

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Hydrophobicité des feuilles de lotus et du « sable autonettoyant » (10 minutes conseillées)	7
2. Évaluation de la taille moyenne des grains de sable (40 minutes conseillées)	7
3. Un modèle pour le « sable autonettoyant » (10 minutes conseillées)	9

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • identifier les caractéristiques d'un revêtement autonettoyant ; • effectuer un test illustrant le caractère hydrophobe d'un « sable autonettoyant » ; • élaborer une partie d'un protocole permettant d'évaluer la taille moyenne des grains de sable ; • mettre en œuvre le protocole ; • interpréter les documents et les résultats obtenus.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> • S'approprier (APP) : coefficient 1 • Analyser (ANA) : coefficient 3 • Réaliser (REA) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des gants à usage unique pour manipuler le « sable autonettoyant ».
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le candidat identifie les caractéristiques d'un revêtement hydrophobe et réalise le test illustrant le caractère hydrophobe d'un « sable autonettoyant » (10 minutes). • Il élabore une partie d'un protocole et met en œuvre le protocole conduisant à évaluer la taille moyenne des grains de sable (40 minutes). • Il extrait et organise les informations pour proposer un modèle (10 minutes). <p><u>Il est prévu deux appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie le matériel utile à l'évaluation de la masse volumique du sable. • Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie le protocole permettant l'évaluation de la taille des grains de sable. • Lors de l'appel facultatif, l'évaluateur guide le candidat en le questionnant afin de l'aider à déterminer la taille moyenne des grains de sable. <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La préparation du « sable autonettoyant » en amont de l'épreuve doit être réalisée sous une hotte (protocole donné dans la fiche II). • Le « sable autonettoyant » devra être sec. • L'examineur précisera au candidat qu'il n'est pas nécessaire de manipuler sous hotte. • L'examineur s'assurera que le candidat s'équipe de gants et lunettes de protection.

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

Paillasse candidats

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- environ 200 g de sable tamisé (100 mL minimum)
- environ 20 g de « sable autonettoyant » dans un pilulier étiqueté « sable autonettoyant »
- une fiole jaugée de 100,0 mL
- une éprouvette graduée de 100 mL
- un bécher de 250 mL
- un bécher de 50 mL
- une balance au centième de gramme
- une boîte de Petri
- une règle graduée
- un entonnoir à solide
- un entonnoir
- une petite bassine
- une pissette d'eau distillée
- deux pipettes plastiques
- un bâton de colle
- un pinceau
- une spatule
- une paire de gants
- une paire de lunettes de protection

Paillasse professeur

- « sable autonettoyant » préalablement préparé

Préparation du « sable autonettoyant » (sous la hotte et avec des gants) :

Le sable « autonettoyant » est obtenu en mélangeant à température ambiante un volume de sable de Fontainebleau tamisé (prendre la fraction comprise entre 125 et 250 μm) pour deux volumes de solution d'acide stéarique dans l'éther éthylique (0,16 g d'acide stéarique pur dans 200 mL d'éthoxyéthane). On laisse s'évaporer l'éther sous la hotte et sous agitation magnétique, jusqu'à obtenir un « sable autonettoyant » sec. (200 mL de solution d'acide stéarique dans l'éther permet de traiter environ 150 g de sable tamisé)

Documents mis à disposition des candidats

- documents relatifs à l'hydrophobicité
- documents relatif au « sable autonettoyant » à disposition

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

La façade d'un bâtiment est généralement recouverte d'un enduit afin de la lisser, la protéger et la décorer. L'enduit est composé d'un *liant*, permettant à la préparation de tenir sur la façade, et de *charges minérales*, destinées à modifier de manière sensible les propriétés mécaniques, physico-chimiques et/ou thermiques du revêtement.

L'enduit peut être composé d'un mélange d'un volume de chaux hydraulique (le *liant*) et de quatre volumes de « sable autonettoyant » (la *charge minérale*). La chaux laisse respirer les murs des bâtis anciens et nouveaux. Elle favorise les échanges hygrométriques et l'évacuation de l'humidité.

Avec un enduit autonettoyant, l'eau perle et emporte avec elle les saletés qu'elle emprisonne.



D'après www.tiez-breiz.org et chaux.durable.com

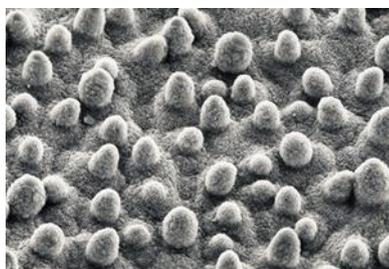
Le but de cette épreuve est de comprendre comment le comportement des enduits autonettoyants peut être interprété par l'étude de phénomènes naturels.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : L'effet lotus**

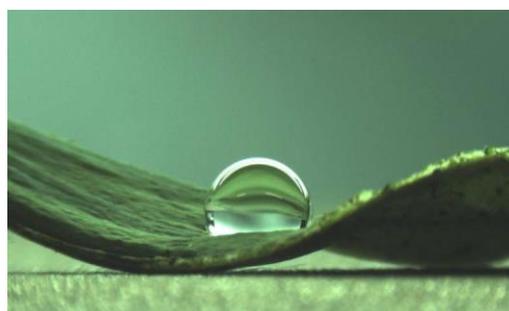
« Depuis l'introduction du concept "d'effet lotus" en 1992, les feuilles de lotus constituent la référence en matière de superhydrophobie et de caractère autonettoyant ; elles inspirent les scientifiques à la recherche de matériaux qui ne retiennent pas l'eau (...). La partie supérieure des feuilles de lotus présente une hydrophobicité exceptionnelle résultant de la combinaison de microstructures recouvertes de cires épicuticulaires*. (...) »

*D'après « Superhydrophobicity in perfection: the outstanding properties of the lotus leaf »
Beilstein J. Nanotechnol. 2011, 2, 152–161*

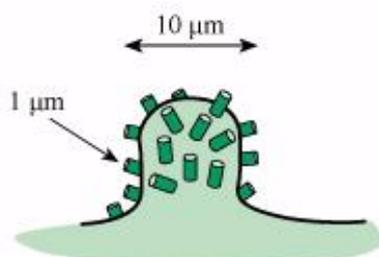
**Les cires épicuticulaires se présentent sous la forme de petits tubes microscopiques. Elles sont généralement composées d'acides gras à longues chaînes carbonées.*



Surface du lotus vue au microscope électronique



Goutte d'eau sur une feuille de lotus :
photo de C Falcon Garcia –
Technical university of Munich



Schématisation des microstructures recouvertes de cires épicuticulaires

Document 2 : Le « sable autonettoyant »

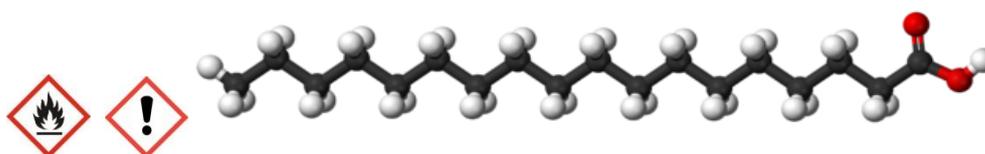
Le « sable autonettoyant* » est obtenu en mélangeant à température ambiante un volume de sable de Fontainebleau tamisé pour deux volumes de solution d'acide stéarique dans l'éther éthylique. On laisse s'évaporer l'éther sous la hotte et sous agitation magnétique, jusqu'à obtenir un « sable autonettoyant » sec. Au cours de cette préparation, les molécules d'acide stéarique se déposent en monocouche sur chacun des grains de sable.

**autonettoyant : définition (d'après dictionnaire Larousse)*

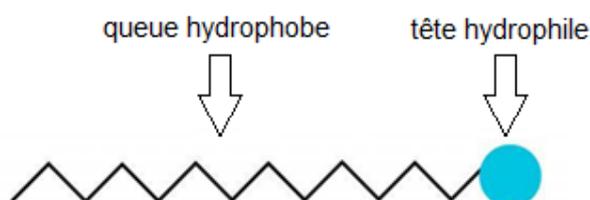
Se dit d'un dispositif qui se débarrasse par son fonctionnement des déchets et souillures entraînés par son utilisation.

Document 3 : Données

- Volume V d'un cylindre de diamètre D et de hauteur h : $V = S \cdot h$
où $S = \frac{\pi \cdot \text{les molécules d'acide stéarique} \cdot D^2}{4}$ est la surface de la base du cylindre.
Unités conseillées : V en cm^3 , S en cm^2 , h en cm et D en cm
- Masse volumique d'un échantillon : $\rho = \frac{m(\text{échantillon})}{V(\text{échantillon})}$
Unités conseillées : $m(\text{échantillon})$ en g , $V(\text{échantillon})$ en cm^3 et ρ en $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (ou $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
- Acide stéarique : $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$



La molécule d'acide stéarique est modélisée comme suit :



L'ordre de grandeur de la longueur de la molécule d'acide stéarique est de 10^{-9} m

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculatrice type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- environ 200 g de sable tamisé (100 mL minimum)
- environ 20 g de « sable autonettoyant » dans un pilulier étiqueté « sable autonettoyant »
- une fiole jaugée de 100,0 mL
- une éprouvette graduée de 100 mL
- un bécher de 250 mL
- un bécher de 50 mL
- une balance au centième de gramme
- une boîte de Petri
- une règle graduée
- un entonnoir à solide
- un entonnoir
- une petite bassine
- une pissette d'eau distillée
- deux pipettes plastiques
- un bâton de colle
- un pinceau
- une spatule
- une paire de gants
- une paire de lunettes de protection

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Hydrophobicité des feuilles de lotus et du « sable autonettoyant » (10 minutes conseillées)**

À partir des documents, identifier les deux propriétés physico-chimiques nécessaires au caractère hydrophobe des feuilles de lotus.

-Molécule polaire je crois

-Particularité amphiphile des molécules tensi-actives.

Dans la boîte de Petri, former un « petit tas » de sable tamisé et un autre de « sable autonettoyant » (pas plus de la moitié du « sable autonettoyant » à disposition).

Faire couler au sommet de chaque « petit tas » quelques gouttes d'eau à l'aide de la pipette plastique. Noter les observations et conclure.

A priori le tas de sable auto nettoyant n'aura pas absorbé l'eau, cela est dû aux propriétés hydrophobes des molécules d'acide stéarique. Ce phénomène n'est pas observé sur le tas de sable tamisé classique.

2. Évaluation de la taille moyenne des grains de sable (40 minutes conseillées)

2.1. Évaluation de la masse volumique du sable

Choisir parmi le matériel à disposition celui permettant de déterminer le plus précisément possible la masse volumique du sable.

Eprouvette graduée de 100 ml à remplir de sable, balance, spatule,

.....
.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour qu'il vérifie le matériel ou en cas de difficulté	

Noter les résultats des mesures effectuées et la valeur de la masse volumique du sable.

Mesurer la masse de 100 ml de sable et selon la relation $m = \rho \cdot V$, alors $\rho = m/V$

Faire attention aux unités : masse volumique en g/l.

.....
.....
.....
.....

2.2. Taille moyenne des grains de sable

Encoller, à l'aide d'un bâton de colle, la face externe d'une boîte de Pétri, puis peser la boîte.

Déposer, avec le plus grand soin possible, une monocouche de sable sur la face encollée de la boîte de Pétri (voir photo ci-contre).

Le volume de la couche de sable est assimilé à celui d'un cylindre de hauteur égale au diamètre moyen des grains de sable.

Proposer un protocole permettant d'accéder à la taille moyenne des grains de sable.



Sachant que le volume d'un cylindre est égale à : $V = \text{surface de la base} \times \text{hauteur}$.

Dans notre cas la hauteur correspond à la taille moyenne des grains de sable donc :

$\text{Hauteur} = \text{Volume} / \text{surface} = \text{volume} / \text{aire de la boîte à petri}$.

Il faut donc déterminer le volume des grains de sable :

Sachant que $m = \rho \times V$, alors $V = m / \rho$

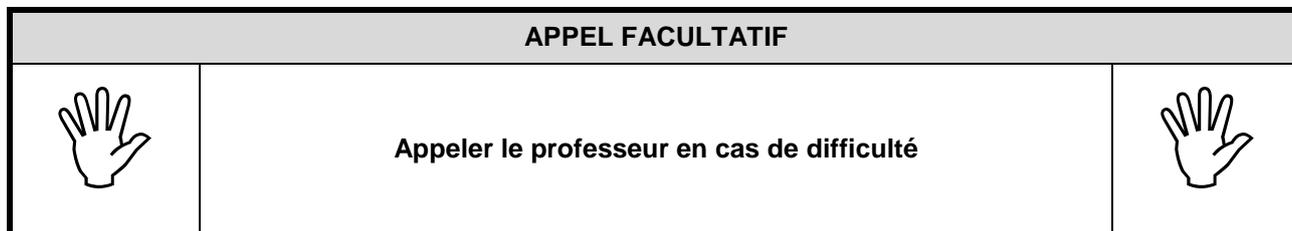
M a été mesuré selon le protocole ci-dessus et ρ a été calculé à la question précédente, on trouve donc la hauteur.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour qu'il vérifie le protocole proposé ou en cas de difficulté	

Mettre en œuvre le protocole.

Noter les valeurs des mesures effectuées, les calculs et la taille moyenne des grains de sable trouvée.

Réaliser les expériences précédentes pour répondre à la question.



3. Un modèle pour le « sable autonettoyant » (10 minutes conseillées)

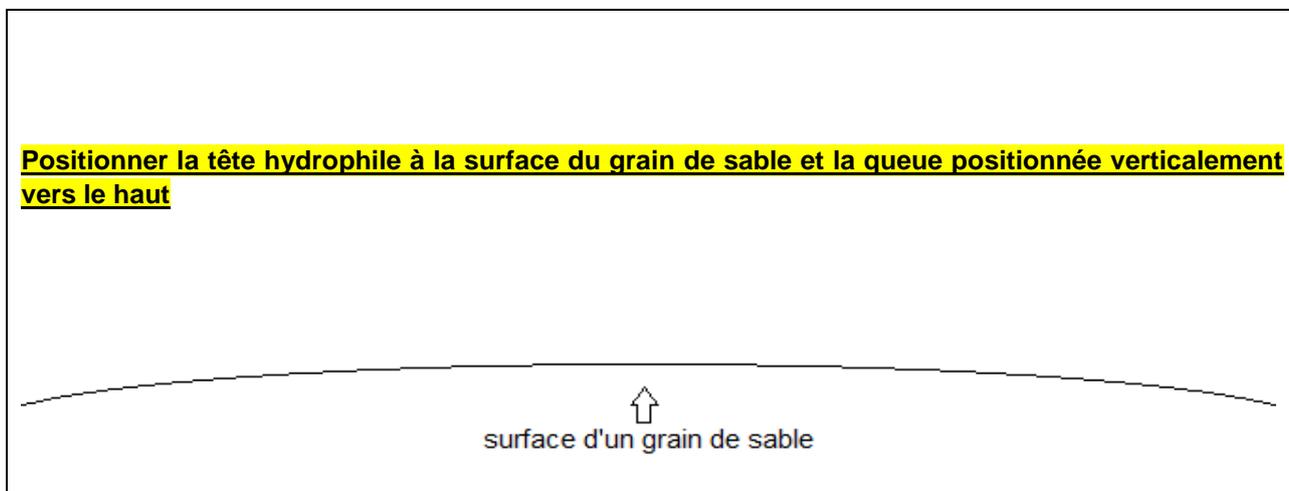
Le « sable autonettoyant » peut être comparé avec la partie supérieure des feuilles de lotus : les grains de sable jouent le rôle des microstructures et l'acide stéarique celui des cires épicuticulaires.

Comparer la taille d'un grain de sable à celle d'une molécule d'acide stéarique en calculant l'ordre de grandeur du

rapport des deux tailles : $r = \frac{\text{taille du grain de sable}}{\text{taille de la molécule d'acide stéarique}}$

Simple rapport obtenu avec les questions précédentes.

Schématiser ci-dessous les molécules d'acide stéarique à la surface d'un grain de sable en tenant compte du résultat précédent et en précisant les positions respectives des têtes et des queues des molécules.



Défaire le montage et ranger la paille avant de quitter la salle.