

2023 DW, UN ASTÉROÏDE DANGEREUX ?

UNE ÉTUDE FAITE DANS LE CADRE DES OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Clara Decaestecker, lycée Saint-Jacques, Hazebrouk
 élève ayant pris part à la réalisation du projet « 2023 DW »
 lors des Olympiades de physique 2023-2024.

Les Olympiades de physique eurent lieu cette année pour leur 31^e édition, nous invitants, nous lycéens, à présenter des projets touchant à divers domaines de la physique.

Ces Olympiades offrent la chance à qui le souhaite de s'inscrire aux épreuves, en collaboration avec son lycée et avec l'aide de ses professeurs. Le but des Olympiades n'est pas simplement d'obtenir un prix, puisqu'elles permettent à tous les élèves d'acquérir des compétences et des bases solides en termes d'autonomie, de recherche, et d'expression orale et écrite.

Pour le lycée Saint-Jacques (59), les Olympiades de physique sont une institution, et ce sont 2 professeurs de physique-chimie qui sont chargés de l'encadrement des élèves : Jean-Sébastien THIBAUT et Laurence MUSY.

Cette année, étant élèves en classe de terminale, nous nous sommes lancés à plusieurs dans cette aventure en espérant aboutir à un projet cohérent... et ce fut réussi puisque notre projet intitulé « 2023 DW » fut retenu pour être présenté à la finale nationale des Olympiades de physique à Paris, ce 3 février dernier.

Pour vous donner une idée de production, vous découvrirez ci-après notre projet dans ses grandes lignes, ainsi que la mise en place de ce dernier.

« 2023 DW » est un projet liant physique et astronomie que nous avons initié dès septembre 2023, dans le but d'étudier les potentiels impacts de cratères sur Terre grâce à des modélisations simples. Pour trouver un projet, les moyens sont multiples : YouTube, les journaux, les livres, voire même les informations télévisées. Dans notre cas, nous avons décidé d'étudier les météorites en trouvant des idées de manipulations dans un livre, puis les informations télévisées et les médias nous ont donné l'idée d'étudier l'astéroïde 2023 DW.

Alors, nous avons étudié la chute d'astéroïdes, et plus particulièrement celle de l'astéroïde 2023 DW, un astéroïde plutôt proche de la Terre mesurant entre 50 et 100 mètres de diamètre, dans divers milieux : sol de faible densité, sol de forte densité et même le milieu aquatique ! Ce qui a rendu notre projet intéressant, c'est sans aucun doute la simplicité des manipulations effectuées, nous permettant d'obtenir des grandeurs physiques concrètes.

Dans cet article, nous vous présenterons quelques exemples de travaux réalisés, qui, nous l'espérons, vous donneront envie de prendre part à votre tour à cette aventure très enrichissante.

Dans chaque cas le principe est simple : faire tomber une bille en chute libre, perpendiculairement au sol. Ainsi, les variations de milieu de chute et de tailles de billes nous permettent d'obtenir un panel de résultats important.

1. Tout d'abord nous vous présentons la chute de bille métallique dans... du sable !

Pour cela retrouvez la liste du matériel nécessaire ci-dessous :

- des billes métalliques de divers diamètres ;
- du sable ;
- une potence de 2 mètres ;
- un mètre ;
- des bacs en plastique transparent ;
- un électro aimant (+ générateur et fils) ;
- des cures dents.



Fig.1. Photo du montage.

Lors de cette manipulation nous mesurons quel était le **diamètre d'impact du cratère en fonction de la hauteur de chute** dans un même sable. En effet, nous avons prélevé des valeurs de diamètre pour chaque hauteur et ainsi obtenu un tableau de valeurs.

Seulement, il est d'autant plus intéressant d'obtenir beaucoup de mesures, c'est pourquoi nous avons réitéré l'opération :

- en changeant de billes (en choisissant des billes plus petites et plus grandes) ;
- en changeant le sable, et donc le milieu impacté par la chute (en choisissant des sables de densité forte et d'autres de densité faible, pour représenter les différents milieux terrestres).

Ces mesures, entrées dans des tableurs, nous ont permis d'établir des graphiques formant dans chacun des cas, une courbe d'allure puissance.

Pour des mesures dans un sable de forte densité, l'exposant dans notre équation est $\frac{1}{3}$.

Pour des mesures dans un sable de faible densité, l'exposant dans notre équation est $\frac{1}{4}$.

L'obtention de ces résultats est tout à fait cohérente avec les lois de Donald Gault et ses collaborateurs qui identifient l'exposant $\frac{1}{4}$ au phénomène d'éjection de matière lors de l'impact et l'exposant $\frac{1}{3}$ au phénomène de déformation de matière lors de l'impact.

On peut, avec les équations obtenues calculer l'énergie libérée par 2023 DW suivant le milieu impacté :

- si la chute se fait sur un sol de faible densité :

$$E = (1000/0,11)^4 = 6,8 \times 10^{15} \text{ J} ;$$

- si la chute se fait sur un sol de forte densité :

$$E = (1000/0,08)^3 = 1,95 \times 10^{12} \text{ J}$$

Dans tous les cas les effets sont considérables et engendrent de graves conséquences. Cependant la survie de la Terre n'est pas mise en jeu puisqu'il faudrait qu'un astéroïde beaucoup plus gros de l'ordre de 100 km de diamètre la percute pour mettre fin à son existence. En effet, on peut comparer l'énergie libérée par éjection de matière potentielle de 2023 DW à celle du Meteor Crater qui est équivalente et qui n'a pas subi de dégâts importants à l'échelle mondiale. Cette chute pourrait néanmoins détruire une ville si elle survenait. Ainsi, pour conclure par rapport à cette modélisation, on peut ainsi calculer l'énergie libérée par n'importe quel astéroïde ou météorite en fonction de son milieu de chute.

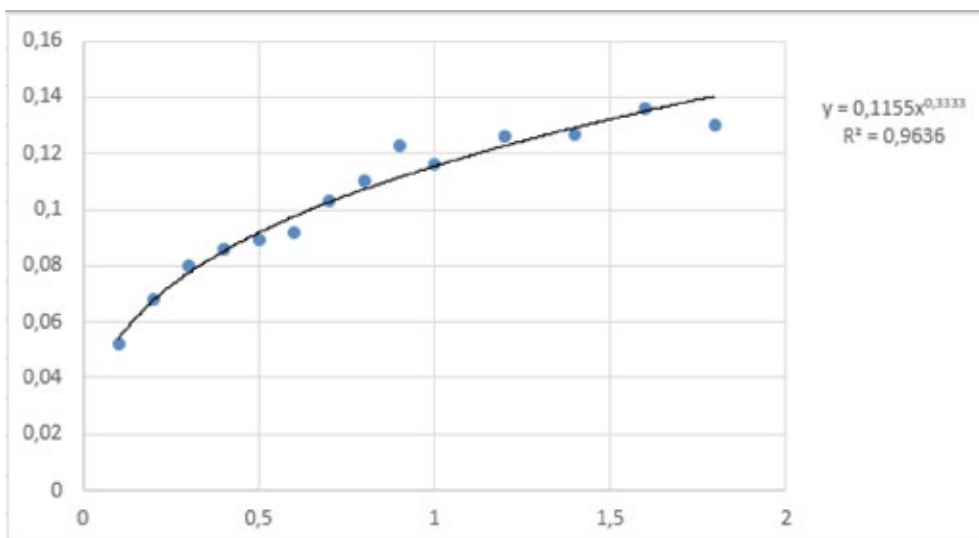
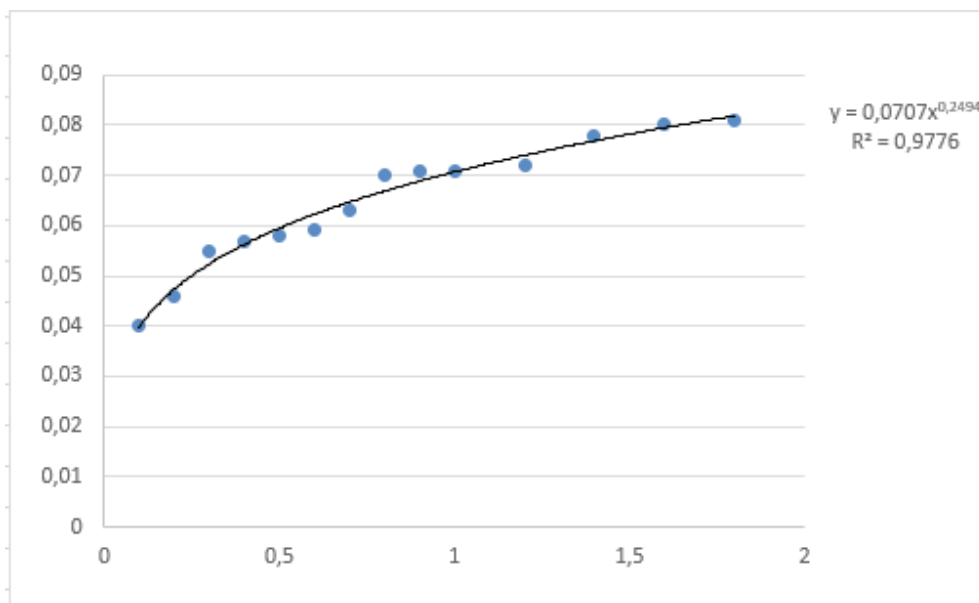
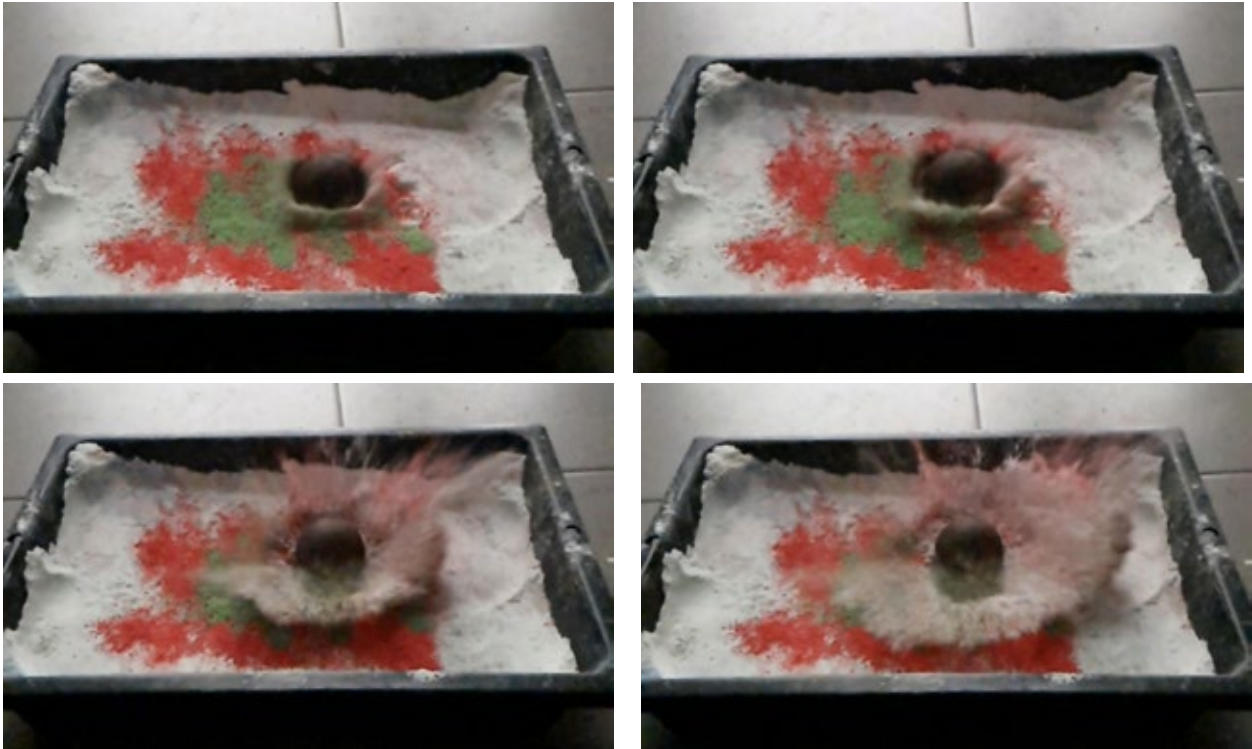


Fig.2. Courbes représentatives du diamètre du cratère en fonction de la hauteur de chute (en haut le milieu de chute est de densité faible et en bas de densité forte).

2. Pour illustrer de manière beaucoup plus exagérée et visuelle les phénomènes d'éjection de matière et de déformation de matière, voici des manipulations très simples que nous avons également effectuées :



La chute de billes dans de la farine avec de la poudre de craie.



La chute de billes dans un sable qu'on a fortement humidifié.

3. Puisque la Terre est composée à 70 % de mers et océans, notre astéroïde a plus de chance d'entrer en collision dans l'eau !

C'est ici que Sylvain Bouley a pu nous apporter son aide, en nous expliquant comment se formait un tsunami et en nous donnant des pistes quant à certaines modélisations.

D'abord en faisant tomber nos billes en chute libre dans une piscine, et en filmant, on peut mesurer les longueurs d'ondes des vagues par un pointage.

De plus, en réalisant une chute libre dans un aquarium aux parois transparentes, on peut également mesurer l'amplitude de cette vague lorsque la bille est assez grosse. On a pu mesurer la hauteur de la vague seulement pour la plus grosse bille mesurant 60 mm de diamètre, puisqu'elle était clairement visible à l'écran. Grâce au logiciel Generis on trouve une vague de 2,3 cm de haut.

Concernant la chute dans l'eau et d'après des recherches on a pu conclure.

Il existe pour résumer 2 cas. Dans un premier cas l'astéroïde mesure moins de 100 mètres de diamètre et alors il possède une probabilité presque nulle de ne pas se fragmenter entièrement en entrant au contact de l'eau puisque cette dernière freinera fortement le bolide ce qui provoquera sa désintégration dans l'océan : pour ce cas-ci le mouvement de l'eau est perturbé mais les phénomènes tel que les tsunamis sont très rares et minimes. **C'est le cas de 2023 DW !**

Dans un second cas, l'astéroïde possède un diamètre supérieur à 100 mètres de diamètre et alors, pour ce cas il



Taille de la bille (en mm)	Célérité de l'onde (m/s)	Longueur onde (m)
13	0,275	0,009
20	0,324	0,011
28	0,396	0,013
40	0,407	0,014
60	0,48	0,016

Photo de la manipulation et tableau de valeurs obtenues

n'y a en théorie pas de fragmentation ni de désintégration. En effet, comme sur le sol terrestre, l'astéroïde chutera jusqu'au fond de l'océan pour former un cratère. Et dans ce cas il y aura formation d'un tsunami qui peut être dévastateur pour l'homme s'il se trouve à proximité des côtes.

Finalement, il ne fait pas de doutes que l'impact que pourrait causer 2023 DW serait considérable à une échelle relativement petite (si on se base sur celle mondiale) s'il chutait. Cependant, gardons en mémoire que cette éventualité existe bel et bien et que même si les risques paraissent faibles, il est important de s'informer.

Ainsi, le fruit de notre travail nous a permis d'en apprendre beaucoup sur divers phénomènes physiques tout en utilisant nos cours et les notions acquises lors de nos années de lycée.

Prendre part à ce projet fut également une expérience enrichissante humainement.

En effet, nous avons pu rencontrer des jeunes de notre âge venant de régions différentes, mais également des professeurs de l'enseignement supérieur étant venus nous apporter conseils. Tout en fournissant un travail conséquent chaque semaine (2 heures dédiées aux Olympiades au lycée ainsi que le travail personnel fourni lors de notre temps libre), nous avons pris un énorme plaisir à réaliser ce projet. Les adultes encadrants ont toujours été particulièrement bienveillants avec nous, que ce soit les jurys durant les épreuves départementales et



Photos de la manipulation effectuée.

nationales, ou nos professeurs. Nous sommes par ailleurs extrêmement reconnaissants du soutien et de l'aide que nos professeurs ont pu nous apporter.

Pour terminer, nous espérons que notre témoignage, grâce à cet article, vous a permis d'en apprendre plus sur les Olympiades de physique et qu'il vous a donné envie d'y participer aussi bien en tant que candidat, professeur ou simple visiteur !

Si vous souhaitez obtenir davantage de précisions quant à notre projet « 2023 DW », notre compte-rendu reste disponible sur le site web des Olympiades de physique¹, sous le nom du projet lui-même, réalisé par Clara Decaestecker et Adrien Viallon.

1 <https://www.olympphys.fr/public/odpf/odpf-archives/31/fichiers/memoires/publie/31-eq-L-memoire-2023-DW.pdf>