

Annexe :

Théorie du Leidenfrost

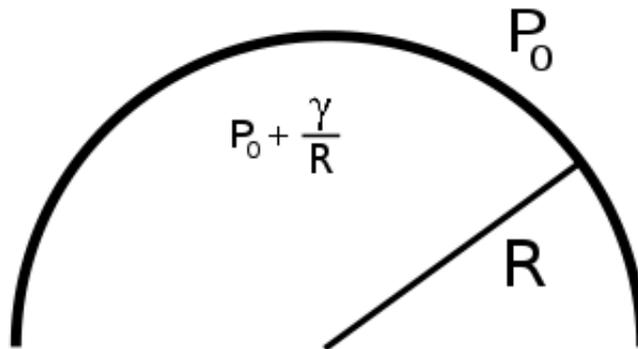
On se place dans le cas où notre goutte de Leidenfrost est une sphère. C'est à dire que le poids est compensé par la tension superficielle de la goutte. On a alors :

$$\gamma R^2 \propto \rho R^3 g R \implies R \propto \sqrt{\frac{\gamma}{\rho g}}$$

On introduit de cette manière la longueur capillaire l_c :

$$l_c \propto \sqrt{\frac{\gamma}{\rho g}}$$

On se place donc pour $R < l_c$. On considère également que l'épaisseur du film de vapeur est constante et plane. Celle-ci s'étend sur une longueur l . En utilisant la loi de Laplace, qui indique qu'il y a une surpression dans la goutte pour que l'interface air-liquide reste sphérique :



On va pouvoir obtenir la force exercée sur la surface plane, qui sera proportionnelle à la différence de pression multipliée à la surface :

$$F_{tension\ surface} = \Delta P l^2 = \frac{\gamma}{R} l^2$$

avec $\Delta P = P_0 + \frac{\gamma}{R} - P_0 = \frac{\gamma}{R}$.

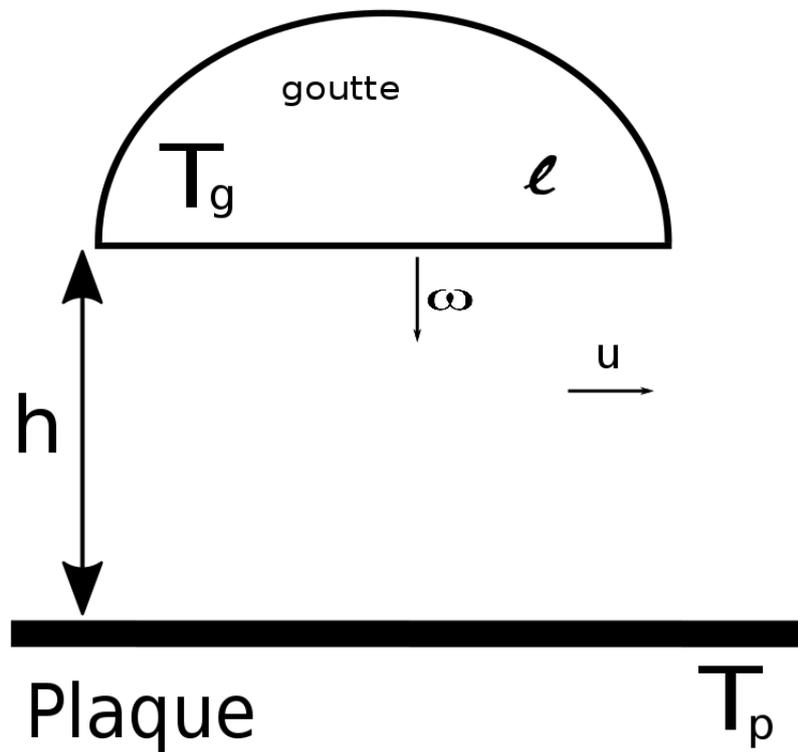
Comme le poids et la tension de surface se compense on a :

$$\begin{aligned} \frac{\gamma}{R} &\propto \rho R^3 g \\ l &\propto R^2 \sqrt{\frac{\rho g}{\gamma}} \end{aligned}$$

Donc :

$$l \propto \frac{R^2}{l_c}$$

Intéressons nous maintenant aux différents échanges thermiques entre la goutte et la plaque. Nous cherchons à déterminer les vitesses de l'écoulement de vapeur.



Il existe une différence de température $\Delta T = T_p - T_g$. En supposant le système en régime stationnaire, on peut utiliser, l'équation de conservation de la matière. C'est à dire :

$$\begin{aligned} \text{Div} \vec{V} &= 0 \\ \text{Div} \vec{V} &= \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0 \\ \text{Div} \vec{V} &= \frac{\omega}{h} + \frac{u}{\rho} = 0 \end{aligned}$$

On obtient donc :

$$\frac{\omega}{h} \propto \frac{u}{\rho}$$

Avec la loi de Fourier on a le flux de chaleur relié à la différence de température :

$$\text{Flux de chaleur} = \frac{\lambda \Delta T}{h}$$

Avec λ la conductivité thermique de la goutte.

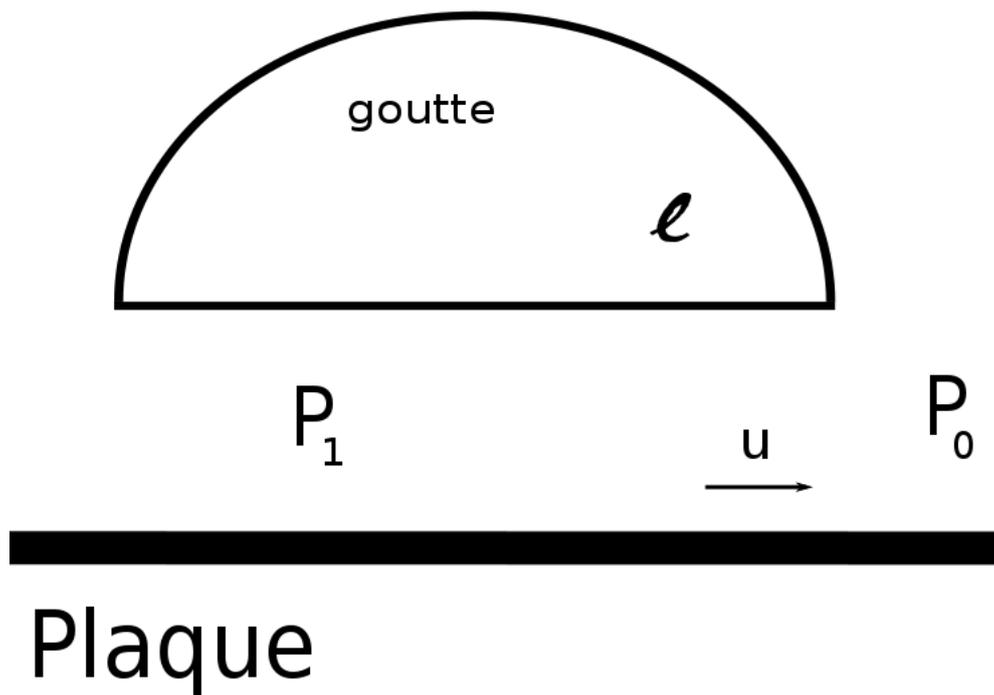
Faisons un bilan énergétique de la goutte : on a ω qui représente le nombre d'atome par unité de temps et de surface, transformés en vapeur (vitesse d'évaporation). En utilisant L , la chaleur latente de vaporisation du liquide, on a, à l'interface vapeur liquide, la chaleur reçue par la goutte pour son évaporation. Son équation est :

$$\text{Chaleur} = \rho\omega L$$

On a alors :

$$\rho\omega L \propto \frac{\lambda\Delta T}{h}$$

Plaçons nous maintenant dans un écoulement de Poiseuille, entre la goutte et la plaque. En effet il existe une différence de pression entre le bas de la goutte et la pression atmosphérique :



$$\Delta P = P_1 - P_0 = P_0 + \frac{\gamma}{R} - P_0 = \frac{\gamma}{R}$$

On obtient alors facilement l'équation suivante :

$$\frac{\Delta P}{l} \propto \frac{\eta u}{h^2}$$