

Adaptation des végétaux à la sécheresse

Sous l'effet du changement climatique, les épisodes de sécheresse risquent de devenir de plus en plus fréquents dans nos régions. L'adaptation de nos systèmes fourragers à ce type d'évènement nécessite de bien comprendre les différents mécanismes impliqués dans l'utilisation de l'eau par la plante. Cet article passe en revue quelques notions de physiologie afin de mieux comprendre les relations entre l'eau et les espèces prairiales.

Un contexte climatique instable

Avec un épisode de sécheresse qui a battu tous les records, 2018 restera pour la Belgique une année historique sur le plan climatique. Suivant plusieurs projections, ces sécheresses estivales seront amenées à se multiplier dans le nord de l'Europe. Conséquence directe de la modification des régimes pluviométriques induite par le changement climatique. La raréfaction des précipitations en fin de printemps et en été, combinée à des températures élevées, mènera à des baisses de rendement importantes pour les cultures fourragères. La mise en place de nouveaux systèmes fourragers mieux adaptés à la sécheresse est indispensable pour maintenir des niveaux de production satisfaisants. Cependant, leur élaboration passera avant tout par la compréhension des mécanismes physiologiques mis en place par les espèces prairiales pour répondre à un déficit hydrique.

Bref rappel de physiologie végétale

Avant de s'intéresser aux différentes stratégies mises en œuvre pour faire face à un épisode sécheresse, il est essentiel de rappeler quelques notions de base concernant l'utilisation de l'eau par les plantes. Même si leurs besoins en eau sont élevés (Durand et al, 2013), les espèces fourragères ont une physiologie semblable à la plupart des autres plantes. Environ 97% de l'eau prélevée par la plante est perdue par transpiration (Taiz et al., 2010). Ce processus est primordial car il permet à la plante de réguler sa température et ainsi éviter un échauffement trop important qui pourrait nuire à son métabolisme (Lemaire, 2008). Chez les végétaux la transpiration a lieu au niveau des feuilles. L'énergie apportée par le rayonnement solaire au niveau de la surface foliaire y transforme l'eau en vapeur. Celle-ci est alors évacuée de la feuille par les stomates, structure cellulaire qui forme un petit orifice ouvert sur l'extérieur. Ces stomates, disposés principalement à la face inférieure des feuilles, sont un lieu d'échange important entre la plante et l'atmosphère. En plus d'évacuer la vapeur d'eau, elles permettent également l'assimilation du dioxyde carbone nécessaire à la photosynthèse.

Outre son rôle de thermorégulation, la transpiration agit aussi comme un moteur pour le transport de l'eau dans l'ensemble de la plante (Durand et al, 2007). En conditions normales, les racines doivent prélever l'eau du sol en continu, afin de compenser les pertes liées à la transpiration. Le sol est un milieu très complexe dans lequel coexistent les différentes phases de la matière. L'eau liquide est surtout présente sous forme de microfilms qui adhèrent à la surface des particules solides. Pour parvenir à la prélever, la plante doit maximiser la surface de contact entre ses racines et le sol. C'est pour-

quoi le système racinaire est généralement constitué d'une multitude de ramifications. De plus, la surface des racines est couverte par de nombreux poils microscopiques (excroissance des cellules épidermiques) qui permettent le prélèvement d'eau dans les moindres recoins du sol (Taiz et al, 2010). Une fois absorbée, l'eau circule via différentes voies cellulaires depuis l'extrémité de la racine jusqu'au cylindre central. Cette région du centre de la racine contient le xylème. Ce tissu est composé de cellules mortes de forme allongée qui sont agencées de manière à former des canaux par lesquels l'eau circule depuis les parties souterraines de la plante vers les parties aériennes. Chez les végétaux, le xylème est donc une sorte de système vasculaire qui permet l'alimentation en eau des différents organes. Grâce à ce mécanisme, une plante fourragère peut être amenée à renouveler le volume d'eau qu'elle contient, plusieurs dizaines de fois par jour (Durand et al., 2007). De manière générale, l'ensemble sol-plante-atmosphère peut être considéré comme une sorte de continuum que l'eau utilise pour passer dans différents compartiments de la biosphère.

Réaction rapide face à un déficit hydrique

Pour permettre à leurs métabolismes de fonctionner dans des conditions optimales, les plantes doivent garder le bilan absorption-transpiration supérieure à zéro. Néanmoins quand les réserves en eau du sol s'amenuisent, le maintien de cet optimum représente un véritable challenge pour les espèces fourragères. A l'échelle de la plante, la sécheresse peut donc se traduire comme une dégradation de ce bilan (Durand et al., 2013). Les végétaux ont donc mis au point différents systèmes afin de réguler la transpiration et ainsi limiter leur déshydratation. Quand le manque d'eau se fait ressentir, le premier réflexe de la plante est la fermeture partielle de ces stomates afin de diminuer progressivement sa transpiration. Ce processus de régulation stomatique est complexe et n'est que partiellement compris. Il semblerait être modulé par plusieurs messagers chimiques, émis par certaines parties de la plante, au moment où le déficit hydrique commence à se faire ressentir.

Lorsqu'elle est partielle et de courte durée, cette obturation n'a que très peu d'incidence sur le métabolisme de la plante. Mais l'accentuation du déficit hydrique peut pousser la plante à fermer temporairement la quasi-totalité de ces stomates. La transpiration est alors à l'arrêt et la plante n'a plus la possibilité de réguler sa température. Sans vapeur d'eau, le rayonnement solaire provoque l'échauffement des tissus de la feuille. Le fonctionnement de certaines enzymes est alors mis à mal par cette élévation de la température interne. De nombreuses réactions biochimiques impliquées dans le métabolisme de la plante sont alors à l'arrêt. Par conséquent chez les

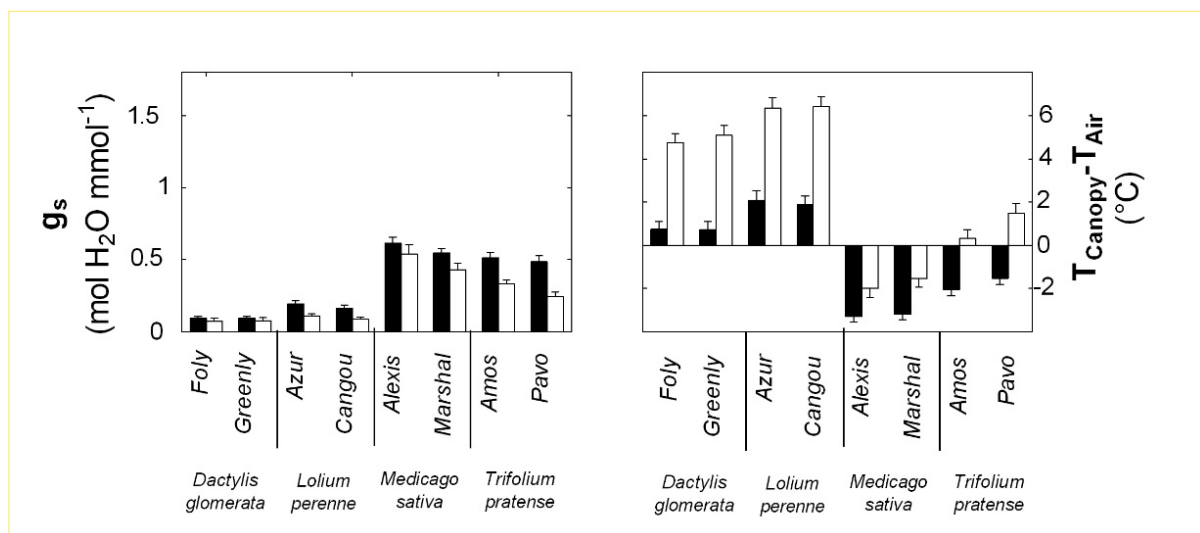


Figure 1: Le graphe de gauche représente la conductance stomatique (g_s) en fonction des différentes variétés. Le graphe de droite représente la différence entre la température foliaire (T_{canopy}) et la température de l'air (T_{air}) pour ces mêmes variétés. Une valeur négative indique une température foliaire inférieure à la température de l'air. Une valeur positive indique une température foliaire supérieure à celle de l'air, et donc un échauffement de la surface foliaire. En blanc, les cultures soumises à un déficit hydrique. En noir, les cultures maintenues dans des conditions hydriques optimales.

plantes, la contrainte hydrique est généralement associée à une contrainte thermique (Itier et al., 2007). La fermeture stomatique est également la première cause de réduction de la photosynthèse (Durand et al., 2007). En effet, l'assimilation de CO_2 ne peut plus se faire lorsque les stomates sont fermés. Si la photosynthèse cesse de fonctionner par manque de réactif, la plante n'est plus capable de fabriquer les sucres nécessaires à sa croissance. Il existe donc un lien direct entre la restriction de l'alimentation hydrique des plantes et leur diminution de croissance (Lemaire, 2008).

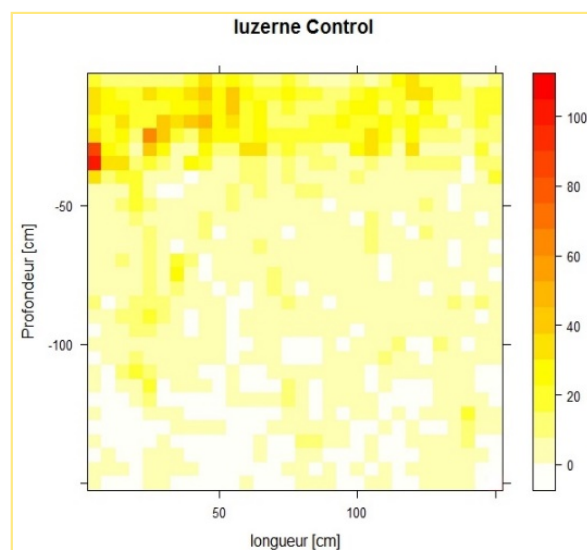
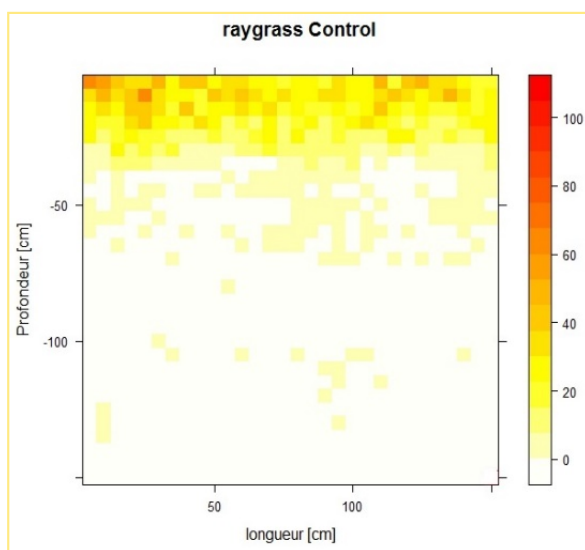
À cet égard, les résultats des expériences menées dans le cadre du projet ForDrought apportent des éléments de compréhension intéressants. En effet, cette recherche, qui s'est penchée sur l'étude des mécanismes physiologiques impliqués dans la tolérance à la sécheresse, montre que toutes les espèces fourragères ne sont pas égales face au déficit hydrique. Les graphiques ci-dessous (fig. 1) représentent les résultats de mesures de conductance stomatiques et de température foliaire effectuées sur deux variétés de différentes espèces fourragères couramment utilisées pour le semis de prairie temporaire en Région Wallonne. Ces mesures ont été réalisées sur des cultures soumises à un déficit hydrique (en blanc sur le

graphique), mais aussi sur des cultures maintenues dans des conditions hydriques idéales (en noir sur le graphique). L'objectif étant de comparer les deux traitements afin de pouvoir quantifier les effets du manque d'eau. Selon ces mesures, la luzerne (cv Alexis et cv Marshal) et le trèfle violet (cv Amos et cv Pavo) sont capables de maintenir leurs stomates partiellement ouvertes même lorsqu'elles sont soumises un déficit hydrique, à l'inverse du ray-grass anglais (cv Cangou et cv Azur) et du dactyle (cv Foly et cv Greenly). La faible conductance stomatique chez ses graminées, suppose que leurs stomates sont partiellement fermés. La diminution de leur transpiration entraîne par conséquent une hausse de leur température foliaire ($T_{\text{canopy}} - T_{\text{air}} > 0$). Les légumineuses parviennent à maintenir leurs températures foliaires inférieures à celle de l'atmosphère.

Des stratégies sur le long terme

Il est évident que la régulation stomatique constitue une réponse immédiate de la plante face au manque d'eau. Mais dans une situation de déficit hydrique prolongée,

Figure 2: distribution du système racinaire du raygrass anglais (à gauche) et de la luzerne (à droite) sur un profil cultural jusqu'à 1m50 de profondeur, mesurée sur les parcelles de l'essai du projet ForDrought située à Corroy-le-Grand (Région Wallonne-Belgique). L'échelle de couleur représente le nombre de racines présentes dans chaque pixels.



certaines espèces fourragères vont également adopter des stratégies d'évitement.

La profondeur d'enracinement est avant tout une caractéristique morphologique. Mais en situation de déficit hydrique, elle peut être considérée comme une stratégie d'évitement (Lemaire, 2008). En effet grâce à leurs racines, certaines espèces ont la capacité d'explorer les couches profondes du sol afin d'y prélever de l'eau. De cette manière, elles maintiennent leur alimentation hydrique et contournent ainsi le risque de déshydratation (Volaire et al., 2015). Par conséquent, la résistance au stress hydrique de certaines espèces est plus que probablement liée à la profondeur de leur enracinement. Cette affirmation peut se vérifier dans les deux sens. La luzerne, dont les racines pivotantes descendent facilement jusqu'à 1m50 de profondeur (fig. 2), continue à bien se comporter en situation de sécheresse. A l'opposée, le ray-grass anglais, qui concentrent la majeure partie ses racines dans les couches supérieures du profil (Figure 2), est particulièrement sensible à la sécheresse.

Dès que les conditions redeviennent à nouveau favorables, certaines espèces ont la capacité de reprendre rapidement leur croissance et leur activité métaboliques. La résilience dont font preuve ces espèces peut être également considérée comme une stratégie d'évitement face au manque d'eau. A nouveau, le système racinaire y joue un rôle central. Le dactyle affiche ce type de comportement après avoir été soumis à une sécheresse estivale, avec une excellente reprise de la pousse dès le retour des premières pluies. Son système racinaire très dense lui permet de valoriser la moindre goutte d'eau

Bibliographies

- Crémer S., Bernes A., Lambert R. (2019). Essai de comparaison variétale en ray-grass anglais tardifs sous régime de fauche en Ardenne - 2015-2018 - Résultats définitifs.
- Durand, J. L. (2007). Les effets du déficit hydrique sur la plante: aspects physiologiques. *Fourrages*, 190, 181-195.
- Durand, J. L., Lorgeou, J., Picon-Cochard, C., & Volaire, F. (2013). Ecophysiologie de la réponse et de l'adaptation des plantes fourragères et prairiales au changement climatique. *Fourrages* 214, 111-118(2013).
- Itier, B., & Seguin, B. (2007). La sécheresse: caractérisation et occurrence, en lien avec le climat et l'hydrologie. *Fourrages*, 190, 147-162.
- Lemaire, G. (2008). Sécheresse et production fourragère. *Innovations Agronomiques*, 2, 107-123.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2010). *Plant physiology and development*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Volaire, F., Ahmed, L. Q., Barre, P., Bourgoïn, T., Durand, J. L., Escobar-Gutiérrez, A., ... & Louarn, G. (2016). Quelle est la variabilité intra-et interspécifique des caractères d'adaptation des espèces prairiales pérennes aux variables du changement climatique? *Fourrages*, (225), 1-9.



Des conséquences multiples...

Malgré l'existence de ces différents mécanismes et stratégies, la marge de manœuvre des plantes face au déficit hydrique, est limitée. A l'échelle de la parcelle, les conséquences du manque d'eau sont multiples. Comme mentionné auparavant, la croissance est ralentie voir arrêtée quand la plante n'est plus capable de subvenir à ses besoins hydriques. La biomasse aérienne de la culture fourragère n'est plus élaborée correctement ce qui entraîne une chute de rendement. L'ampleur de cette diminution est alors conditionnée par l'aptitude de l'espèce à tolérer le manque d'eau. Ce constat a déjà été dressé en Ardenne où le potentiel de rendement des ray-grass anglais tardifs, encore très largement utilisé dans les mélanges fourragers, est en baisse constante depuis une dizaine d'année suite à une baisse des précipitations (Crémer et al., 2019). Même si les études à ce sujet présentent des résultats contrastés, il probable que le déficit hydrique influence également la valeur alimentaire des fourrages (Durand, 2007). Lors d'une sécheresse, la baisse de qualité combinée à la baisse de production peut être à l'origine d'un important déficit fourrager et ainsi mettre à mal l'autonomie de l'exploitation. Si la diminution des précipitations estivales se confirme, il va falloir trouver des adaptations pour limiter et contourner les effets du manque d'eau. Les connaissances acquises grâce à l'étude détaillée de l'écophysiologie des différentes espèces fourragères seront certainement des outils indispensables à la mise au point de système fourrager plus résilients aux aléas climatiques.

Auteurs/Contacts:

Van der Verren Benjamin, Earth and Life Institute/ Environmental Sciences (ELI-e), Université catholique de Louvain, Belgique

Crémer Sébastien, Centre de Michamps ASBL, Belgique
sebastien.cremer@uclouvain.be

