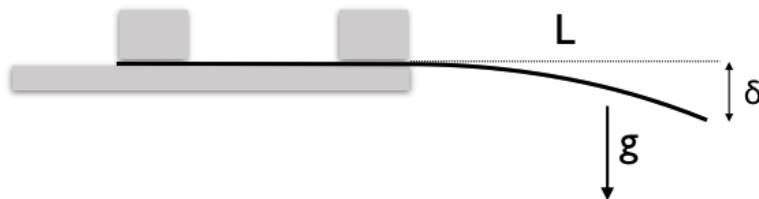


# Feuilles dans le vent



Un objet flexible comme une feuille de végétal, un plante élancée ou un arbre tout entier, peut être déformé par le vent. Nous cherchons à analyser ce phénomène dans une configuration simple, celle d'une feuille de papier rectangulaire déformée par le jet de vitesse  $U$  d'un sèche-cheveux (faute de soufflerie ...). En mesurant indépendamment la rigidité de la feuille, nous allons réaliser un anémomètre "aéroélastique".

L'expérience consiste i) à mesurer la déformation  $\delta$  de feuilles de papier de différentes longueurs  $L$  tenues verticalement sur une surface plane, et soumises au jet (froid) d'un sèche-cheveux, ii) à mesurer la rigidité en flexion de la feuille en mesurant sa déformée sous son propre poids.



Pour mesurer la rigidité de la feuille, découper une bande rectangulaire de quelques cm de largeur et la placer sur une table, en faisant déborder une longueur  $L$  (schéma ci-dessus). Placer un objet sur la feuille au bord de la table de façon à ce que la feuille quitte la table horizontalement (c'est ce qu'on appelle en mécanique une condition d'encastrement). La feuille, soumise à son propre poids, se déforme et on la mesure, sur une photographie, la flèche  $\delta$  à son extrémité.

Le calcul de la déformée de la feuille est un problème classique de mécanique des milieux continus, la déformation d'une poutre. Il s'agit d'écrire l'équilibre mécanique d'une section du matériau sous l'effet, d'une part, du moment de flexion dû au poids, d'autre part des contraintes élastiques internes résultant de la déformation du matériau. Pour une condition d'encastrement à l'origine et un chargement uniformément réparti comme c'est le cas ici, la flèche à l'extrémité est donnée<sup>1</sup> par :

$$\delta = \frac{wL^4}{8\kappa}$$

où  $w$  est le poids par unité de longueur et  $\kappa$  le coefficient de flexion que l'on cherche à déterminer. Il est utile de répéter l'expérience pour différentes valeurs de  $L$ , mais attention la formule ci-dessus n'est valide que si la déflexion reste petite devant  $L$ . Les feuilles de papier utilisées classiquement pour l'impression ont une masse de  $80 \text{ g/m}^2$ , mais vous pouvez utiliser des feuilles de grammage différent, à condition de le connaître.

Une fois que vous avez mesuré la rigidité de la feuille, réalisez votre anémomètre aéroélastique et estimez la vitesse du vent à différentes distances du sèche-cheveux. Il suffit de remplacer le poids par unité de longueur par la pression dynamique due à l'écoulement d'air. Vous pouvez faire varier

1. voir par exemple, Formulaire des poutres simples sur Wikipedia

la longueur  $L$  de façon à changer la sensibilité de votre anémomètre (vous pouvez voir que  $\delta$  varie très rapidement avec  $L$ ).

**Matériel nécessaire** : feuilles de papier, sèche-cheveux, règles, téléphone avec caméra.