

Journée des Sciences Mars 2005 KTastrophes



Micrométéorites

Ce sont les cendres des étoiles filantes que l'on peut observer chaque nuit (il y en a aussi le jour!) en levant les yeux vers le ciel.

On estime à 6000 tonnes par an la quantité de ces cendres qui tombent à la surface de la Terre. Elles sont si petites qu'elles passent inaperçues. Elles sont pourtant peut-être à l'origine de la Vie sur Terre. Dans l'hypothèse où l'impact d'une grosse météorite serait à l'origine de la disparition d'espèces vivantes (dinosaures) sur Terre, a contrario, les micrométéorites porteuses d'acides aminés seraient à l'origine de la Vie elle-même sur Terre. La Terre ne serait qu'un jardin ensemencé par les météorites au pouvoir de Vie et de Mort, selon leur taille.

1) Recueillir des micrométéorites :

Pour une étude vraiment scientifique, il faut être éloigné de toute source de pollution. C'est pourquoi les scientifiques les recueillent dans l'...Antarctique.

Pourtant, tout près de chez soi, on peut en recueillir à condition de disposer d'une surface collectrice assez grande et d'un réservoir où elles vont s'accumuler.



Un toit et une gouttière réalisent cette condition.

✎ Dans l'hypothèse où le toit a une dimension de 20x20 m et connaissant le rayon de la Terre $R_T = 6400$ km, calculer la masse de micrométéorites qui tombe sur le toit en une année. (Rappel : surface d'une sphère $4\pi R^2$)



La micrométéorite (observée au microscope) ci-contre a été recueillie sur un toit à Santa Coloma. Son diamètre est de 60 μm environ.

✎ Calculer son volume en la supposant sphérique. (Rappel Volume d'une sphère $\frac{4}{3}\pi R^3$)



✎ Calculer sa masse en supposant une masse volumique de $5,5 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ (masse volumique moyenne de la Terre).

✎ Combien de micrométéorites semblables à celle ci recueille-t-on en un an sur la toiture?

La récolte consiste à recueillir les poussières au fond de la gouttière et à procéder à un tri magnétique (on promène un aimant dans cette poussière et on récupère ce qui est attiré).



Seules les sidérites qui représentent 6% des météorites ont ces propriétés magnétiques.

✎ Combien de micrométéorites peut on espérer recueillir en un an, sur la toiture, après récolte et tri magnétique?

✎ Quels sont les métaux usuels qui ont des propriétés magnétiques? Ces métaux entrent dans la composition des sidérites.



Utiliser le microscope à votre disposition et rechercher, dans les boîtes de Petri contenant des poussières recueillies sur le toit et triées magnétiquement, des micrométéorites.

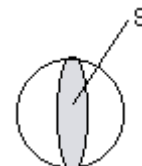
2) Le mouvement de chute :

On étudie le mouvement de chute de la micrométéorite dans l'air supposé homogène et immobile (au voisinage du sol ; l'accélération de la pesanteur est égale à $g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

✎ La micrométéorite est soumise à son poids. Quel est son poids P ?


✎ Elle est aussi en mouvement dans un fluide : l'air de masse volumique $\mu_{\text{air}} = 1,29 \text{ g/L}$. Elle est donc soumise à la Poussée d'Archimède notée Π telle que $\Pi = \mu_{\text{air}} \cdot V \cdot g$ (où V est le volume de la bille). Calculer Π .

✎ Les frottements de l'air sont équivalents à une force opposée au mouvement telle que $f = 0,75 \cdot S \cdot v^2$ où S est le maître couple de la micrométéorite et v la vitesse. Calculer S .



✎ Montrer que le mouvement de la micrométéorite est décrit par l'équation différentielle :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{P - \Pi - 0,75 S v^2}{m}$$

✎ Résoudre cette équation par la méthode d'Euler en utilisant le fichier Excel . (On supposera que la

vitesse initiale est nulle.)

☞ Quelle est la vitesse limite v_{lim} de la météorite?

☞ Dans l'hypothèse où cette météorite arrive de l'espace à une température de $T_i = -50^\circ\text{C}$ et une vitesse de 1 km/s à son entrée dans l'atmosphère, calculer, en Joules, la variation d'énergie cinétique ΔE_C entre son entrée dans l'atmosphère et le moment où elle a atteint la vitesse limite v_{lim} calculée ci-dessus.

☞ Cette perte d'énergie cinétique par frottement se traduit par un dégagement de chaleur et la température finale se calcule par la relation :

$$T_f = T_i + \frac{\Delta E_c}{m \cdot 110}$$

La température de fusion de la météorite est voisine de 1500°C .

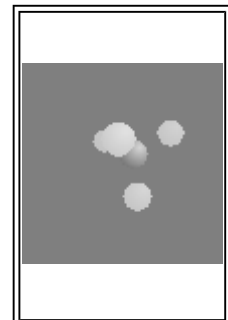
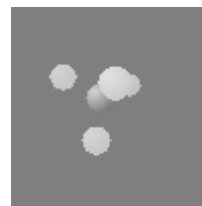
☞ A-t-elle fondu?

3) Exobiologie :

"Michel Maurette, à l'Université d'Orsay, a analysé une intéressante collection de micrométéorites qui ont été récupérées dans les glaces de l'Antarctique : environ 80 pour cent des grains dont le diamètre est compris entre 0,05 et 0,1 millimètres, vraisemblablement d'origine cométaire, renferment de la matière organique et n'ont pas fondu lors de la traversée atmosphérique ; des acides aminés y ont été détectés."

Une molécule et son image dans un miroir sont représentées ci-contre. On peut orienter la molécule dans l'espace en **cliquant** dessus en **déplaçant** la souris. Les **boutons** ci-dessous permettent de choisir la molécule à afficher.

Si une des images n'est pas affichée, réactualiser la page.



methane

CFClBrI

alanine

ac. lactique

acide tartrique

☞ Parmi les molécules ci-dessus, une seule est un acide aminé. Laquelle? Pourquoi?

Cette molécule possède un carbone asymétrique (appelons la L) et n'est pas superposable à son image dans son miroir (appelons la D).

☞ Pourquoi ce carbone est-il asymétrique? Utiliser les modèles moléculaires à votre disposition. Les acides aminés du vivant sont tous du type L (aucun du type D). Ces acides aminés L sont les briques du vivant.

☞ Classer la liste de mots suivants qui correspondent à des assemblages d'acides aminés du plus petit (ou simple) assemblage au plus gros (ou complexe) :

acide aminé, tissu, protéine, cellule, peptides, ARN, membrane cellulaire

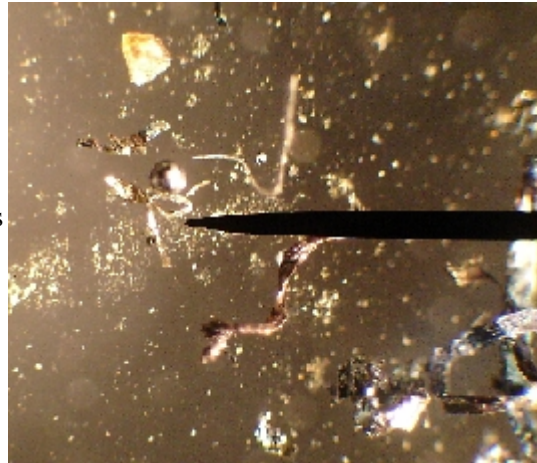
4) Vraies ou fausses?



Dans le doute d'avoir obtenu de vraies micrométéorites, nous avons utilisé une disqueuse et une pièce métallique pour générer des étincelles.



Une observation au microscope nous a donné le résultat suivant. Les globules métalliques ressemblent à s'y méprendre aux "micrométéorites" recueillies sur le toit.



Réfléchissons. Nous avons calculé le nombre de micrométéorites que l'on peut espérer recueillir sur le toit.

En une année, peuvent survenir dans une agglomération tant d'événements susceptibles de générer de fausses micrométéorites que, sans doute, nos "vraies" micrométéorites seront noyées dans un flot de particules provenant de l'activité humaine. Peu d'aiguilles, beaucoup de foin. Faudra-t-il aller les chercher dans l'Antarctique?



Matériel : un microscope, un ordinateur avec Excel, des boîtes de Petri contenant des échantillons de poussières, modèles moléculaires de l'alanine (L et D).