



HAL
open science

Détermination du volume de gouttes pendantes et décrochées considérées comme des milliréacteurs capillaires

Laure Lecacheux, Abdelkrim Sadoudi, Olivier Verne, Agnes Duri, Thierry Ruiz

► **To cite this version:**

Laure Lecacheux, Abdelkrim Sadoudi, Olivier Verne, Agnes Duri, Thierry Ruiz. Détermination du volume de gouttes pendantes et décrochées considérées comme des milliréacteurs capillaires. 18ème Congrès de la Société Française de Génie des Procédés, Nov 2022, Toulouse, France. hal-04224709

HAL Id: hal-04224709

<https://hal.inrae.fr/hal-04224709v1>

Submitted on 2 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Détermination du volume de gouttes pendantes et décrochées considérées comme des milliréacteurs capillaires

Laure Lecacheux^{1,2}, Abdelkrim Sadoudi¹, Olivier Verne², Agnès Duri¹, Thierry Ruiz²

¹UMR IATE, Univ. Montpellier, INRAE, Institut Agro – 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier cedex 5, France.

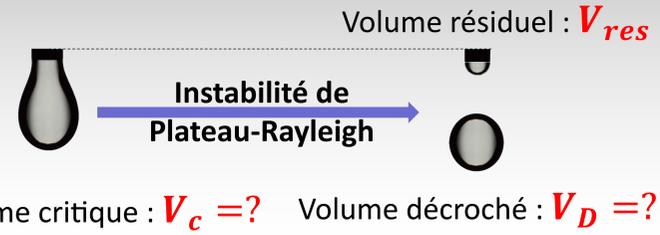
²UMR QualiSud, Univ. Montpellier, Institut Agro, CIRAD, Univ. Avignon, Univ. La Réunion – 15 avenue Charles Flahault, 34093, Montpellier cedex 5, France.



Objectifs de l'étude et démarche scientifique :

A partir d'un capillaire, l'objectif est de générer des gouttes pendantes puis décrochées de volumes parfaitement déterminés.

→ Prédire les volumes de la goutte (i) maximal avant décrochage (volume critique) puis (ii) décrochés, pour les employer en tant que milli-réacteurs.



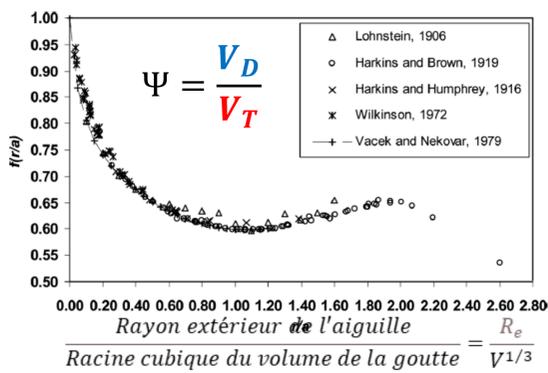
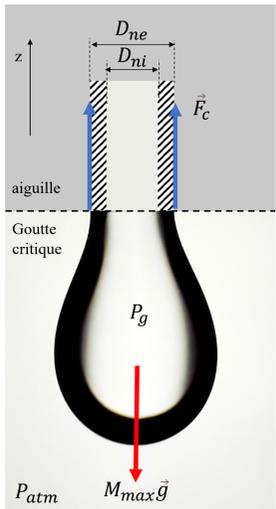
Loi de Tate et travaux de Harkins et Brown (H&B) :

Volume critique :

→ loi de Tate (1864)

Volume des gouttes décrochées :

→ pondération de Harkins & Brown (1919)



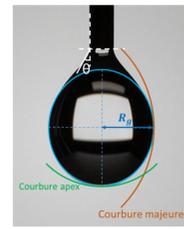
Volume « de Tate » (goutte idéale)

$$\vec{P} + \vec{F}_{cap} = \vec{0} \Leftrightarrow mg = \pi\gamma D_e \Rightarrow V_T = \pi\kappa^{-2} D_e$$

Matériels et Méthodes :

→ Longueurs capillaires des liquides : $\kappa^{-1} = \sqrt{\gamma/\rho g}$

Liquides	Huile de silicone	Triacétine	Huile de paraffine	Huile de ricin	PEG 400	Glycérol	Eau distillée
κ^{-1} (mm)	1.596	1.795	1.892	1.976	2.055	2.299	2.661



Analyses d'images :

Volume critique, angle de contact, courbures → ΔP_L



Ordinateur de contrôle

Paramètres fixés

$v_m \rightarrow Q_l \rightarrow Re$

Liquide

(ρ, γ, η)

Seringue

Microscope USB

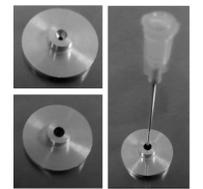
Tube Eppendorf

Support



Différents \varnothing d'aiguilles
 $0,22\text{mm} \leq D_e \leq 3,5\text{mm}$

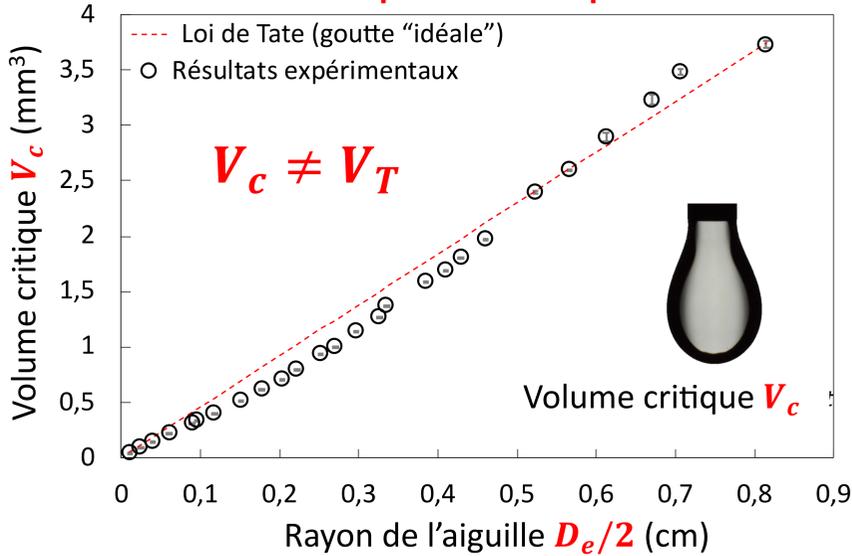
Diamètre d'aiguilles et d'embouts



Différents \varnothing d'embouts
 $1,94\text{mm} \leq D_e \leq 17,03\text{mm}$

Résultats expérimentaux :

La loi de Tate n'est pas validée expérimentalement.



Discussion : vers un nouveau modèle...

Bilan des extérieurs appliquées à la goutte (régime permanent) :

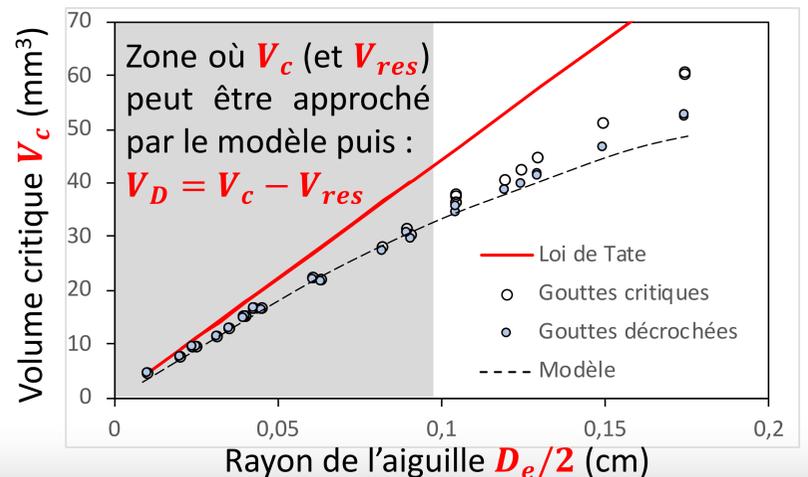
$$\vec{P} + \vec{F}_p + \vec{F}_{cap} = \vec{0}$$

\vec{F}_p est la force transmise par le piston à la goutte.

$$\rightarrow F_p = \pi R_i^2 \Delta P_L = \pi R_i^2 \gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

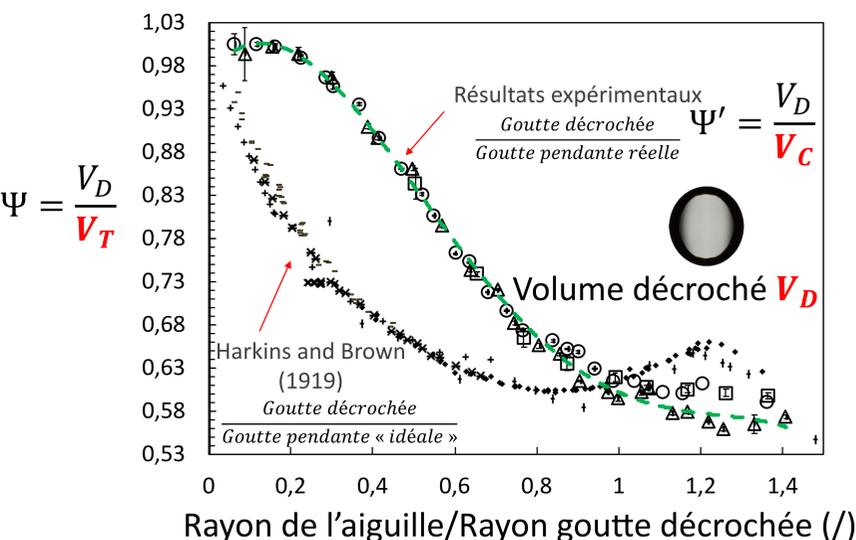
Sous certaines hypothèses, on montre que V_c et V_{res} sont les solutions réelles du polynôme d'ordre 4 suivant :

$$V_c^4 - V_T \cos(\theta_{rupt}) V_c^3 + \frac{\pi}{2} \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{-\frac{1}{3}} D_i^2 \kappa^{-2} = 0$$



Conclusion

Modification de la courbe de H&B en substituant V_T par V_c mesuré.



Tate, T. On the magnitude of a drop of liquid formed under different circumstances, Philosophical Magazine 1864, 27, 176–180.

Harkins, W.D.; Brown, F.E. The determination of surface tension and the weight of falling drops: the surface tension of water and benzene by the capillary height method, Journal of the American Chemical Society 1919, 41(4), 499–524.

Lecacheux, L.; Sadoudi, A.; Duri, A.; Planchot V.; Ruiz, T. The role of Laplace pressure in the maximal weight of pendant drops. Journal of Colloid and Interface Science 2022, 606, 920–928.

