonde à ultrasons</p> <p>Jus d'orange</p> <p><math>d</math></p> <p><math>H_{cuve} = 5\text{ m}</math></p> <p><math>h_{jus}</math></p>	<p>Le constructeur annonce une plage de mesure pour la distance <math>d</math> :</p> <p>de <math>d_{min} = 0,6\text{ m}</math> à <math>d_{max} = 15\text{ m}</math></p>
--	---

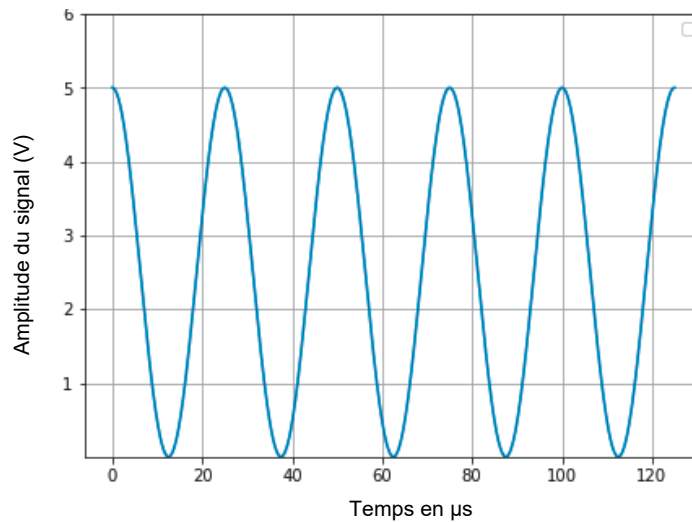
**Document 14 : allure des signaux émis et reçus par le capteur à ultrasons**

Le signal émis par la sonde est constitué de salves ultrasonores séparées par une durée  $\Delta t_1 = 88\text{ ms}$ .

Chaque salve a une durée de  $\Delta t_2 = 3,5\text{ ms}$  et est constituée d'un signal ultrasonore de fréquence  $f$ , représenté dans le document 15.



## Document 15 : allure du signal émis à l'intérieur d'une salve



- C1.** Les ultrasons sont des ondes de fréquence supérieure à 20 kHz. Montrer que c'est bien le cas du signal émis pendant les salves.
- C2.** En utilisant la durée d'une salve d'émission ultrasonore  $\Delta t_2$ , vérifier par un calcul la valeur de la distance minimale du niveau du liquide  $d_{\min}$ , détectable par le capteur, indiquée par le constructeur.  
Donnée : la célérité des ondes ultrasonores dans l'air est  $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- C3.** À l'aide du document 14, déterminer la valeur de la durée  $\Delta t_{\text{AR}}$  d'un aller-retour d'une salve.
- C4.** En déduire la valeur du niveau de jus  $h_{\text{jus}}$  d'orange dans la cuve.

Il est également possible d'utiliser un capteur de pression absolue pour mesurer le niveau de jus d'orange dans la cuve. Ces capteurs permettent de mesurer la pression hydrostatique d'un liquide et par conséquent déterminer le niveau de ce liquide.

Données :

- Pression de l'air dans la cuve  $P_{\text{air}} = 1,00 \text{ bar} = 1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$
- Masse volumique du jus d'orange :  $\rho = 1020 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Intensité du champ de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

- C5.** Indiquer, en le justifiant, où placer le capteur de pression hydrostatique pour mesurer la hauteur de liquide dans la cuve.
- C6.** Le capteur mesure une pression absolue  $P = 1,17 \text{ bar}$ , avec une incertitude de 0,01 bar. Calculer la valeur de hauteur de jus  $h_{\text{jus}}$ .

Au vu de la faible incertitude qui lui est associée, la mesure effectuée à la question **C4**. peut être considérée comme une valeur de référence.

On considère que l'incertitude-type sur la mesure effectuée en **C6**. de la hauteur de jus  $h_{\text{jus}}$  est  $u(h_{\text{jus}}) = 0,10 \text{ m}$ .

**Document 16 : critère de compatibilité entre une valeur expérimentale mesurée et une valeur de référence.**

Afin de comparer la compatibilité d'une mesure et d'une valeur référence, on effectue le calcul du quotient suivant :

$$\frac{|X_{\text{mes}} - X_{\text{ref}}|}{u(X)}$$

$X_{\text{mes}}$  : valeur mesurée

$X_{\text{ref}}$  : valeur de référence

$u(X)$  : incertitude type associée au résultat de la mesure

Le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence si le quotient ci-dessus est inférieur ou égal à 2.

**C7.** Conclure quant à la compatibilité entre la mesure de la question **C6**. et la valeur de référence.