

Modéliser un impact de météorite

→ **Objectif de l'atelier** : Découverte et mise en œuvre d'un simulateur d'impact et conception d'un modèle de sismomètre à l'aide de cartes Arduino.

Nous allons utiliser un module spécialement créé au collège Pierre de Coubertin (Le Luc, Var, France) pour étudier les impacts de météorite avec les élèves de collège. Il est constitué d'un bac de réception contenant un sismomètre et d'un système de largage d'un impacteur en métal (figure 1).

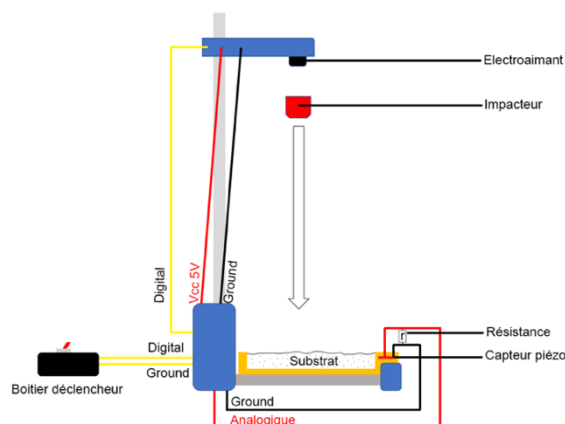
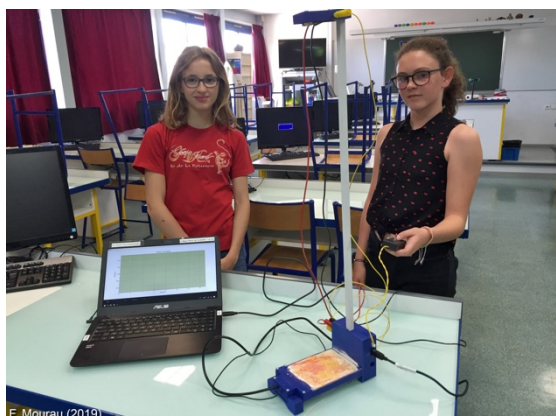


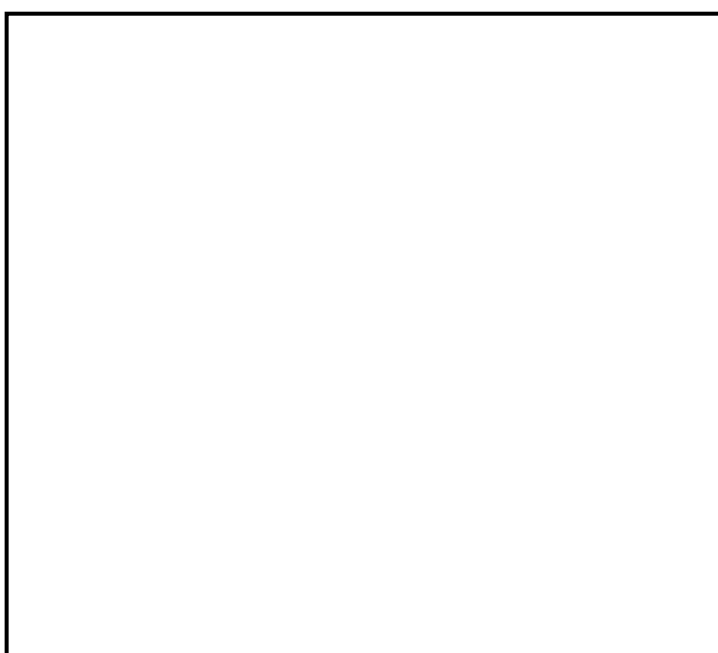
Figure 1 : le module permet de faire tomber un impacteur dans un bac équipé d'un capteur piézo qui simule un sismomètre. La hauteur de chute et la masse de l'impacteur sont paramétrables par les élèves. L'enregistrement de l'amplitude des vibrations est directement lisible par l'intermédiaire du logiciel RISSC créé par David Ambrois (Edumed observatory, Géoazur-OCA-UCA) et modifié par Denis Guicheteau (Education nationale, lycée Raynouard, Brignoles).

A. Première modélisation : observer la morphologie d'un impact (Cycle 4)

Matériel utilisé : Module impacteur, ordinateur, farine, poudre de craie (2 couleurs), grande cuillère (farine), petite cuillère (poudre de craie) et règle.

- Remplir le bac de farine avec une grande cuillère puis lisser le sommet à l'aide d'une règle.
- Saupoudrer la surface d'impact avec de la poudre de craie colorée en 2 couches.
- Brancher l'impacteur sur le **COM5** de l'ordinateur
- Quand le bouton **Meteor** s'allume, cliquer dessus
- Vérifier que le bouton de la télécommande soit bien en position **READY**
- Cliquer sur le bouton **Start** et placer l'impacteur sous l'électroaimant.
- Attendre que la courbe commence à apparaître sur l'écran.
- Déclencher l'impact.
- Arrêter la mesure après l'impact.

→ Réaliser un schéma légendé de l'impact dans le cadre ci-dessous à l'aide de la description du cratère *Aristarchus* (sur la Lune), à la page suivante (figure 2). Il faut **placer 5 légendes** (pas le soulèvement central).

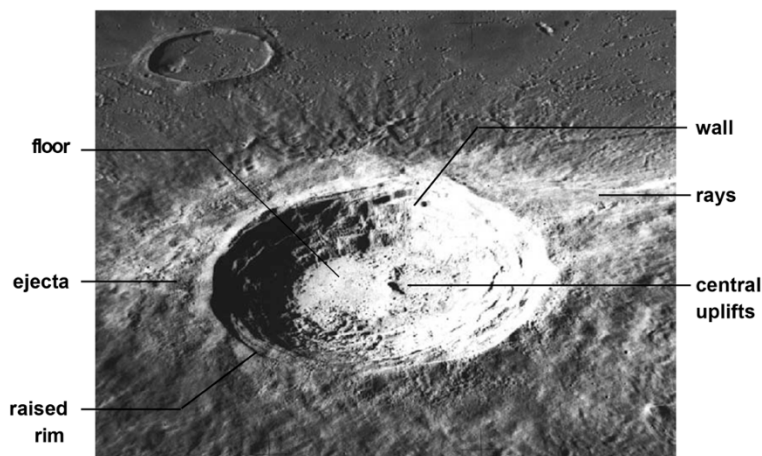


Titre :

Impact Craters

Aristarchus

Typical characteristics of a lunar impact crater are labeled on this photograph of Aristarchus, 42 km in diameter, located West of Mare Imbrium.



- raised rim** - rock thrown out of the crater and deposited as a ring-shaped pile of debris at the crater's edge during the explosion and excavation of an impact event.
- floor** - bowl shaped or flat, characteristically below surrounding ground level unless filled in with lava.
- central uplifts** - mountains formed because of the huge increase and rapid decrease in pressure during the impact event. They occur only in the center of craters that are larger than 40 km diameter. See Tycho crater for another example.
- walls** - characteristically steep and may have giant stairs called terraces.
- ejecta** - blanket of material surrounding the crater that was excavated during the impact event. Ejecta becomes thinner away from the crater.
- rays** - bright streaks starting from a crater and extending away for great distances. See Copernicus crater for another example.

Exploring the Moon – A Teacher's Guide with Activities, NASA EG-1997-10-116-HQ

Définitions

(Par ordre alphabétique) :

1. **Bord surélevé** : roche projetée hors du cratère et déposée sous la forme d'un amas de débris en forme d'anneau au bord du cratère lors de l'explosion.

2. **Éjectas** : Couverture de matériaux entourant le cratère qui a été creusé lors de l'impact. Les éjections s'amincissent en s'éloignant du cratère.

Soulèvements centraux : les montagnes se sont formées à cause de l'énorme augmentation de la pression lors de l'impact. Elles se produisent uniquement au centre des cratères de plus de 40 km de diamètre.)

3. **Murs** : typiquement raides et pouvant comporter des escaliers géants appelés terrasses.

4. **Rayons** : traînées colorées partant du cratère et s'étendant sur de grandes distances.

5. **Sol** : en forme de cuvette ou plat, typiquement sous le niveau du sol environnant, à moins qu'il ne soit rempli de lave.

Figure 2 : Fiche pédagogique disponible sur le site de la NASA décrivant la géomorphologie d'un cratère d'impact lunaire.

| | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|------|----|-----|
| SVT 1.4 : Je suis capable de représenter des données sous différentes formes, de passer d'une représentation à une autre et choisir celle qui est adaptée à la situation de travail. | Mise en page | Dessin centré | 1 pt | V+ | 10 |
| | | Au crayon | 1pt | V | 9 |
| | | Trait net, précis, propre | 1 pt | | |
| | Tracé | Légendes et titre lisibles, au crayon | 1 pt | Vc | 7-8 |
| | | Légendes superposées, loin du dessin | 1 pt | | |
| | Disposition des légendes et du titre | Traits de rappel rectilignes, non croisés | 1 pt | J | 4-6 |
| | | Forme d'ensemble exacte | 1 pt | | |
| | | Proportions respectées | 1 pt | O | 2-3 |
| | Annotations | Détails en relation avec la question posée | 1 pt | | |
| | | Titre adapté à la question posée | 1 pt | R | 0-1 |

Figure 3 : Exemple de grille d'évaluation mixte (note et compétences) pour les élèves de cycle 4.

| SVT 1.3 | Je suis capable de lire et d'exploiter des données présentées sous différentes formes : tableaux, graphiques, dessins... | R (0pts) | O (2pts) | J (4pts) | Vc (6pts) | V (8pts) | V+ (10pts) |
|---------|--|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| | Nombre de légendes justes | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

B. Impact et énergie

→ Réaliser au moins 4 impacts à des hauteurs différentes.

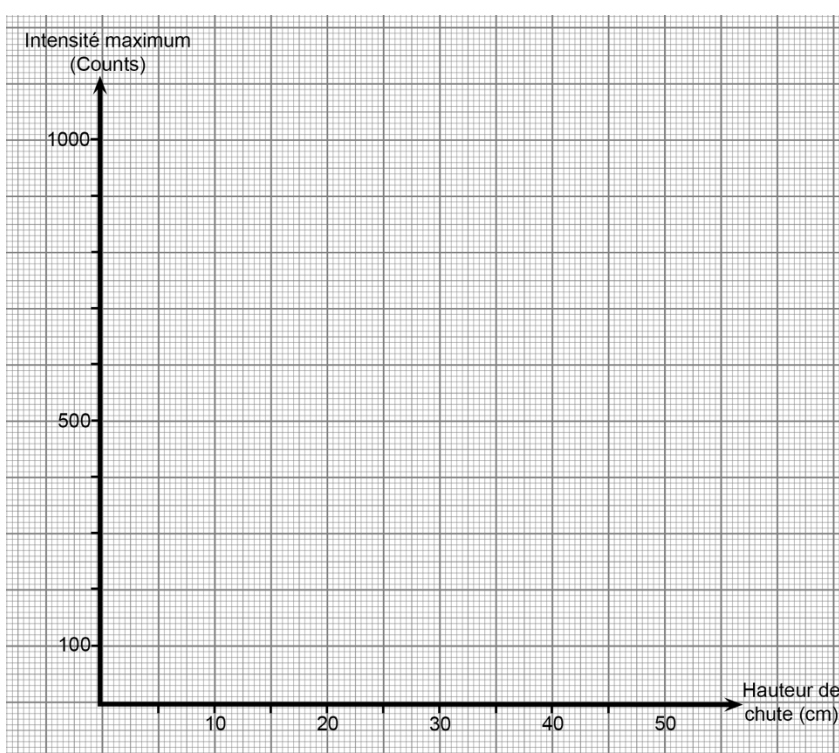
→ Pour chaque essai :

1. Reconstituer à chaque fois le bac de farine mais sans les couches de craie.
2. Lancer l'enregistrement des vibrations.
3. Pour chaque test, sauvegarder le fichier .csv, puis déterminer la valeur maximum de la série avec un logiciel tableur (Libre office Calc ou Microsoft Excel). Rappel la formule : **=max(B:B)** pour une analyse de la colonne B.
4. Enfin compléter le tableau ci-dessous (réaliser au moins 4 mesures).

| Essai n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|---|---|---|---|---|
| Hauteur de chute (cm) | | | | | | |
| Intensité maximum de la vibration (Count*) | | | | | | |

5. Placer les 4 points sur le graphique ci-dessous :

| | | | | | | |
|-----------|--|---|---|---|---|----|
| SVT 2.1.4 | Je suis capable de participer, de prendre la parole devant les autres en respectant les règles de prise de la parole. | R | O | J | V | V+ |
| SVT 4.2 | Je suis capable de proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème. | R | O | J | V | V+ |
| SVT 5.1 | Je suis capable de mettre en œuvre un protocole expérimental. | R | O | J | V | V+ |
| SVT 5.3 | Je suis capable d'utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production. | R | O | J | V | V+ |



Explique comment évolue l'amplitude de la vibration en fonction de la hauteur de l'impact :

.....

.....

Propose une hypothèse qui explique ton observation :

.....

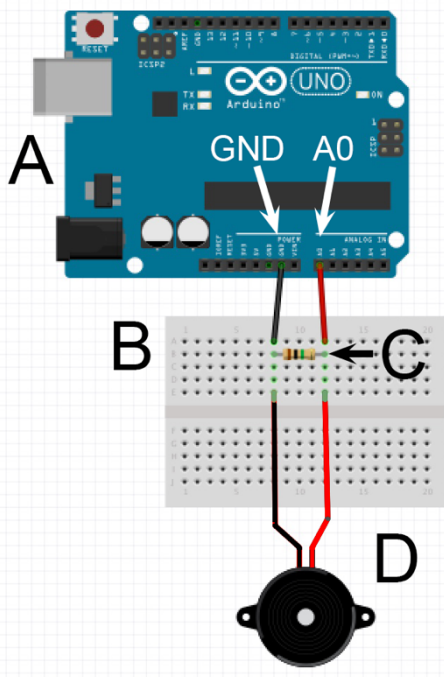
.....

.....

.....

* : Le count est une unité électronique arbitraire produite par le numériseur de la carte Arduino et correspondant ici à 5/1024^{ème} de Volts.

Création d'un module d'enregistrement des vibrations



A. Hardware : Matériel nécessaire et réalisation du circuit :

- Une carte Arduino et son câble de liaison USB (A)
- Un ordinateur avec l'IDE* Arduino installé
- Une *breadboard* (B)
- 2 conducteurs
- Une résistance de 1 MΩ (C)
- Un composant piézoélectrique (D)

Une fois le montage réalisé, connecter la carte Arduino à un port USB de l'ordinateur.

Figure 4 : A l'aide de 2 conducteurs avec fiche Dupont, connecter les broches **GND** (ground, pôle négatif) et **A0** (broche analogique n°0) de la carte Arduino à une résistance de 1 MΩ et à un composant piézoélectrique.

B. Software : paramétrer l'IDE Arduino et écrire le code :

1. IDE* et connexion au port série.

Après avoir vérifié que la carte est bien branchée à l'ordinateur (LED allumée), on commence par paramétrer le type de carte Arduino utilisée (ici Arduino UNO) et le port série sur lequel est branché la carte (elle est reconnue mais vous devez tout de même sélectionner le bon port). Pour cela, on utilise le menu outil de l'IDE (figure 5).

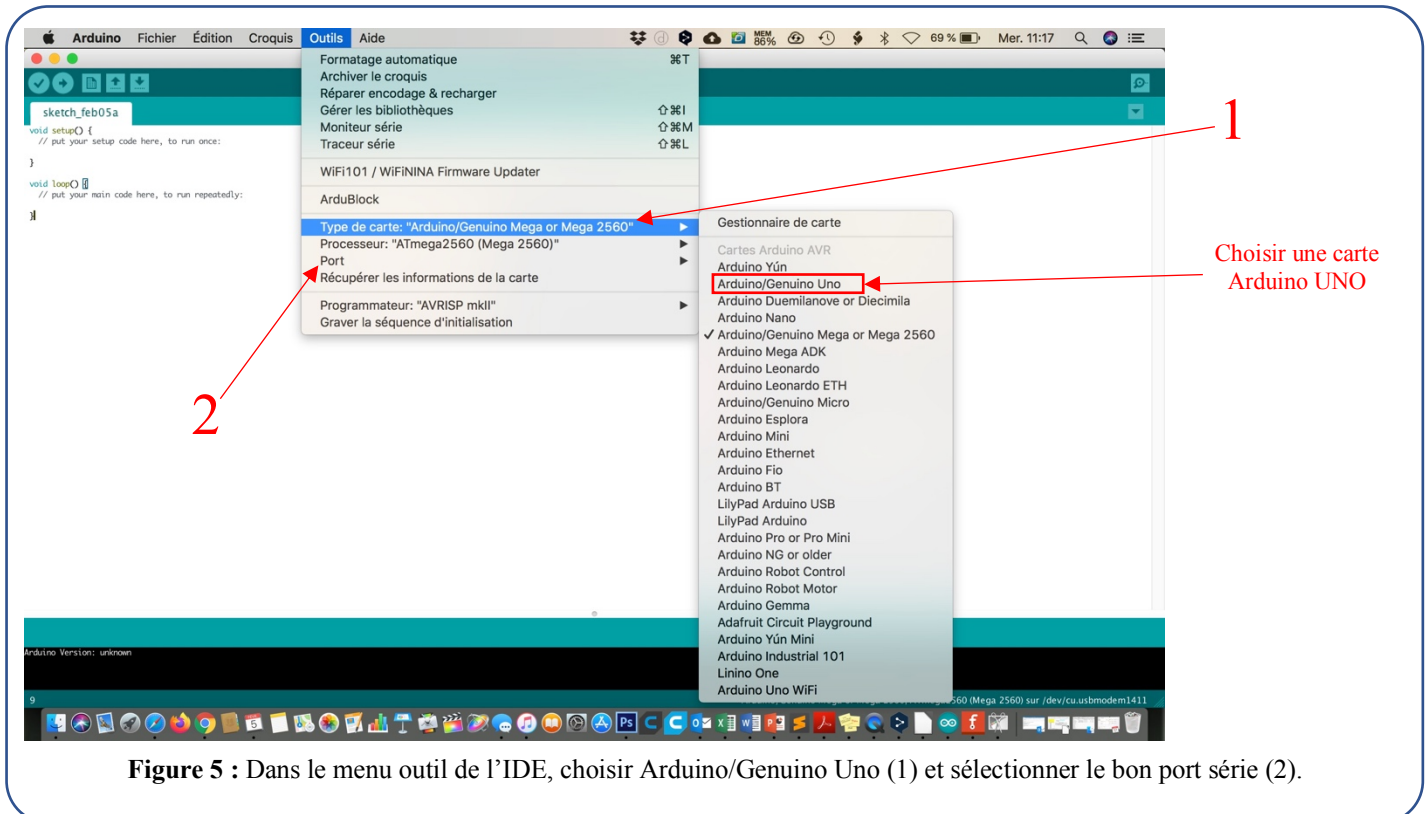


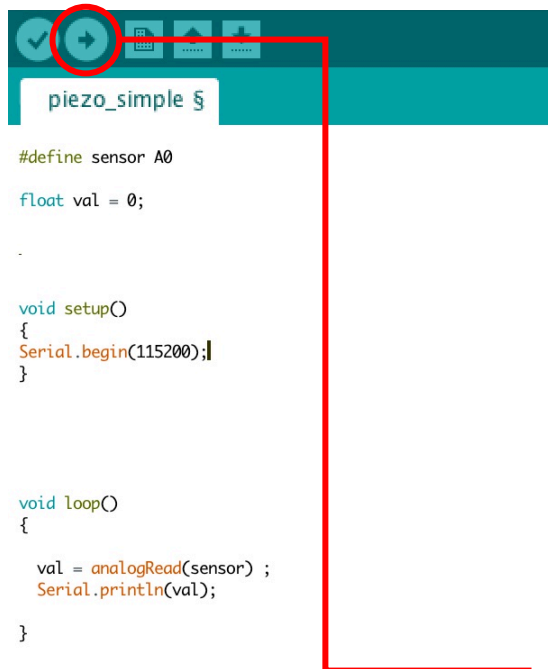
Figure 5 : Dans le menu outil de l'IDE, choisir Arduino/Genuino Uno (1) et sélectionner le bon port série (2).

*IDE : *Integrated Development Environment*, logiciel gratuit fourni par Arduino et assurant l'interface entre la carte et l'ordinateur.

2. Programmation de la carte.

Vous pouvez, soit directement ouvrir le fichier « Piezo_simple.ino » présent sur la clé USB ou l'écrire directement dans l'IDE (Figure 6).

Un code Arduino comprend au minimum 3 partie :



Un entête pour déclarer et nommer les broches et les variables qui seront utilisées

- On utilise la broche **A0** et on la nomme « **sensor** »
- On crée une variable qui sera le conteneur d'un nombre à virgule appelée **val** et sa valeur initiale sera égale à 0.

Une fonction setup qui ne sera réalisée qu'une seule fois au démarrage de la carte

- On démarre la communication sur le port série entre la carte et l'ordinateur avec une vitesse de 115200 bauds

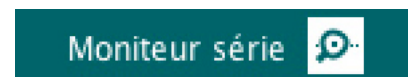
Une fonction loop qui sera répétée indéfiniment par la carte

- **val** prend la valeur analogique lue sur la broche **sensor**
- On écrit sur le port série la valeur de **val**

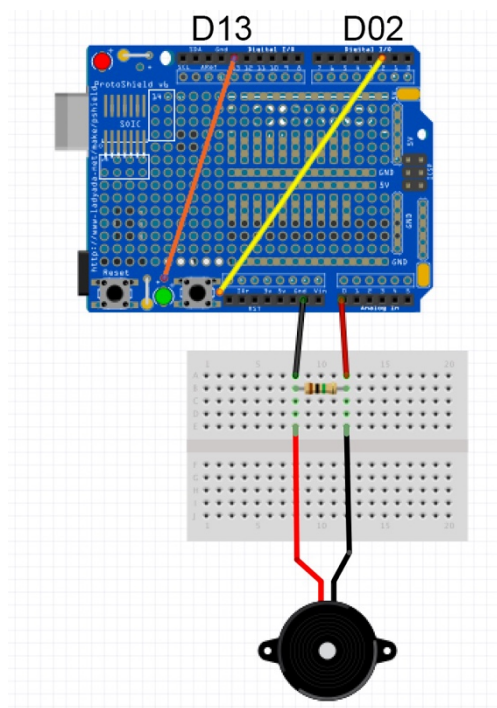
Enfin, on téléverse le code dans la carte Arduino !

Figure 6 : Le code Arduino est écrit dans l'IDE puis envoyé dans le microcontrôleur de la carte.

On peut visualiser les données envoyées par la carte en cliquant sur le moniteur série en haut à droite de la fenêtre du logiciel.



On peut copier puis coller les données du moniteur série dans un logiciel tableur mais ce n'est pas très pratique dans notre cas : car il y a beaucoup de lignes. Nous allons donc utiliser le logiciel **RISSC**.



Ouvrir le fichier « Piezo_RISSC.ino » présent sur la clé et le téléverser sur la carte.

Nous allons ajouter au montage une LED qui remplace l'électroaimant dans le montage et un bouton poussoir. Ces 2 composants sont déjà montés sur le SHIELD et il suffit de relier les 2 broches digitales à l'aide de conducteurs avec fiches Dupont :

- D13 → Led
- D2 → Bouton poussoir

Figure 7 : Pour améliorer notre montage et pouvoir l'utiliser avec RISSC, on ajoute un interrupteur poussoir et une LED au montage qui remplace l'électroaimant.