



Chapitre A2 – Ondes sonores



Se positionner

- 1 . Un son peut se propager :
① dans l'air ② dans l'eau ③ dans un métal ④ dans le vide
- 2 . En admettant que le son se propage aussi dans l'eau, la célérité est
① plus grande dans l'air que dans l'eau
② plus grande dans l'eau que dans l'air
③ la même dans l'air et dans l'eau
- 3 . Si la fréquence d'un son augmente, on entend :
① plus fort ② moins fort ③ plus aigu ④ plus grave
- 4 . Si l'amplitude d'un son augmente, on entend :
① plus fort ② moins fort ③ plus aigu ④ plus grave
- 5 . Les ultrasons sont des sons que l'oreille humaine ne peut pas entendre. Leur fréquence est :
① supérieure à 20 Hz ② inférieure à 20 Hz
③ supérieure à 20 kHz ④ inférieure à 20 kHz

Activité 1 – Comment la membrane d'un haut-parleur vibre-t-elle ?

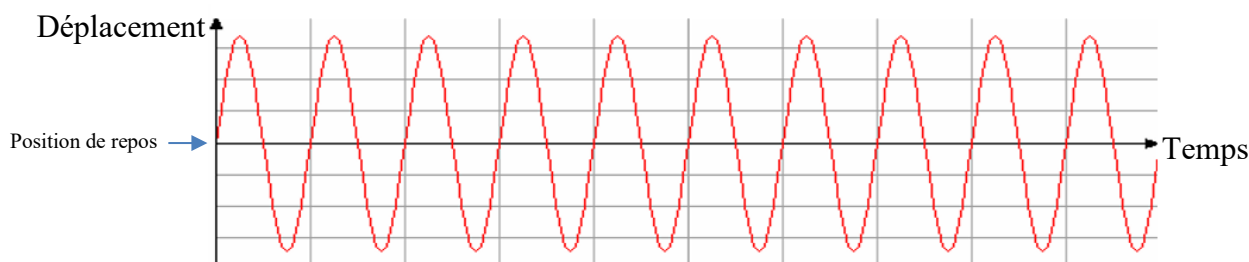
Le son étant une **onde mécanique**, il est produit par une vibration d'un petit objet. Ce peut être une corde (instruments « à cordes »), une membrane (haut-parleur), de l'air (instrument « à vent »)...

Pour décrire cette vibration, on utilise deux notions importantes : la fréquence et l'amplitude.

Pour comprendre ces 2 notions, on utilise  **simulaSON**, qui simule la membrane d'un haut-parleur.

1. Lancer **SimulaSON**. Cacher les particules grâce au bouton . Régler la fréquence à la valeur 1,5 Hz et cliquez sur « Démarrer le vibreur ». **Mesurer** la valeur de la période du mouvement périodique à l'aide d'un chronomètre, puis **vérifier** par un calcul que la relation $T = \frac{1}{f}$ est vérifiée.

2. Indiquer la grandeur à modifier pour que la vibration se fasse « plus vite ».
3. En utilisant le simulateur, proposer une définition de la grandeur « amplitude de vibration ».
4. On peut tracer, dans le cas d'une vibration sinusoïdale, le déplacement de la membrane en fonction du temps. Indiquer sur cette représentation l'amplitude et la période.



Lire les § A et B du modèle

**Activité 2 – De la vibration à la perception...**

On dispose des enregistrements de trois sons, nommés **son1**, **son2**, **son3**.

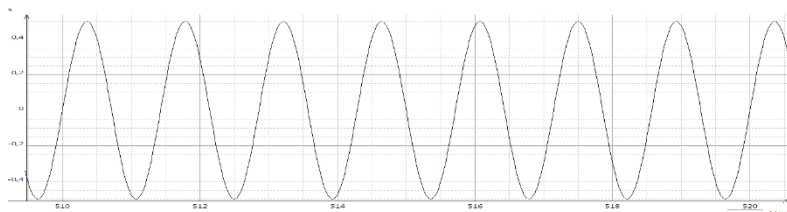
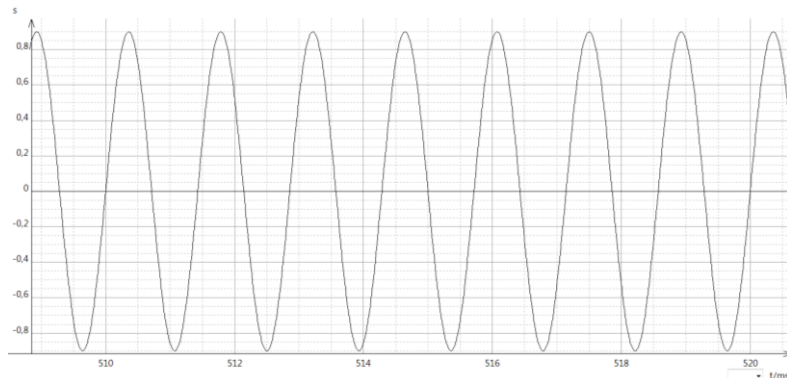
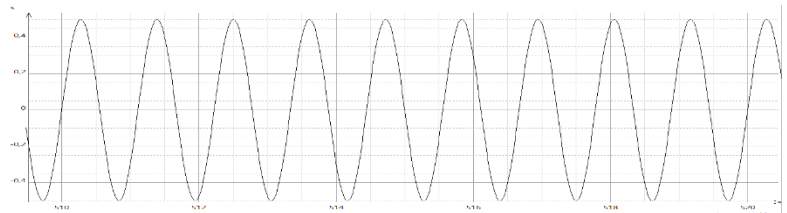
Écouter attentivement les enregistrements de trois sons différents généré par un logiciel.

Répondre aux questions 1 et 2 en cochant une case par ligne dans le tableau ci-dessous.

1. Quel son paraît le plus aigu ? (cocher une case dans la ligne correspondant du tableau ci-dessous)
2. Quel son paraît le plus fort ? (cocher une case dans la ligne correspondant du tableau ci-dessous)

	Son 1	Son 2	Son 3
1. Son le plus aigu			
2. Son le plus fort			
3. Fréquence la plus grande			
4. Amplitude la plus grande			

On observe maintenant les 3 enregistrements.

Son 1 :**Son 2 :****Son 3 :**

3. Indiquer l'enregistrement ayant la fréquence la plus grande et compléter la 3e ligne du tableau.
4. Indiquer l'enregistrement ayant l'amplitude la plus grande et compléter la 4e ligne du tableau.
5. Dédurre du tableau la grandeur physique liée à la hauteur d'un son (son caractère aigu/grave) en complétant la phrase suivante : *Un son est d'autant plus que sa est élevée.*
6. Dédurre du tableau la grandeur physique liée à l'intensité acoustique (son caractère fort/faible) en complétant la phrase suivante : *Un son est d'autant plus que son est grande.*

Après validation par le professeur compléter le § C du modèle

**Activité 3 – Quelle est cette note ?**

Les sons audibles ayant des fréquences supérieures à 20 Hz, on ne peut mesurer la période (et donc calculer la fréquence) à l'œil nu (la vibration est trop rapide).

On peut par contre utiliser des outils numériques qui enregistrent le son, le convertissent en tension électrique et analysent le signal pour donner la période ou la fréquence. C'est le cas de deux outils que nous allons utiliser :

- *Phyphox* sur smartphone - *Regressi* sur ordinateur

1. À l'aide des notices fournies, et en utilisant *Phyphox* ou *Regressi* déterminer la fréquence du son joué par le diapason (instrument qui donne un son de référence et qui permet d'accorder les instrument).
2. En utilisant l'autre outil numérique, indiquer la note jouée par le professeur à la flute.

Le document ci-dessous donne les fréquences des notes de la gamme dite tempérée

Note jouée	Ré ₂	Mi ₂	Fa ₂	Sol ₂	La ₂	Si ₃	Do ₃	Ré ₃	Mi ₃	Fa ₃	Sol ₃	La ₃	Si ₃	Do ₄
Fréquence (Hz)	146,9	164,8	174,6	196,0	220,0	246,9	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9	523,2

Activité 3 – Quelle est cette note ?

Les sons audibles ayant des fréquences supérieures à 20 Hz, on ne peut mesurer la période (et donc calculer la fréquence) à l'œil nu (la vibration est trop rapide).

On peut par contre utiliser des outils numériques qui enregistrent le son, le convertissent en tension électrique et analysent le signal pour donner la période ou la fréquence. C'est le cas de deux outils que nous allons utiliser :

- *Phyphox* sur smartphone - *Regressi* sur ordinateur

1. À l'aide des notices fournies, et en utilisant *Phyphox* ou *Regressi* déterminer la fréquence du son joué par le diapason (instrument qui donne un son de référence et qui permet d'accorder les instrument).
2. En utilisant l'autre outil numérique, indiquer la note jouée par le professeur à la flute.

Le document ci-dessous donne les fréquences des notes de la gamme dite tempérée

Note jouée	Ré ₂	Mi ₂	Fa ₂	Sol ₂	La ₂	Si ₃	Do ₃	Ré ₃	Mi ₃	Fa ₃	Sol ₃	La ₃	Si ₃	Do ₄
Fréquence (Hz)	146,9	164,8	174,6	196,0	220,0	246,9	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9	523,2

Activité 3 – Quelle est cette note ?

Les sons audibles ayant des fréquences supérieures à 20 Hz, on ne peut mesurer la période (et donc calculer la fréquence) à l'œil nu (la vibration est trop rapide).

On peut par contre utiliser des outils numériques qui enregistrent le son, le convertissent en tension électrique et analysent le signal pour donner la période ou la fréquence. C'est le cas de deux outils que nous allons utiliser :

- *Phyphox* sur smartphone - *Regressi* sur ordinateur

1. À l'aide des notices fournies, et en utilisant *Phyphox* ou *Regressi* déterminer la fréquence du son joué par le diapason (instrument qui donne un son de référence et qui permet d'accorder les instrument).
2. En utilisant l'autre outil numérique, indiquer la note jouée par le professeur à la flute.

Le document ci-dessous donne les fréquences des notes de la gamme dite tempérée

Note jouée	Ré ₂	Mi ₂	Fa ₂	Sol ₂	La ₂	Si ₃	Do ₃	Ré ₃	Mi ₃	Fa ₃	Sol ₃	La ₃	Si ₃	Do ₄
Fréquence (Hz)	146,9	164,8	174,6	196,0	220,0	246,9	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9	523,2

Activité 3 – Quelle est cette note ?

Les sons audibles ayant des fréquences supérieures à 20 Hz, on ne peut mesurer la période (et donc calculer la fréquence) à l'œil nu (la vibration est trop rapide).

On peut par contre utiliser des outils numériques qui enregistrent le son, le convertissent en tension électrique et analysent le signal pour donner la période ou la fréquence. C'est le cas de deux outils que nous allons utiliser :

- *Phyphox* sur smartphone - *Regressi* sur ordinateur

1. À l'aide des notices fournies, et en utilisant *Phyphox* ou *Regressi* déterminer la fréquence du son joué par le diapason (instrument qui donne un son de référence et qui permet d'accorder les instrument).
2. En utilisant l'autre outil numérique, indiquer la note jouée par le professeur à la flute.

Le document ci-dessous donne les fréquences des notes de la gamme dite tempérée

Note jouée	Ré ₂	Mi ₂	Fa ₂	Sol ₂	La ₂	Si ₃	Do ₃	Ré ₃	Mi ₃	Fa ₃	Sol ₃	La ₃	Si ₃	Do ₄
Fréquence (Hz)	146,9	164,8	174,6	196,0	220,0	246,9	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9	523,2



Activité 4 – Et si on s'éloigne de la source ?

1. Quand on s'éloigne lentement d'une source sonore, comment évolue notre perception auditive ?

Pour interpréter cette observation il faut comprendre que ce que récupère notre tympan est une petite partie de toute la puissance acoustique (l'énergie par unité de temps) émise par la source. Au cours de la propagation, la puissance est répartie tout autour de la source sur une sphère de plus en plus grande. Notre tympan (dans l'oreille) récupère donc bien une portion de plus en plus petite de cette puissance si on s'éloigne.

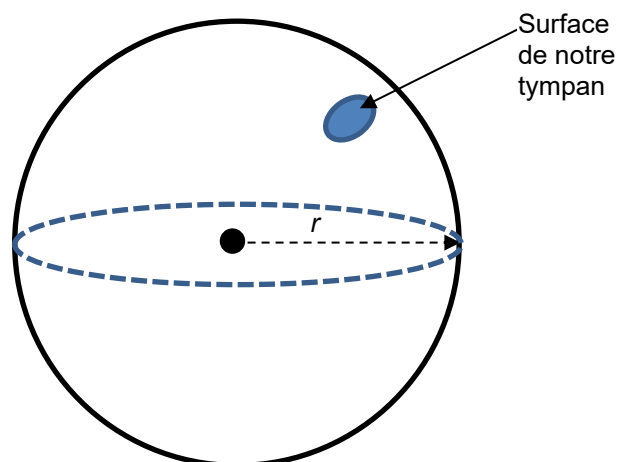
On définit l'intensité acoustique (qui est liée à notre sensation fort/faible) par la relation suivante :

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

où : P est la puissance en watt (W)

r est le rayon de la sphère en mètre (m) et donc la distance qui sépare le récepteur de la source.

2. Mathématiquement, comment évolue I si r augmente ? En déduire que cette relation permet de rendre compte de l'observation indiquée à la question 1.
3. On ne peut pas entendre une intensité acoustique inférieure à $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Calculer la puissance d'une source qu'on cesse d'entendre à 1 mètre.





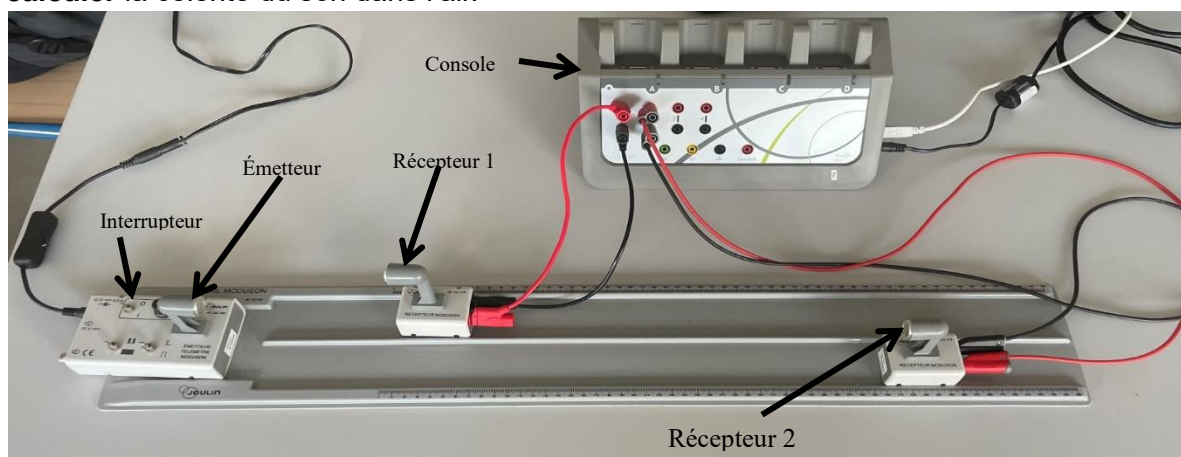
Activité 5 – Mesurer la vitesse du son sans le voir...

A- Dans l'air

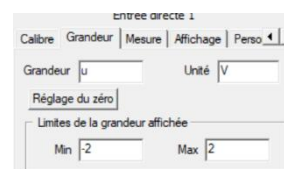
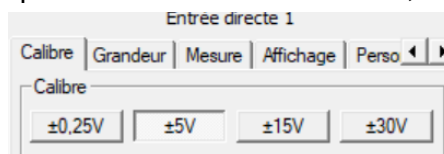
Dans le cas d'un signal sonore ou ultrasonore, un récepteur peut délivrer une tension électrique s'il « perçoit » un signal. Ces récepteurs peuvent être des microphones ou des récepteurs ultrasonores.

Présentation du matériel : On dispose d'un émetteur et de deux récepteurs, qu'il est possible de brancher aux bornes d'une console d'acquisition, elle-même connectée à un ordinateur. Cette console permet d'enregistrer les signaux électriques des récepteurs.

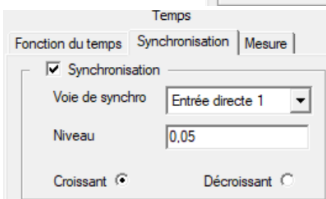
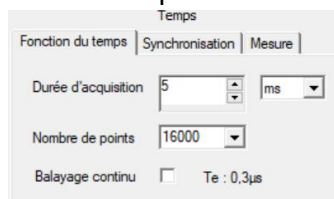
Le dispositif expérimental est représenté ci-dessous. Le récepteur d'ultrason fonctionne sur le principe du micro : il transforme l'onde ultrasonore reçue en un signal électrique. Le logiciel *Atelier scientifique* permet d'enregistrer, pendant une durée donnée les signaux reçus par les récepteurs. On fait démarrer l'enregistrement lorsque le premier récepteur reçoit un signal. Le deuxième récepteur va recevoir ce signal plus tard (retard noté Δt). Si on peut **mesurer** ce retard et la distance entre les deux récepteurs, alors on peut **calculer** la célérité du son dans l'air.



Réglage du logiciel *atelier scientifique* indiqués ci-dessous et au tableau ;
Pour les entrées directes :



Pour le temps :

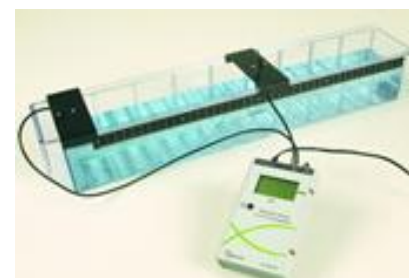


L'interrupteur de l'émetteur permet d'émettre un signal.

1. Mesurer la distance choisie entre le récepteur 1 et le récepteur 2 : $d = \dots\dots\dots$
2. Une fois les réglages effectués, lancer l'acquisition en appuyant sur le bouton vert  puis en cliquant sur **Lancer** dans la boîte de dialogue.
3. Mesurer la durée Δt entre l'arrivée du son au récepteur 1 et l'arrivée du son au récepteur 2 à l'aide du pointeur disponible dans le menu **Outils**.
4. Calculer la célérité des ultrasons.

B- Dans l'eau

Pour déterminer la célérité du son dans l'eau on peut utiliser le montage à immersion (photo ci-contre). Le montage se compose d'un émetteur et d'un récepteur à ultrasons ainsi que d'un boîtier affichant l'intervalle de temps Δt entre l'émission du signal et sa réception.



- Vérifier d'abord par une unique mesure dans l'air qu'on retrouve bien approximativement la valeur de la célérité du son dans l'air.
- Remplir la cuve d'eau et faire une détermination de la célérité du son dans l'eau. Conclure au sujet de la question 2 du quiz de positionnement.



Activité 6 – Radar de recul

A- Principe

Si on connaît la valeur de la célérité du son, on peut en utilisant un émetteur et un récepteur déterminer la distance à un obstacle. Le récepteur, placé juste à côté de l'émetteur va recevoir l'onde sonore réfléchie avec un retard Δt . La mesure du retard, connaissant la vitesse du son, permet de calculer la distance d entre l'ensemble émetteur-récepteur et l'obstacle.

1. Légender le schéma ci-contre en indiquant la distance d , l'obstacle et le trajet des ultrasons entre émetteur et récepteur.
2. Écrire l'expression de distance d en fonction de la célérité c et du retard Δt . On indiquera les unités.
3. Avec le dispositif utilisé à la fin de l'activité précédente, dans l'air, réaliser l'expérience pour mesurer et en déduire la distance à l'obstacle. Vérifier que le résultat est en accord avec la distance observable.



On utilise maintenant un système bien plus proche de la réalité qui équipe les véhicules sous le nom de « Radar de recul ». Ce dispositif intégré aux pare-chocs des voitures permet de mesurer la distance à un obstacle quand par exemple on se gare.

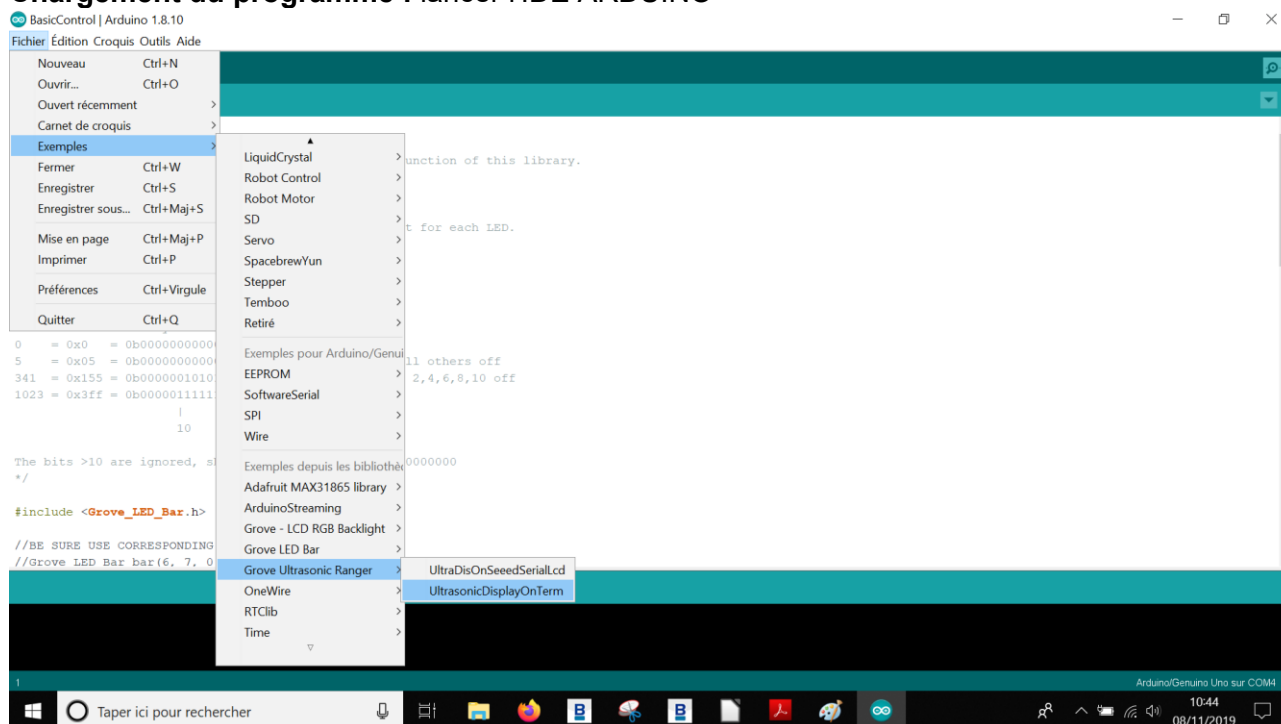
La documentation est donnée en **annexe**.



4. Indiquer la fréquence et la longueur d'onde des ondes sonores utilisées.
5. Indiquer le nombre de périodes envoyées.
6. Quelle est la valeur de la vitesse du son paramétrée par le système ?

Réalisation de la mesure.

Chargement du programme : lancer l'IDE ARDUINO

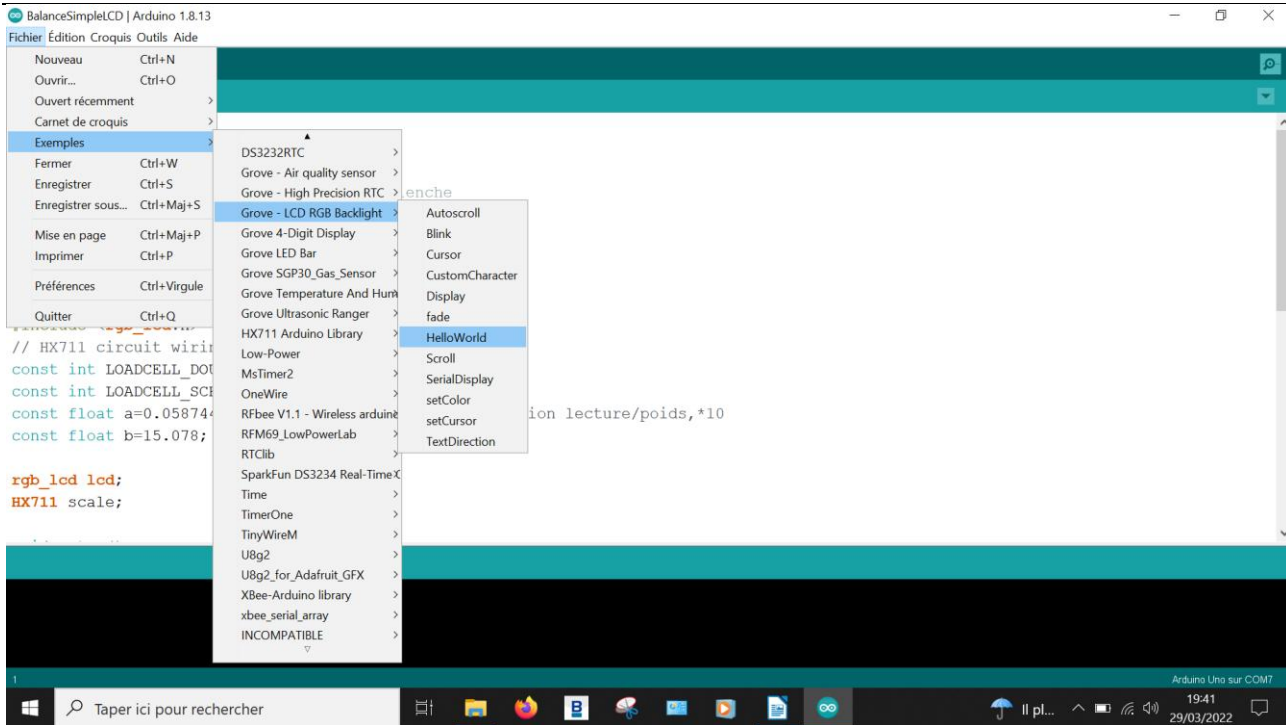


4 Affichage et alarme

4.1 affichage

Vous pouvez directement afficher la distance sur un écran lcd

La librairie est :



- Charger l'exemple HelloWorld, en connectant l'écran sur un port I2C
- Vérifier que l'écran fonctionne
- Ouvrir un nouveau programme, le nommer MonProgramme
- Effacer tout
- Copier le programme d'exemple sur le module US dans votre programme.
- Modifier votre programme pour afficher sur l'écran LCD la distance en metre
- Faites valider.

4.2 Alarme

On veut que le programme affiche une alarme visuelle (LED) si la distance est inférieure à 40cm. Modifier votre programme pour ceci. Faites valider.

**Document 1** : LED Grove.

Ce module LED compatible Grove permet d'allumer une led à partir d'une sortie digitale (pin 2) .

Fichier Édition Croquis Outils Aide



diode §

```
void setup() {  
  // initialize digital pin2 as an output.  
  pinMode(2, OUTPUT);    // initialise la broche numérique 2 comme sortie  
}  
  
// |  
void loop() {              //la fonction de boucle s'exécute sans fin  
  digitalWrite(2, HIGH);   // Eclaire la LED  
  delay(1000);             // delai en seconde  
  digitalWrite(2, LOW);    // Eteindre la LED  
  delay(1000);            // delai en seconde  
}
```

**Programme pour
faire clignoter la
LED :**

Document 2 : Instruction if/ else.

L'instruction if/else (si/sinon en français) permet de grouper plusieurs tests ensemble.

Par exemple, une entrée analogique peut-être testée et une action réalisée si l'entrée est inférieure à 500, et une autre action réalisée si l'entrée est supérieure ou égale à 500.

Le code ressemblera à cela :

```
if (broche Deux Entree < 500)  
{  
  // action A  
}  
else  
{  
  // action B  
}
```