

Mécanique

Étude de l'accélération

Mechanics

Acceleration

Réf :
488 060

Français – p 1

English – p 9

Version : 2206

Accéléromètre sans fil
Wireless accelerometer

1. Description

L'accéléromètre sans fil Jeulin (réf 488 060) est un multi-capteur qui permet de mesurer l'accélération, la vitesse angulaire et l'angle. Il comporte 6 axes : 3 axes d'accéléromètre, 3 axes de gyroscope. Un algorithme permet ensuite de calculer précisément les 3 axes d'angle.

Il fonctionne en Bluetooth 5.0 compatible avec WIN7, 10 et 11, fourni avec une clé Bluetooth.



Figure 1 : Composition

Accéléromètre et accessoires

- 1: Boîtier de transport
- 2: Accéléromètre sans fil
- 3: Clé Bluetooth 5.0
- 4: Sangle adhésive
- 5: Câble de recharge
- 6: Pastilles adhésives
- 7: Notice QuickStart

2. Utilisation

Il existe deux modes de fonctionnement de l'accéléromètre :

- Mode d'acquisition sans fil (via Bluetooth)
- Mode recharge (via câble USB)

Téléchargez le logiciel, le driver et la notice à l'adresse suivante : www.jeulin.com/installweb en indiquant la clé d'activation fournie sur le QuickStart.

Découvrez une vidéo de mise en œuvre en scannant le QR Code :



2.1 Mode d'acquisition sans fil (via Bluetooth)

Sous Windows 7, il est nécessaire d'installer le driver, à télécharger sur le site :

www.jeulin.com/installweb

Sous Windows 10 et 11, le driver est installé automatiquement.

Connecter la clé sur ordinateur, puis allumer l'accéléromètre à l'aide du bouton ON/OFF.



Figure 2 : Clé connectée à l'ordinateur



Figure 3 : Accéléromètre en position ON

Lorsque l'accéléromètre est appairé à la clé Bluetooth, la LED bleu de l'état "Status" de l'accéléromètre clignote tandis que celle de la clé s'allume en continu.

2.2 Appairage

Afin de pouvoir utiliser plusieurs accéléromètres dans une même salle, la clé Bluetooth fournie est appairée avec l'accéléromètre.

Chacun des 2 est muni d'une étiquette avec son identifiant. Veillez à bien utiliser les couples accéléromètre/clé associés.



2.3 Mode recharge

L'autonomie de batterie est environ **10 heures**.

En mode recharge, il faut connecter l'accéléromètre à l'ordinateur via le câble USB



Figure 4 : Accéléromètre en recharge

Lorsque l'accéléromètre est en recharge, la LED rouge de l'état "Power" s'allume. Elle s'éteint quand la recharge est complète.

2.4 Acquisition logicielle

Lancer le logiciel "Accéléromètre.exe"



Lorsque la clé Bluetooth est bien détectée, l'interface logicielle apparaît (Figure 5), sinon une fenêtre de message apparaît (Figure 6), dans ce cas, réessayer le branchement et vérifier que la clé est bien fonctionnelle.

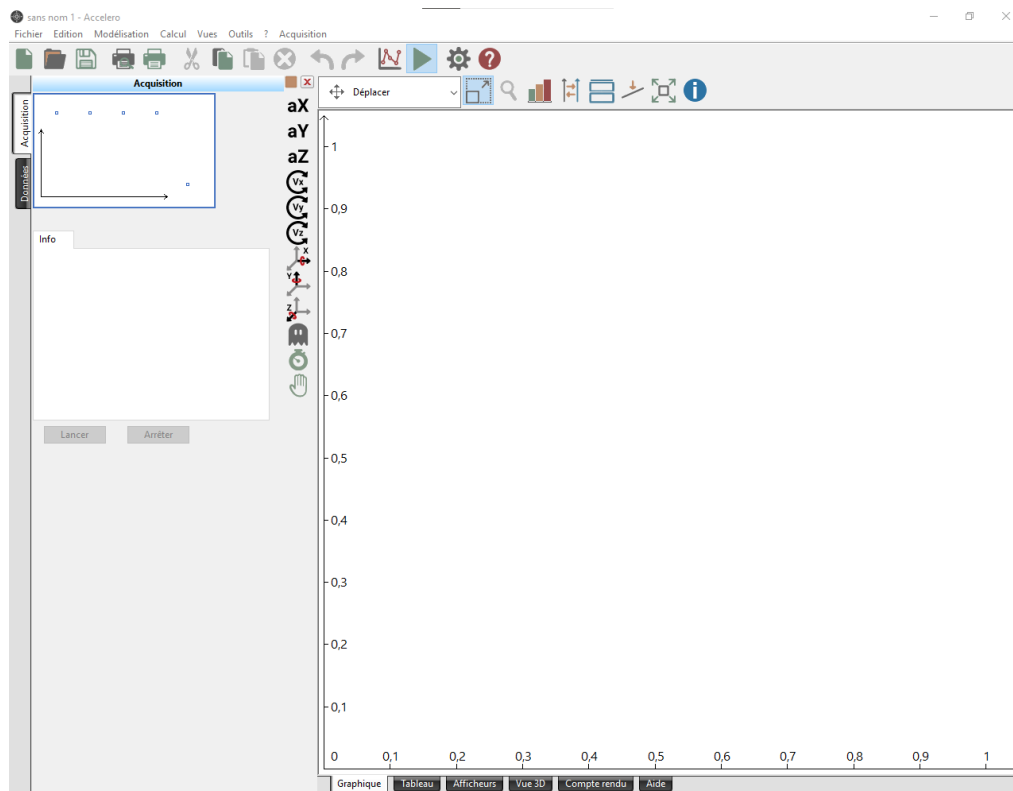


Figure 5 : Interface logicielle "Accéléromètre.exe"

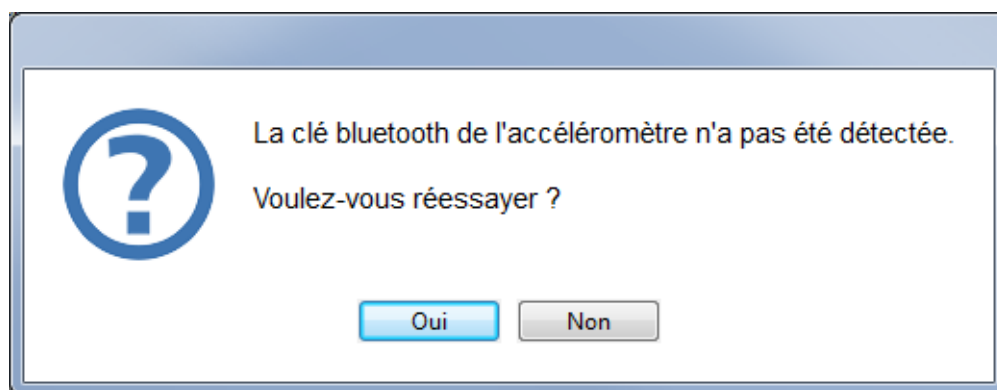


Figure 6 : Fenêtre de message

3. Exemple de TP

Dans la suite, nous étudierons un TP possible sur l'accélération linéaire avec l'accéléromètre

3.1 Accélération linéaire

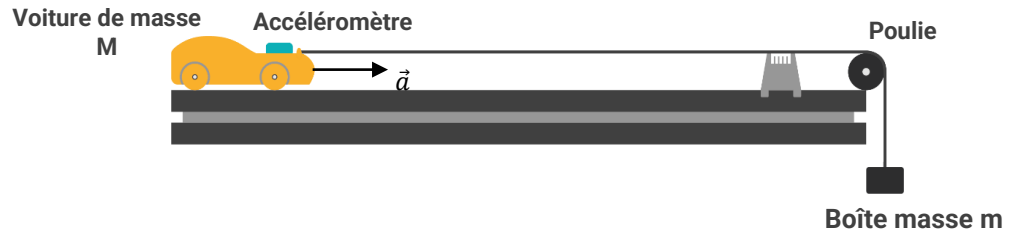




Figure 7 : Schéma de montage

Pour étudier le mouvement uniforme et accéléré, il suffit de fixer l'accéléromètre sur la voiture à l'aide des pastilles adhésives. Puis placer la voiture sur le banc, relier la voiture à la boîte de masse m avec la corde inextensible de masse négligeable, insérer la corde dans la poulie. Au bout du banc, on place une plaque qui stoppera la voiture. Enfin, paramétrer le logiciel et lancer l'acquisition.

3.2 Paramétrage et acquisition logicielle

- Lancer logiciel "Accéléromètre.exe". 
- Glisser les capteurs accélération **aY** en ordonnée, et temps  en abscisse dans l'acquisition.
- Ici on ne s'intéresse qu'à l'accélération horizontale selon l'axe Y (figure 8).

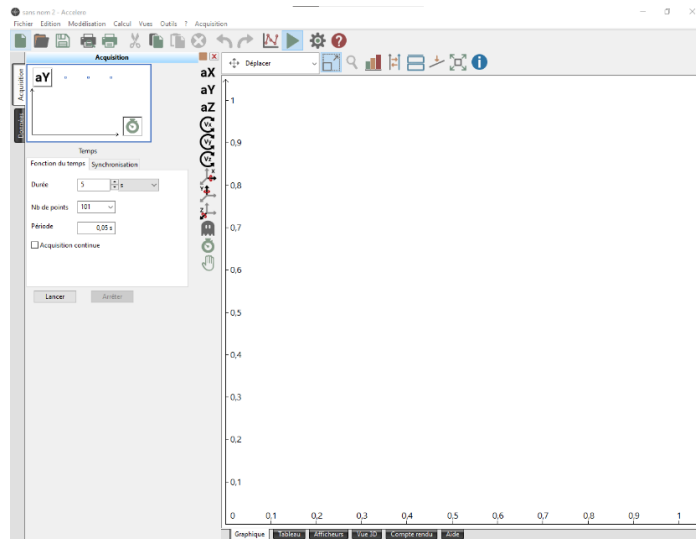



Figure 8 : Interface logicielle

- Définir les paramètres du temps en cliquant sur l'icône . Pour cette acquisition, on prend une durée de 5s et 101 points (figure 9).
- Cliquer sur **aY** puis l'onglet "Affichage", il existe plusieurs calibres : $\pm 2g$, $\pm 8g$, $\pm 16g$, choisir calibre $\pm 2g$ pour adapter l'affichage (figure 10).

- Positionner la voiture sur le banc et étalonner la valeur d'accéléromètre à zéro :

aY → "Réglage" → "Régler" (figure 11)

Lancer l'acquisition et lâcher la masse.

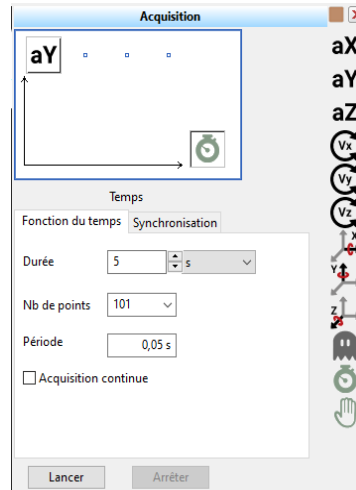


Figure 9 : Paramétrage du temps

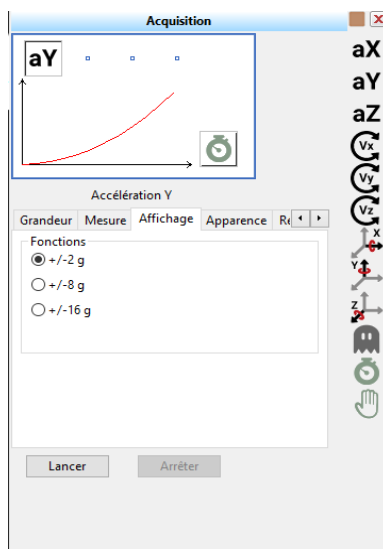


Figure 10 : Calibration d'affichage

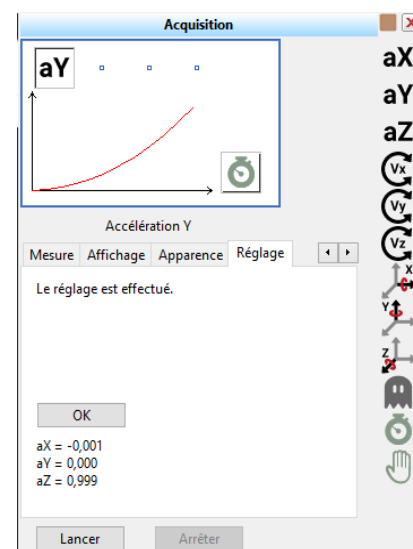


Figure 11 : Étalonnage de l'accéléromètre

3.3 Résultats et interprétation

En appliquant le principe fondamental de la dynamique sur la voiture et en négligeant les frottements, on retrouve une accélération théorique :

$$\|a\| = \left(\frac{m}{m+M} \right) * g$$

Cliquer droite sur le graphe puis "Droite", puis superposer la droite sur la zone où l'accélération est "constante" (voir figure 11). On obtient ainsi $a = -0,078$, d'où $\|a_{exp}\| = 0,078g$.

Données numériques : $m = 16,1 \text{ gramme}$ $M = 155 \text{ gramme}$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Les résultats obtenus correspondent à l'accélération linéaire de la voiture :

	Expérimentale (en g)	Théorique (en g)
Accélération	0,078	0,094

Tableau : résultats expérimentaux et théoriques

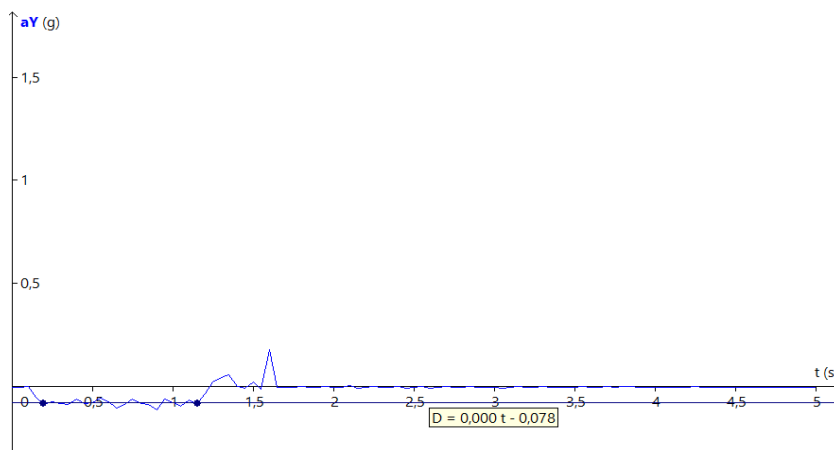


Figure 12 : Résultat expérimental

Les résultats sont cohérents car on néglige les frottements dans notre expérience, sachant que l'accéléromètre a une précision de mesure $\pm 0,01g$. Les études des sources d'erreur pourront donner lieu à des calculs sur les incertitudes de mesures notamment en lien avec l'appareil de mesure.

4. Autres exemples

Différentes expériences sont disponibles sous forme de travaux pratiques expliqués et détaillés (*pdf). Vous pouvez les retrouver en scannant les QR codes ci-dessous.

● TP accélération linéaire



Le but est d'étudier l'accélération linéaire sur un banc mécanique afin d'étudier les lois de la dynamique (force, accélération, vitesse, mouvement linéaire etc...).



Voir le TP

● TP accélération pendule



Le but est d'étudier les accélérations tangentielle et radiale d'un oscillateur harmonique (le pendule pesant).



Voir le TP

● TP accélération plan incliné

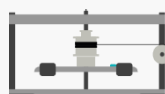


Le but est d'étudier l'accélération d'une masse sur un plan incliné afin d'étudier les lois de la dynamique, notamment l'accélération de la pesanteur.



Voir le TP

● TP maquette de rotation



Le but est d'étudier les moments d'inertie ainsi que l'accélération d'une masse en rotation autour d'un axe fixe.



Voir le TP

5. Caractéristiques techniques

Autonomie	En fonctionnement	10h
Batterie	Lithium ion	Voir précautions ci-dessous
Dimensions (LxIxh)	Accéléromètre	51,3 mm x 36 mm x 15 mm
	Boîtier de transport	140 mm x 100 mm x 37 mm
Gamme de mesure	Accéléromètre	3 axes (x, y, z) $\pm 2g - \pm 8g - \pm 16g$
	Gyroscope	3 axes (x, y, z) $\pm 2000^\circ/s$
	Angle	3 axes (x, y, z) x, z : $\pm 180^\circ$ y : $\pm 90^\circ$
Précision/Stabilité	Accéléromètre	Précision : 0,01g Stabilité : 0,005g
	Gyroscope	Stabilité : 0,05°/s
	Angle	Précision x, y : 0,05°

Précautions d'utilisation des batteries Li-Ion

- Ne pas court-circuiter la batterie (risque d'explosion ou d'incendie)
- Ne pas surcharger la batterie (risque d'explosion ou d'incendie)
- Ne pas exposer à des températures trop élevées.
- Ces batteries sont fragiles mécaniquement et électriquement.
- Utiliser uniquement un chargeur compatible avec ce type de batteries et correctement configuré.
- Ne jamais charger à proximité de matières inflammables, liquides ou solides.
- Si vous détectez une élévation de la température, arrêtez-le processus de charge.
- Éviter de charger des batteries Li-Ion raccordées en série.
- Stocker les batteries dans un endroit froid et sec.
- Ne pas placer les batteries sur une surface conductrice de courant.
- Ne pas perforer les batteries.
- Surveiller les batteries lors de leur recharge.
- Une batterie peut prendre feu plus de 10 minutes après un choc ou un court-circuit et doit être surveillée.
- En cas de contact d'électrolyte avec votre peau, lavez abondamment avec du savon et de l'eau.
- En cas de contact avec les yeux, rincer abondamment à l'eau froide et consulter un médecin en urgence.
- Les batteries doivent être complètement déchargées avant d'être mises au recyclage

6. Service après-vente

La garantie est de 2 ans.

Pour tous réglages, contacter le **Support Technique** au **09 69 32 02 10 ***.

Le matériel doit être retourné dans nos ateliers et pour toutes les réparations ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN – S.A.V.
468 rue Jacques Monod
CS 21900
27019 EVREUX CEDEX France

09 69 32 02 10 *

**Prix d'un appel local, non surtaxé*

1. Description

This wireless accelerometer Jeulin (ref 488 060) is a multi-sensor device detecting acceleration, angular velocity and angle. It provides 6 axis of measurement with a 3-axis accelerometer and a 3-axis gyroscope. An algorithm will calculate the three-axis angle accurately.

The accelerometer is provided with a Bluetooth key and it is compatible with WINDOWS 7, 10 and 11.



Figure 1 : Accelerometer and accessories

Accelerometer et accessories

- 1: Transport case
- 2: Accelerometer wireless
- 3: Bluetooth adapter
- 4: Adhesive strap
- 5: Rechargeable cable
- 6: Adhesive pastilles
- 7: QuickStart Instructions

2. Utilisation

The accelerometer has two main functional modes:

- Wireless mode (via Bluetooth)
- Battery charging mode (via USB-C)

Download software, driver and instructions by using the link below:
www.jeulin.com/installweb, by indicating your activation key provided with QuickStart.

To discover a using video, please scan the QR Code:



2.1 Wireless Mode (via Bluetooth)

If you use the windows 7, you have to install the driver by using the link below with your activation key: www.jeulin.com/installweb

If you use the windows 10/11, the driver is installed automatically.

Insert Bluetooth adapter into the USB port, turn ON the accelerometer.



Figure 2 : Bluetooth adapter connected



Figure 3 : Accelerometer turn ON

If the accelerometer is paired with Bluetooth, the blue LED of sensor will flash and the Bluetooth adapter LED will remain still.

2.2 Pairing

In order to be able to use several accelerometers in the same room, the Bluetooth adapter is paired with the accelerometer. Each of the 2 is provided with a label with its identifier. Be sure to use the associated accelerometer/adapter pairs.



2.3 Battery charging mode

Up to **10 hours** battery life. Rechargeable lithium-ion battery.

You have to connect accelerometer to computer with a USB-C cable in order to charge the battery.



Figure 4 : Battery charging

When the accelerometer is charging, the red LED will remain still, the light will switch off once the charge is completed.

2.4 Software acquisition

Run the application "Accéléromètre.exe"



If the Bluetooth adapter was detected, the software interface would display (Figure 5). Else, a warning screen would display (Figure 6), in this situation, verify that the adapter is functional and retry to connect the adapter.

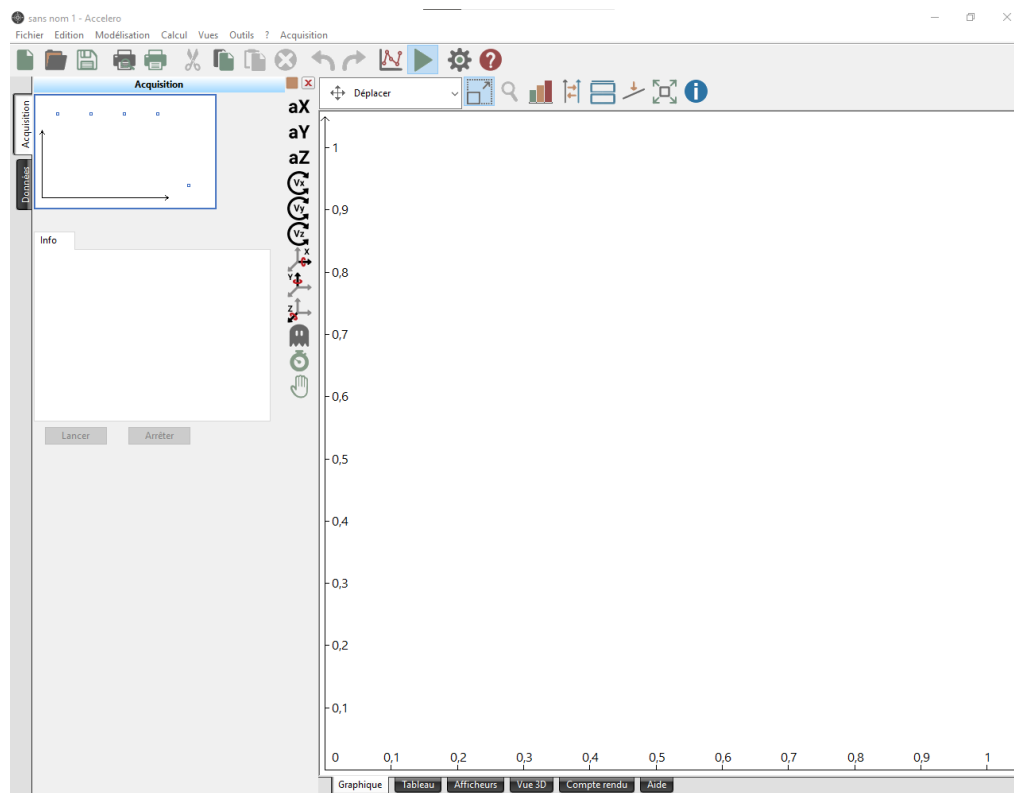


Figure 5 : Software " Accéléromètre.exe" screen.

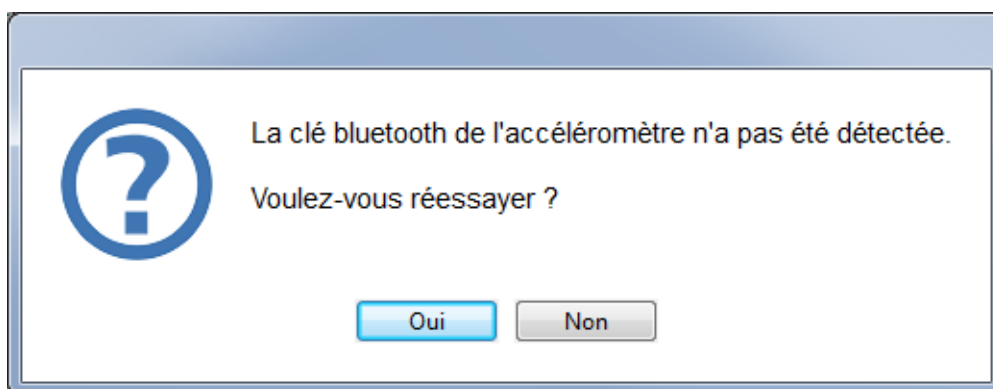


Figure 6 : Warning message

3. Example of experiment

In this part, we will show you an example of experiment which consist to reveal uniformly accelerated rectilinear motion of a car.

3.1 Rectilinear acceleration

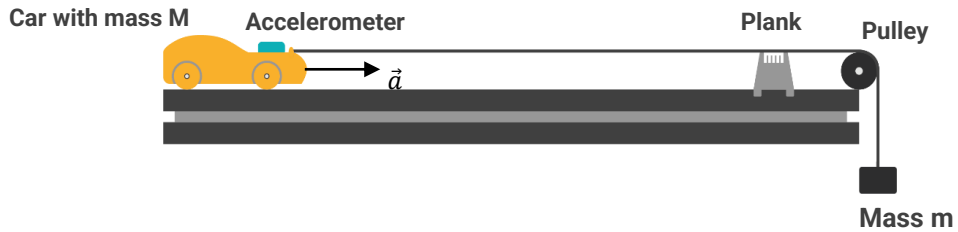


Figure 7 : Experiment drawing

In order to study uniformly accelerated motion, we have to stick the accelerometer on the car with adhesive pastille. Then put the car on the test bench, the car is attached by a rope over a pulley to a mass of m which hangs vertically. The plank will be used for stopping the car. Finally, we have to configure the software and launch the acquisition.

3.2 Configuration and acquisition

- Run software "Accéléromètre.exe"
- Drag and drop Y-acceleration **aY** on ordinate axis, and time on abscissa axis. Here, the horizontal acceleration is oriented along the Y-axis (figure 8).

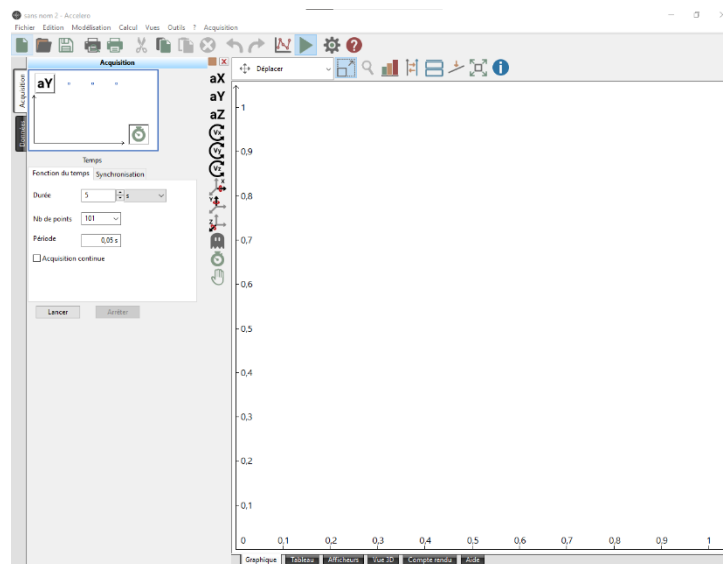


Figure 8 : Software interface

- Define time configuration by clicking on . For this experiment, the time is set up to 5 seconds and 101 points (figure 9).
- Click on **aY**, then "Affichage", multiple calibration exist: $\pm 2g$, $\pm 8g$, $\pm 16g$, select $\pm 2g$ for a better visualization (figure 10).

- Put the car on the test bench, and calibrate accelerometer value to zero:

aY → "Réglage" → "Régler" (figure 11)

Finally, launch the acquisition and release mass m.

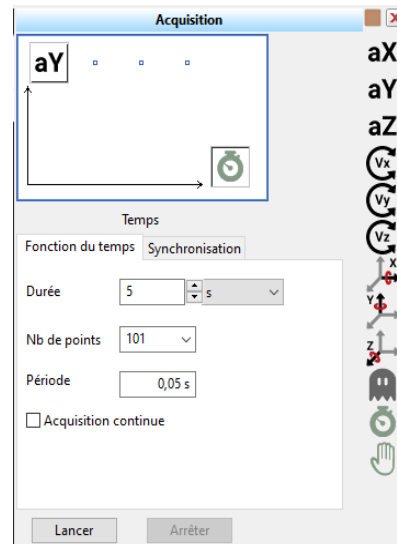


Figure 9 : Time configuration

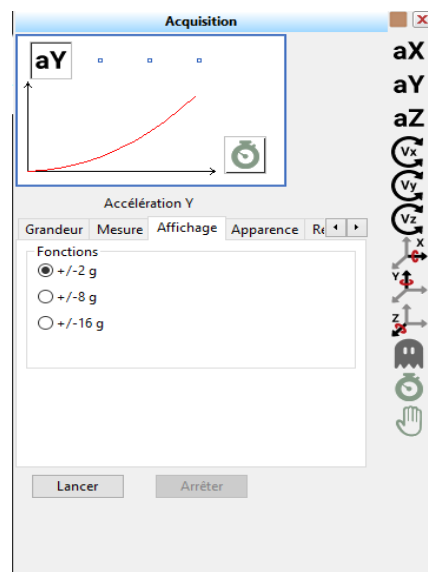


Figure 10 : Choose a suitable display

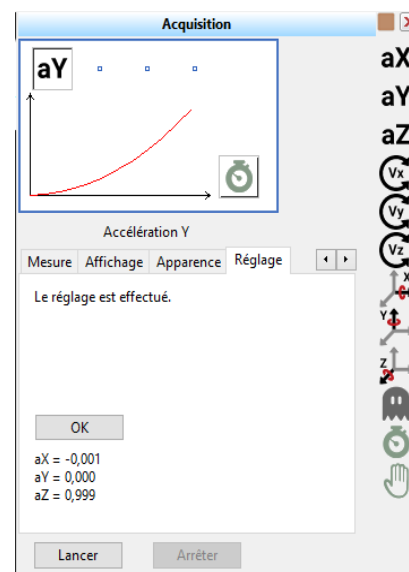


Figure 11 : Accelerometer calibration

3.3 Results and interpretation

Applying Newton's second law on the car and ignoring friction of car on the bench. We have acceleration:

$$\|a\| = \left(\frac{m}{m + M} \right) * g$$

Right-click on the graph then click on "Droite", place line on top of area which the acceleration is "constant" (figure 11). We have $a = -0,078$, therefore $\|a_{exp}\| = 0,078g$.

Numerical values: $m = 16,1\text{-gram}$ $M = 155\text{-gram}$ $g = 9,8\text{m/s}^2$

	Experimental (Unit: g)	Theoretical (Unit: g)
Acceleration	0,078	0,094

Table : Theoretical and experimental results

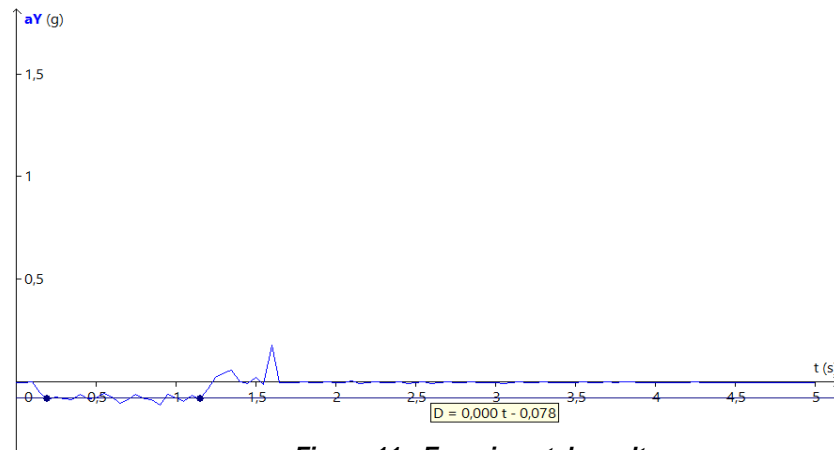


Figure 11 : Experimental result

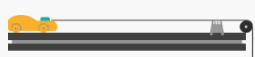
The results are consistent because we neglect the friction. Besides, the accelerometer has an accuracy of $\pm 0,01g$.

Discussing the sources of error may lead to uncertainty of measurement calculations, particularly in connection with the measuring device.


4. Others examples

Different experiments are available in the form of explained and detailed practical work (*pdf). You can find them by scanning the QR codes below.

● **TP accélération linéaire**




The goal is to study linear acceleration on a mechanical bench in order to study the laws of dynamics (force, acceleration, speed, linear movement, etc.).




Voir le TP

● **TP accélération pendule**




The goal is to study the tangential and radial accelerations of a harmonic oscillator (the heavy pendulum).




Voir le TP

● **TP accélération plan incliné**




The goal is to study the acceleration of a mass on an inclined plane in order to study the laws of dynamics, in particular the acceleration of gravity.




Voir le TP

● **TP maquette de rotation**



The goal is to study the moments of inertia as well as the acceleration of a rotating mass around a fixed axis.



Voir le TP

5. Technical Specifications

Battery life	Complete charge	10h
Battery	Lithium ion	See below for more details
Size (LxWxH)	Accelerometer	51,3 mm x 36 mm x 15 mm
	Transport case	140 mm x 100 mm x 37 mm
Measurement Range	Accelerometer	3 axis (x, y, z) $\pm 2g - \pm 8g - \pm 16g$
	Gyroscope	3 axis (x, y, z) $\pm 2000^\circ/s$
	Angle	3 axis (x, y, z) x, z : $\pm 180^\circ$ y : $\pm 90^\circ$
Accuracy/Stability	Accelerometer	Accuracy : 0,01g Stability: 0,005g
	Gyroscope	Stability: 0,05°/s
	Angle	Accuracy x, y: 0,05°

Risks and precautions of Li-ion battery

- DO NOT short circuit (risk of fire and explosion)
- DO NOT overcharge or over-discharge (risk of fire and explosion)
- DO NOT expose to high temperatures
- Batteries are fragile mechanically and electrically
- Only use the charging cord that came with the device
- Avoid charging your device near flammable materials and liquid
- If you notice an overheating, shutoff the charging process
- Avoid charging Li-Ion batteries in series
- Store batteries in a secure, dry and cool place
- DO NOT put batteries on a current lead surface
- DO NOT pierce batteries
- Keep a close watch on batteries during the charge
- A battery could catch fire 10 minutes after a shock or short circuit, keep a close watch on it.
- In case of contact with electrolyte on the skin, wash immediately with soap and water.
- In case of contact with eyes, flush eyes with plenty of cold water and consult an emergency physician.
- Batteries have to be completely discharged before sending them to the recycling

6. After-sales service

The device is under a 2-year guarantee.

For any repairs, contact the **Technical Support** on **+33 (0)2 32 29 40 23**.

The equipment should be returned in our workshops and for any repairs or spares parts, please contact:

JEULIN – TECHNICAL SUPPORT
468 rue Jacques Monod
CS 21900
27019 EVREUX CEDEX FRANCE

+33 (0)2 32 29 40 23

