

Impacts de gouttes

Quelle sont les questions scientifiques ou techniques ?

Dynamique d'impact d'une goutte sur une surface solide : étalement maximal, rebond sur une surface super-hydrophobe.

Par quelles expériences y répondre ?

Impact de gouttes d'eau sur des surfaces de mouillabilité contrôlée.

Quelles techniques expérimentales ?

Imagerie rapide puis analyse d'image.

Quels sont les résultats ?

À vous de les montrer à travers des graphes clairs.

Comment les interpréter ?

Ingrédients physiques, lois d'échelle, ajustement de courbes expérimentales : à vous de jouer !

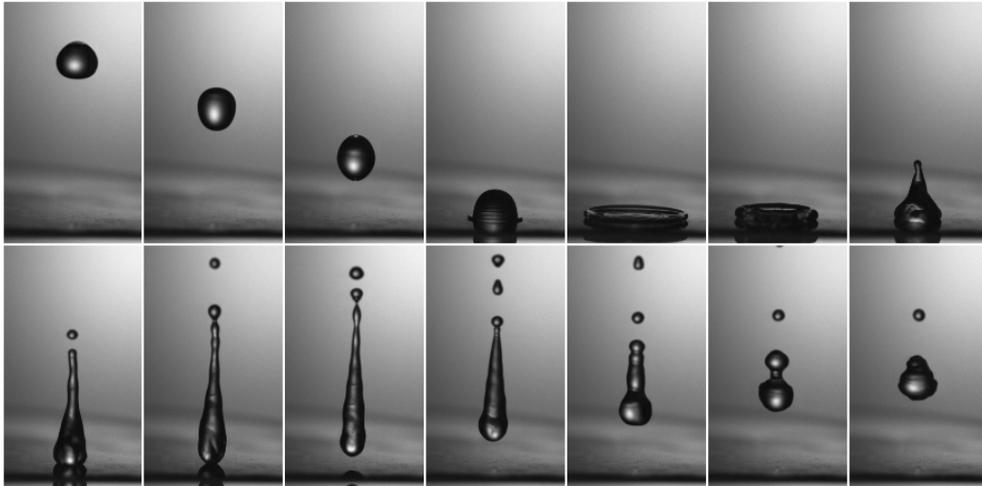


FIGURE 1 – Impact d'une goutte d'eau sur une surface super-hydrophobe : quelle est sa surface maximale d'étalement ? combien de temps reste-t-elle en contact avec la surface ?

Introduction

De nombreuses applications industrielles ou agricoles mettent en jeu l'impact d'une goutte de liquide sur une surface que l'on veut peindre ou une feuille végétale à que l'on veut traiter par un produit phytosanitaire. Une question naturelle est donc de déterminer quels paramètres définissent la surface d'étalement de la goutte. Pour d'autres applications, les pare-brise anti-pluie par exemple, on cherche au contraire à éviter que la goutte s'étale sur la surface. L'idéal serait dans ce cas de la faire rebondir.

Les ingrédients physiques qui gouvernent ces phénomènes sont multiples : mouillabilité de la surface, rhéologie et tension de surface du liquide, taille de la goutte, vitesse d'impact... Nous proposons ici de nous intéresser au cas particulier de gouttes d'eau sur des surfaces modèles de propriétés reproductibles. Dans un premier temps, nous étudierons la surface maximale d'étalement de la goutte. Dans le cas particulier des surfaces *super-hydrophobes* nous intéresserons ensuite au temps de contact de la goutte avec la surface.

1 Étalement maximal

Les propriétés de mouillage d'une surface quelconque sont généralement peu reproductibles. Nous nous concentrerons ici à des surfaces modèles de mouillabilité contrôlée : boîtes de pétri en polyéthylène neuves, surfaces super-hydrophobes, verre pyrolysé à la flamme.

Filmer l'impact de gouttes d'un rayon donné sur la surface en plastique. La vitesse d'impact est facilement ajustée en modifiant la hauteur de chute. Comment évolue le rayon maximal de la zone d'étalement en fonction de la vitesse d'impact ? Combien de temps faut-il à la goutte pour s'étaler ? Comment les données évoluent-elles avec des gouttes de tailles différentes ? Nous nous limiterons ici au cas où la goutte ne "splashe" pas en une myriade de petites gouttes lors de son étalement.

Changeons de matériau et passons à la surface super-hydrophobe¹. La loi d'étalement est-elle modifiée ? Qu'en est-il avec du verre propre ?

Interprétons ces résultats. Nous pourrions penser que l'énergie cinétique de la goutte est transformée en énergie de surface. Ce mécanisme rend-il compte des résultats expérimentaux ? Durant la mi-temps de France-Brésil 2004, C. Clanet a imaginé un scénario différent basé sur la décélération de la goutte durant l'impact qui induit une forte gravité apparente (article en Annexe). Ce scénario est-il en bon accord avec vos expériences ?

2 Temps de contact

Dans le cas des surfaces super-hydrophobes, une goutte d'eau rebondit après son impact. Une fois étalée, combien de temps lui faut-il pour rebondir ? Comment ce temps dépend-il de la vitesse d'impact et du rayon de la goutte ? Interpréter ce temps par un argument de loi d'échelle (en le détaillant un peu plus que dans l'article en annexe).

Conseils pour les films :

Cela vaut le coup de passer un peu de temps à régler l'éclairage afin d'obtenir un bon contraste. Une astuce peut consister à éclairer par l'arrière à travers un dépoli.

Ne pas oublier d'inclure une échelle. On peut copier-coller ou enregistrer un "snap shot" en "live" à partir du logiciel de la caméra rapide.

Noter également la cadence d'acquisition (ce ne sont pas les 25 images/s d'un camscope standard...).

Références :

D. Richard *et al.*, "Contact time of a bouncing drop", *Nature*, **417**, 810 (2002).

C. Clanet *et al.*, "Maximal deformation of an impacting drop", *J. Fluid Mech.*, **517**, 199-208 (2004).

1. Pour ceux qui sont intéressés, le protocole fait partie des documents annexes : Larmour *et al.*, "Remarkably Simple Fabrication of Superhydrophobic Surfaces Using Electroless Galvanic Deposition", *Angew. Chem.*, **119**, 1740-1742 (2007).