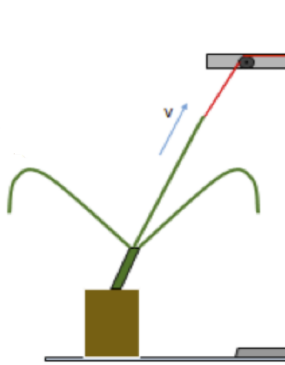
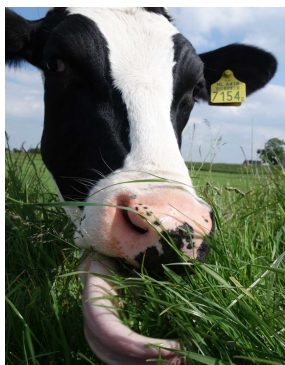


La rupture des feuilles graminées, une question de survie pour les herbivores et pour la plante



Contexte Les graminées présentent une adaptation remarquable au broutage des herbivores. Les propriétés de rupture font de ce fait l'objet d'une attention particulière des biomécaniciens intéressés par les interactions entre la plante et les herbivores (Vincent, J. F. V. 1991). Lorsque l'herbe est fauchée ou broutée, la coupe n'arrête pas la croissance de la feuille amputée de sa partie mature (Gillet, M. 1980). La reconstitution d'une surface

photosynthétique assez grande pour subvenir aux besoins de la plante est presque immédiate. Dans la compétition pour la lumière au sein des prairies, cela constitue un avantage écologique important pour les graminées (monocotylédones) vis à vis des dicotylédones dont le bourgeon (méristème) est à l'extrémité de la plante et donc coupé en premier. Ceci est rendu possible par la disposition de la zone de croissance de la feuille de graminée, à la base de la plante, et par un mécanisme de protection de cette zone particulièrement tendre, au sein des tubes emboîtés que constituent les gaines des feuilles plus âgées de la série foliaire.

Sous la tension due au pâturage, les feuilles se fracturent dans les parties matures des limbes, tandis que la base est gardée intacte, alors qu'elle est beaucoup plus tendre. En effet la vitesse de traction de la feuille détermine la zone de rupture: lorsque la vitesse est grande, la rupture se trouve dans la zone mature, mais lorsque la vitesse est lente et que l'on exerce une force continue sur la feuille, la zone de croissance va être impactée et se casser (Lafarge et Durand 2010).

Les conséquences écologiques de ce dispositif biologique acquis au cours de l'évolution des plantes soumises à la pression du pâturage des grands herbivores sont considérables. Les graminées, apparues relativement tardivement dans l'évolution de la flore terrestre dominent ainsi nombre de formations végétales, partout où la lumière abonde. Largement dominées par les graminées, les prairies, les steppes, les savanes, composent ainsi près de 30 % des surfaces continentales et près de 70 % des surfaces cultivées (source FAO), sans compter les céréales elles-aussi toutes issues de la même famille.

Problématique La dynamique de rupture, et la localisation de la zone mature à la zone de croissance restent encore peu comprises. Dans quelles conditions de force de traction et d'applications de la force passe-t-on d'un type de rupture à l'autre ?

Objectif L'objectif du stage sera de caractériser la cinématique d'extirpation et la zone de croissance, puis de proposer un modèle physique de ces observations.

Méthodologie Pour cela nous réaliserons des expériences à force contrôlée sur des plants d'herbes ancrés au sol. La force sera générée en tirant la feuille par un câble passant par une poulie et mis en tension par des poids (analyse statique) ou par un montage exploitant la chute de masses au bout de câbles de raideur/longueur variable (analyse dynamique). Nous monterons en parallèle une expérience biomimétique composée de tubes pour reproduire la cinématique du phénomène.

Retombées et applications La compréhension du mécanisme nous permettra de résoudre en détail le paradoxe d'une feuille solide à sa base tout en étant capable de croître, la croissance nécessitant des tissus mous et fragiles. Ce mécanisme est prometteur d'applications en ingénierie où il est nécessaire

de protéger mécaniquement une zone et de recréer une extension : antennes télescopiques, pattes de robots marcheurs, palpeurs exposés, brosses fragiles.

Profil du stagiaire Mécanique ou Physique

Lieu du stage et Encadrement Le stage aura lieu au LIPhy encadré par Philippe Marmottant (physique des plantes), en collaboration avec Jean-Louis Durand de l'INRAe Lusignan (étude des herbes) et Bruno Moulia de l'INRAe Clermont-Ferrand (mécanique des feuilles)

Bibliographie

Gillet, M. (1980). Les graminées fourragères : description, fonctionnement, applications à la culture de l'herbe.

Lafarge, M., & Durand, J. (2011). Comment l'herbe pousse : Développement végétatif, structures clonales et spatiales des graminées. Editions Quae.

Vincent, J. F. V. (1991). Strength and fracture of grasses. Journal of materials science, 26, 1947-1950. , Wright and Illius, 1995. A comparative study of the fracture properties of five grasses, Functional Ecology 9, 269-278

Wright, W. G., & Illius, A. W. (1995). A Comparative Study of the Fracture Properties of Five Grasses. Functional Ecology, 9(2), 269. <https://doi.org/10.2307/2390573>