



## L'UTILISATION DE L'IA PAR LES ENSEIGNANTS EN PHYSIQUE - CHIMIE

Générer un sketch Arduino 

### Application 4 : Télémètre à ultrasons

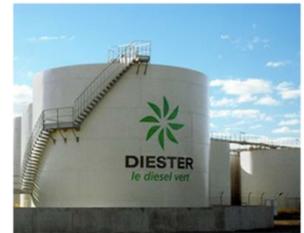
#### Position du problème :

Dans le cadre du développement de biocarburant, les industries chimiques développent des protocoles de synthèses de plus en plus performants comme la trans-estérification :

L'Ester Méthylique de Colza (EMC) est synthétisé à partir de deux réactifs principaux que sont l'huile de colza et le méthanol.

Ces réactifs sont stockés dans des cuves cylindriques.

Lors du procédé de fabrication, il est impératif de connaître le volume de réactif introduit et donc la hauteur de liquide restant dans la cuve.



**Comment déterminer en temps réel le volume de réactifs (huile de colza et méthanol) présent dans les cuves ?**

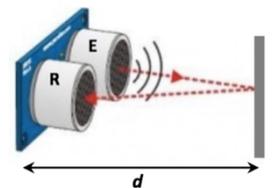
#### Documents mis à disposition

##### Document 1 : Télémètre à ultrasons

Un télémètre à ultrasons est constitué d'un émetteur et d'un récepteur placés côte à côte et situés face à un obstacle.

L'ultrason émis par l'émetteur E parcourt la distance  $d$ , se réfléchit sur un obstacle, puis parcourt à nouveau la distance  $d$ , avant d'être capté par le récepteur R.

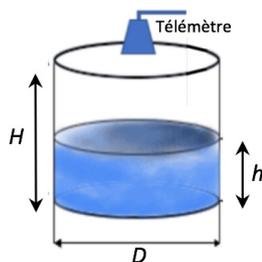
La distance  $d$ , la durée de l'aller-retour  $\Delta t$ , et la célérité de l'ultrason sont donc reliés par  $v = \frac{2d}{\Delta t}$



##### Document 2 : Modélisation de la mesure d'un volume de liquide dans une cuve par télémétrie.

La cuve est modélisée par un bécier de diamètre  $D$  et de hauteur totale  $H$  et les réactifs sont modélisés par de l'eau.

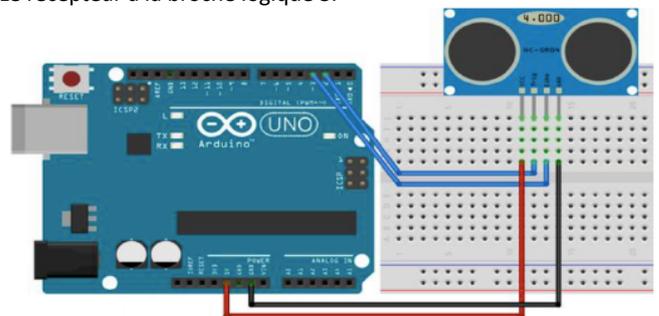
Un émetteur-récepteur d'ultrasons connecté à un microcontrôleur est maintenu fixe à la surface du bécier.



##### Document 3 : Connexion de l'émetteur-récepteur ultrason à un microcontrôleur Arduino

L'émetteur est relié à la broche logique 2.

Le récepteur à la broche logique 3.



#### Utilisation de l'IA par le professeur

- Demander à l'IA de générer un sketch Arduino pour mesurer en centimètres une distance avec le télémètre US de référence HCSR04. Les bornes du capteur GND, Echo, Trig et Vcc sont respectivement reliées aux bornes GND, 2, 3 et 5V de la carte Arduino.
- Demander à l'IA de générer des questions à destination des élèves pour justifier une ou deux lignes du sketch.

#### Travail à effectuer par l'élève

1. Questions à propos du sketch (voir propositions IA).....
2. Expliquer comment déterminer la hauteur  $h$  d'eau présente dans le bécier.
3. Compléter le sketch pour que la hauteur  $h$  s'affiche dans le moniteur série d'Arduino.
4. Réaliser l'expérience et vérifier que les mesures affichées dans le moniteur série sont correctes.
5. Expliquer comment déterminer le volume  $V$  d'eau dans le bécier.
6. Compléter le sketch pour que la mesure de  $V$  s'affiche directement dans le moniteur série d'Arduino.
7. Proposer une méthode pour vérifier la mesure effectuée.

#### Données :

- Volume d'un cylindre de rayon  $R$  et de hauteur  $H$  :  $V = \pi \times R^2 \times H$
- Hauteur du bécier 7,0 cm et rayon du bécier 2,5 cm



## L'UTILISATION DE L'IA PAR LES ENSEIGNANTS EN PHYSIQUE - CHIMIE

### Prompt 1 :

Génère un sketch Arduino pour mesurer en centimètres avec une décimale une distance avec le télémètre US de référence HCSR04. Les bornes du capteur GND, Echo, Trig et Vcc sont respectivement reliées aux bornes GND, 2, 3 et 5V de la carte Arduino.

#### Sketch généré :

```
// Définir les broches pour le capteur HC-SR04
const int trigPin = 3;
const int echoPin = 2;

// Vitesse du son dans l'air (en cm/us)
const float speedOfSound = 0.0343; // cm/us

void setup() {
  // Initialiser les broches du capteur
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Le pin Trig est une sortie
  pinMode(echoPin, INPUT); // Le pin Echo est une entrée

  // Initialiser la communication série pour afficher la distance
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Assurer que le capteur est prêt pour une nouvelle mesure
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  // Envoyer une impulsion de 10 µs pour déclencher l'émission des ultrasons
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Mesurer la durée du signal Echo (temps de retour des ultrasons)
  long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  // Calculer la distance en centimètres
  // La durée est le temps aller-retour du signal, donc il faut diviser par 2
  float distance = (duration * speedOfSound) / 2;

  // Afficher la distance mesurée sur le moniteur série
  Serial.print("Distance: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");

  // Attendre 500ms avant de mesurer à nouveau
  delay(500);
}
```

#### Explications du code (proposée par l'IA)

##### 1. Initialisation des broches :

- La broche Trig (broche 3) est utilisée pour envoyer une impulsion de 10 microsecondes afin de déclencher le capteur.
- La broche Echo (broche 2) est utilisée pour recevoir le signal réfléchi et mesurer la durée du voyage des ondes sonores.

##### 2. Envoyer l'impulsion :

- Le capteur HC-SR04 émet un signal ultrasons lorsque la broche Trig reçoit une impulsion de 10 µs. Cela initie l'émission du signal sonore.

##### 3. Mesurer le temps de retour :

- La fonction `pulseIn()` mesure le temps que le signal met pour revenir à la broche Echo, ce qui représente le temps aller-retour du signal sonore.

##### 4. Calculer la distance :

- La distance est calculée en utilisant la formule :

$$\text{Distance} = \frac{\text{Durée du signal Echo} \times \text{Vitesse du son}}{2}$$

Le facteur 2 est utilisé car la durée mesurée est pour l'aller-retour du signal (aller + retour).

##### 5. Affichage de la distance :

- La distance est affichée en centimètres sur le moniteur série à l'aide de `Serial.print()`.

##### 6. Délai de 500 ms :

- Un délai de 500 ms entre chaque mesure permet de stabiliser les lectures et d'éviter des mesures trop fréquentes.

#### Points à noter :

- Le capteur HC-SR04 fonctionne avec une tension de 5V, ce qui est compatible avec l'Arduino.
- La fonction `pulseIn()` mesure la durée pendant laquelle la broche Echo est à l'état HIGH. Cela correspond au temps que met l'onde ultrasonore à revenir après avoir frappé un objet.
- Le calcul de la distance tient compte du fait que le son se déplace à une vitesse d'environ 0.0343 cm/µs dans l'air à température ambiante.

Cela vous permettra de mesurer la distance en centimètres en temps réel et de l'afficher sur le moniteur série.

### Prompt 2 :

Je veux que tu rédiges quelques questions simples à destination d'élèves de Première pour qu'ils justifient quelques lignes du sketch.

a) Expliquer la ligne du sketch : « `float distance = (duration * speedOfSound) / 2;` »

b) Expliquer la succession de lignes suivantes :

```
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
```