

Relaxation d'une tige élastique dans un fluide visqueux : application à la capture de nectar chez les abeilles

A. Lechantre², A. Draux², Hoa-Ai Béatrice Hua¹, D. Michez³, P. Damman², F. Brau¹

¹ Nonlinear Physical Chemistry Unit, Université libre de Bruxelles (ULB), CP231, 1050 Bruxelles, Belgium

² Laboratoire Interfaces & Fluides Complexes, Université de Mons, 20 Place du Parc, B-7000 Mons, Belgium

³ Laboratoire de Zoologie, Université de Mons, 20 Place du Parc, B-7000 Mons, Belgium

hoa-ai.hua@ulb.be

Les abeilles possèdent une langue en forme de brosse composée d'une glosse couverte de papilles très élancées qu'elles trempent 5 fois par seconde dans le nectar pour le collecter [Fig. 1(A,B)]. Des mesures *in vivo* montrent que la quantité de nectar capturée par lapée reste constante pour des concentrations en sucre inférieures à $\sim 50\%$ mais chute significativement pour des concentrations supérieures. Afin de comprendre cette évolution, nous avons étudié la capture de nectar chez les bourdons. Lorsque la langue pénètre le liquide, les papilles, initialement en contact avec la glosse, se relaxent [Fig. 1(C,D)]. En combinant des mesures *in vivo* effectuées sous microscope équipé d'une caméra rapide, des expériences macroscopiques avec des tiges flexibles et un modèle théorique viscoélastique, nous montrons que la relaxation des papilles est décrite par :

$$\frac{d(t)}{d_m} = 1 - \left[1 - \frac{t}{T}\right]^{11}, \quad T = 4.35 \left[\frac{\mu^{10} d_m}{\bar{E}^{10} v_c}\right]^{1/11}, \quad (1)$$

où $0 \leq d(t) \leq d_m$ est la distance entre l'extrémité libre d'une papille et la glosse, T le temps caractéristique de relaxation [Fig. 1(C)], μ est la viscosité, $\bar{E} = ER^4/L^4$ avec E le module de Young de la papille, R son rayon, L sa longueur et $v_c = 4\mu/\rho_\ell R$ avec ρ_ℓ la densité du liquide. A basse concentration en sucre, le temps T nécessaire aux papilles pour s'ouvrir complètement est inférieur au temps caractéristique de lapement ($T_L \simeq 0.2$ s) ; elles contribuent donc pleinement à la capture du nectar. Aux grandes concentrations correspondant à la chute du taux de capture, la dissipation visqueuse empêche l'ouverture complète des papilles [Fig. 1(D)] ce qui impacte la quantité de nectar capturé. L'incorporation de cette dynamique de relaxation dans un modèle simple de capture de nectar permet de bien reproduire les mesures *in vivo* de la quantité de nectar capturé par unité de temps en fonction de la viscosité du liquide.

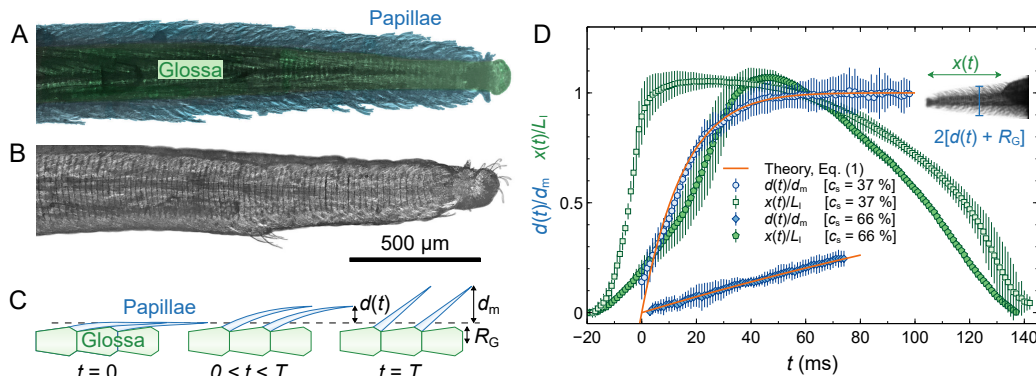


Figure 1. Photographies de la langue d'un *Bombus terrestris* avec les papilles ouvertes lors de l'immersion dans un liquide (A) [fausses couleurs] et plaquées à la glosse par les forces capillaires lors du retrait. (C) Schéma de la dynamique de relaxation des papilles. (D) Évolution temporelle de la longueur immergée de la langue $x(t)$ et de la position du bout des papilles $d(t)$ pour deux valeurs de la concentration c_s en sucre. L'évolution donnée par l'Eq. (1) est également montrée (courbes oranges).