

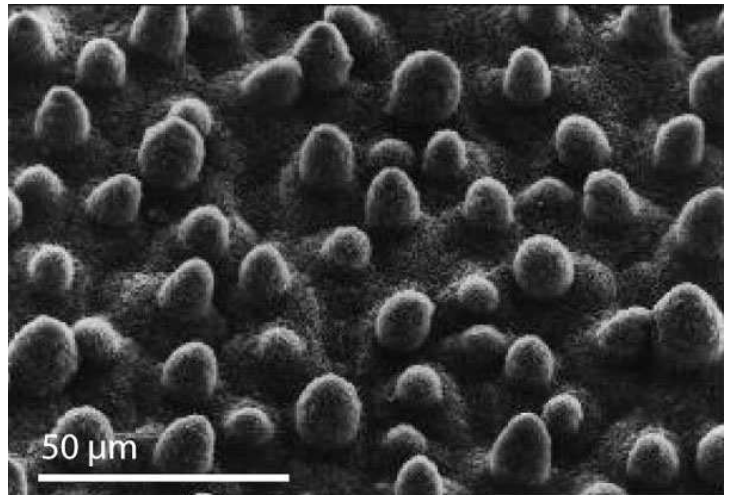
Analyse de documents scientifiques

Document 1 Effet lotus : quand la nature a horreur de l'eau

Au Laboratoire de physique des fluides organisés, David Quéré et son équipe se sont inspirés de phénomènes naturels pour fabriquer des matériaux super-hydrophobes aux nombreuses applications potentielles.

Quelques insectes et plus de 200 plantes ont la propriété d'être super-hydrophobes : posées sur eux, les gouttes d'eau restent presque sphériques, comme elles le sont dans une pluie ou un nuage. Cette propriété permet aux plantes de se protéger de l'eau : à cause de leur très faible contact, les gouttes n'adhèrent presque pas aux feuilles et roulent en emportant les poussières présentes sur la surface. Cette propriété est appelée l'effet lotus, du nom de la plante dont le caractère sacré en Inde est lié à l'aspect immaculé de ses feuilles.

Des photographies au microscope électronique permettent de comprendre cet effet : la surface est couverte de micro-textures, à des échelles souvent comprises entre 1 et 10 microns. Par ailleurs, ces surfaces sont des cires : la cire étant hydrophobe, l'eau ne remplit pas les intervalles entre les textures et repose donc principalement sur de l'air – comme elle le fait dans un nuage. On comprend ainsi pourquoi l'ajout des textures peut amplifier nettement l'hydrophobie.



Surface d'une feuille de lotus, vue au microscope électronique.

On peut aussi déduire de ce scénario des recettes de surfaces super-hydrophobes artificielles : il suffit que le design installé sur le matériau favorise l'emprisonnement d'air. Des surfaces extrêmement désordonnées ont cette propriété, mais aussi des alignements très réguliers de plots, obtenus par nanolithographie et microgravure. Ces traitements de surface peuvent conférer au matériau d'autres propriétés que la super hydrophobie : ces solides sont irisés, possédant une « couleur structurelle » sans le moindre pigment, à l'instar de certains papillons.

Parce qu'ils évacuent l'eau si facilement, les solides super-hydrophobes ont de nombreuses applications potentielles : des tissus très imperméables ou perlants, des bétons hydrofugés, des revêtements de baignoire ou de cuisine. En outre, les propriétés dynamiques de l'eau sur ces solides en renforcent encore le potentiel : la pluie qui les tape y rebondit comme le ferait un petit ballon.

<http://www2.cnrs.fr/presse/thema/376.htm>

Document 2 Définition nanostructure :

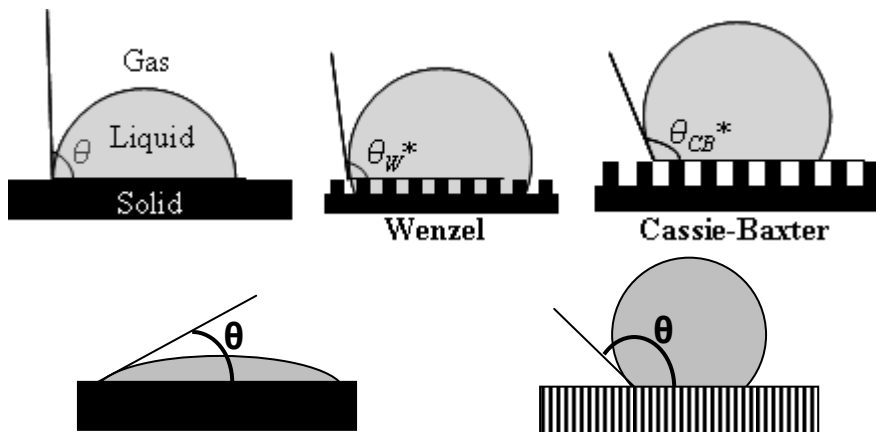
Structure dont la taille est comprise entre un et cent nanomètres.

Une nanostructure est une structure atomique dont la taille se situe entre celle d'une molécule (de l'ordre de un milliardième de mètre, soit un nanomètre) et celle d'un objet microscopique (pas plus grand qu'une bactérie, soit 100 nanomètres). Il en existe dans la nature mais elles sont aussi fabriquées et utilisées dans de nombreux domaines (nanotubes, nanocomposants électroniques...).

Document 3 Forme d'une goutte d'eau

Lorsqu'une goutte de liquide est posée sur une surface solide plane, elle s'étale plus ou moins.

L'angle de contact θ est défini comme l'angle entre la surface de contact et la tangente à la goutte au point de contact.



D'après <http://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrophobe>

Si $\theta < 90^\circ$, la goutte s'étale. La surface de contact est grande. La surface est dite mouillable. La surface est hydrophile.

Si $90^\circ < \theta < 150^\circ$ la goutte ne s'étale pas. Sa base « s'écrase », mais la surface de contact est faible. La surface est dite non mouillable. La surface est hydrophobe.

Si $\theta > 150^\circ$, la goutte ne s'étale pas du tout. La surface est dite superhydrophobe.

Document 4 Surfaces hydrophobes

« La fumée issue de la combustion de matières organiques est constituée de nanoparticules de carbone. Il est possible de rendre une surface en verre super-hydrophobe avec cette fumée. »

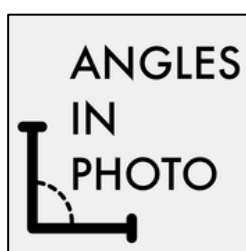
www.over-blog.com/mon-tpe-lotus

Les feuilles d'iris sont recouvertes d'une cuticule, imprégnée d'une substance hydrophobe, la cutine. Sa nature lipidique lui confère des propriétés hydrophobes, prévenant ainsi autant les pertes d'eau que les entrées incontrôlées.

Document 5 Photographie d'une goutte déposée sur une fleur de lotus.

Avec l'iPad, télécharger la photographie « GoutteFleurLotus.jpg » disponible sur la page spécialité de <http://labotp.org>

L'application Angles in Photo sur Ipad permet de mesurer des angles sur la photographie.



Document 6 Intervalle de confiance d'une série de mesures

Le résultat d'une série de mesures peut être présenté sous la forme d'un intervalle de confiance : $M = \bar{M} \pm U(M)$ où \bar{M} est la moyenne et $U(M)$ est appelée l'incertitude, elle ne compte qu'un seul chiffre significatif et est arrondie en général par excès.

Exemple : $pH = 8,7 \pm 0,2$ alors la valeur vraie du pH a 95% de chance de se trouver dans l'intervalle [8,5 ; 8,9].

Pour n mesures, l'incertitude est définie par : $U(M) = t_{95} \cdot \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$, où σ_{n-1} est l'écart-type expérimental, et t_{95} le coefficient de Student.

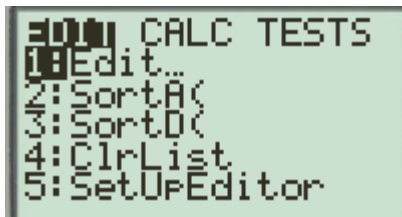
n est le nombre de mesures									
n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t ₉₅	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26
n	12	14	16	18	20	30	50	100	∞
t ₉₅	2,20	2,16	2,13	2,11	2,09	2,04	2,01	1,98	1,96

Comment calculer l'écart-type expérimental σ_{n-1} et la moyenne d'une série de mesures avec une calculatrice TI ?

1- Appuyer sur la touche STAT



2- Choisir 1:Edit,



appuyer sur ENTER



3- Entrer toutes les valeurs expérimentales dans la colonne L1 :



Si L1 n'apparaît pas faire STAT, 5-Setup Editor, ENTER

Pour effacer des données déjà présentes : STAT, 4-ClrList, ENTER.

4- Appuyer à nouveau sur STAT, choisir CALC et 1: 1-Var Stats

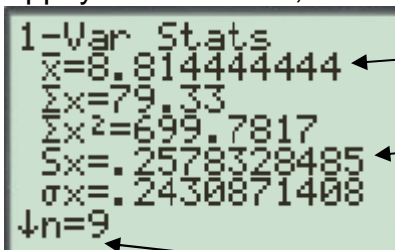


5- Il apparaît 1-Var Stats, taper sur 2nd puis sur 1



À l'écran on voit : 1-Var Stats Li

Appuyer sur ENTER, La calculatrice effectue les calculs.



Moyenne \bar{x}

écart type expérimental (σ_{n-1}) noté Sx

n nombre de mesures, à vérifier pour voir si vous n'avez pas oublié des mesures

Questions :

Q1. La fleur de Lotus est-elle hydrophile, hydrophobe ou superhydrophobe ?
Présenter la démarche de résolution, les résultats expérimentaux avec un intervalle de confiance (mettre en commun les résultats avec les autres groupes), conclure.

Q2. Mettre au point puis réaliser un protocole expérimental permettant de déterminer le caractère hydrophile, hydrophobe ou super hydrophobe des deux surfaces évoquées dans le document 4. Une analyse statistique des résultats expérimentaux est exigée.

Résolution de problème : la forme d'une goutte

La photo ci-dessous montre des gouttes d'eau sur des feuilles de lotus ; les petites gouttes paraissent rondes et les grosses ont tendance à « s'aplatir ».



Les deux photographies suivantes présentent deux gouttes d'eau (et leurs reflets sur le support) déposées sur une surface très chaude (source : E. Reyssat, thèse de doctorat). L'échelle de longueur est précisée sur chaque cliché. On peut souligner la différence de forme entre ces deux gouttes.

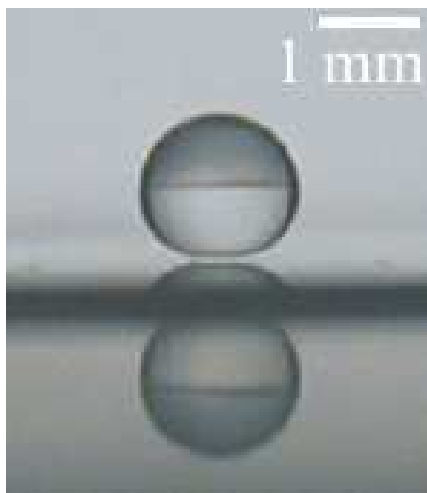


photo 1



photo 2

Dans ces conditions, en dessous de quelle taille peut-on prévoir qu'une goutte sera sphérique ?

Questions :

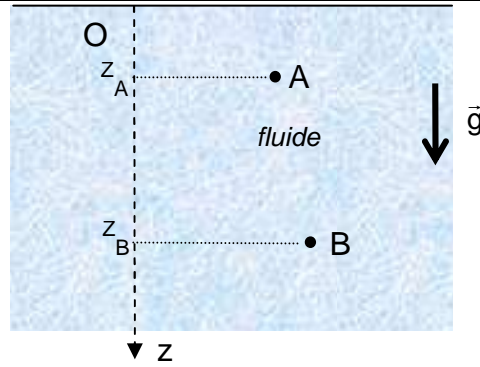
Q4. En vous aidant des documents joints, évaluer numériquement deux différences de pression pertinentes pour une goutte d'eau dont on fixera le rayon.

Q5. En déduire, sous forme d'une inégalité, un critère portant sur la taille de la goutte, pour qu'elle puisse être considérée comme sphérique.

Q6. À la lumière de vos résultats, analyser les photographies 1 et 2.

Document 1 : Hydrostatique

Dans un fluide en équilibre dans le champ de pesanteur, la différence de pression entre deux points A et B : $P_B - P_A$ varie en fonction de la différence de profondeur $z_B - z_A$ suivant la loi : $P_B - P_A = \rho.g.(z_B - z_A)$ où ρ désigne la masse volumique du fluide et g l'accélération du champ de pesanteur.



Document 2 : Tension superficielle

Prenez un verre rempli d'eau propre, une aiguille à coudre sèche et posez-la délicatement à la surface de l'eau en position horizontale, elle flotte. Pourtant elle est plus dense que l'eau. Tout se passe comme si la surface de l'eau comportait une sorte de « peau » tendue qu'il faut rompre. L'aiguille bien que plus dense que l'eau « surnage » à la surface grâce aux forces exercées par ce film surfacique : ce phénomène est caractérisé par une grandeur appelée tension superficielle. Si vous ajoutez délicatement une goutte de liquide vaisselle dans l'eau, la « peau » de l'eau devient moins résistante et rapidement l'aiguille coule.

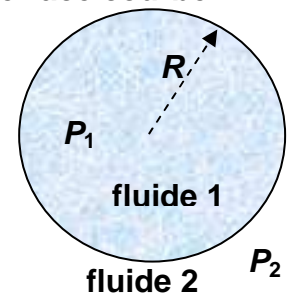
Les insectes comme le gerris, parfois nommé « patineur des étangs », restent à la surface de l'eau grâce à la tension superficielle.



- Réaliser cette expérience.

Document 3: Différence de pression entre les deux cotés d'une interface courbe

Les phénomènes de tension superficielle ont pour conséquence, s'ils sont seuls à intervenir, de conférer à une petite goutte de fluide 1 immergée dans un autre fluide 2 une forme sphérique. Considérons une telle goutte sphérique ; à l'équilibre, en raison des effets de la tension superficielle liée à l'interface entre les deux fluides, il est nécessaire que l'intérieur de la goutte soit en surpression par rapport à l'extérieur d'une quantité : $P_1 - P_2 = \frac{2\gamma}{R}$ où P_1 désigne la pression dans le fluide 1, P_2 celle dans le fluide 2, γ le coefficient de tension superficielle entre les deux fluides et R le rayon de la goutte.



- Données numériques :

$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Exemple d'une interface eau-air :

liquide	γ (eau-air) N.m^{-1}	ρ (masse volumique) kg.m^{-3}
eau	70×10^{-3}	$1,0 \times 10^3$