

Piloter les prairies avec les sommes de températures



Dans la région du Rhin Supérieur, les prairies représentent une ressource alimentaire importante pour les élevages bovins. Elles peuvent, si leur conduite est bien maîtrisée, contribuer à renforcer l'autonomie alimentaire et protéique des élevages en fournissant un fourrage de qualité. L'utilisation de repères telles que les sommes de températures doit faciliter leur valorisation en aidant l'éleveur à anticiper les stades-repères de ses prairies.

Les sommes de températures : un outil de gestion des prairies

Bien gérer une prairie que ce soit par le pâturage ou la récolte, c'est **l'utiliser au bon stade**, c'est-à-dire trouver un compromis entre le rendement, la valeur alimentaire et les besoins des animaux.

La disponibilité en eau, en nutriments, en rayonnement solaire et en température sont les éléments indispensables à la croissance des plantes. Par contre, en sortie d'hiver, le premier facteur limitant la pousse de l'herbe reste la **température de l'air** et ce facteur va conditionner l'apparition des différents stades physiologiques des graminées présentes dans les prairies permanentes.

Les 5 principaux stades repères des prairies permanentes sont basés sur le stade phénologique des graminées qui la composent : départ en végétation, épi à 5cm, début épiaison, pleine épiaison, floraison. A ces stades sont associés des repères de conduite des prairies optimisant à la fois quantité et qualité du fourrage : mise à l'herbe, déprimage, fauche précoce, fauche tardive... Or pour une graminée donnée, l'atteinte de ces stades nécessitent un certain niveau de cumul de températures appelé également « somme de températures ». Avec l'évolution du climat, ce critère varie considérablement d'une année à l'autre et les repères des dates calendaires deviennent obsolètes. En revanche, l'utilisation des sommes de températures a l'avantage de prendre en compte à la fois le contexte climatique de l'année et la localisation de la prairie.

Aux 5 stades principaux sont associés des repères de conduite des prairies optimisant à la fois quantité et qualité du fourrage.

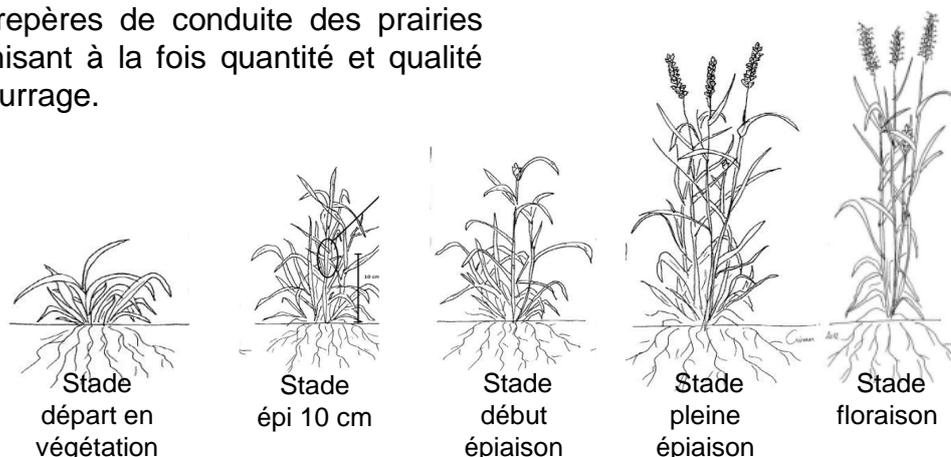


Figure 1: Les principaux stades phénologiques des graminées fourragères (d'après Fourrage Mieux 2014)

Des prairies permanentes diverses

Les travaux menés par l'INRA de Toulouse (Cruz et al., 2010) ont permis de classer les différentes prairies permanentes en fonction des types fonctionnels des graminées dominantes qui les composent. Cette typologie se base sur un certain nombre de traits fonctionnels partagés par les espèces d'un même type: teneur en matière sèche des feuilles, surface foliaire, durée de vie des feuilles, date de floraison, hauteur maxi de la plante, résistance des feuilles à la cassure. Elle permet de définir chaque espèce selon sa préférence d'habitat et sa valeur d'usage (capacité à remplir une fonction donnée dans un système fourrager).

Type de prairies	A	B	b	C	D
Fertilité	Milieu fertile	Milieu fertile	Milieu fertile	Milieu peu fertile	Milieu peu fertile
Taille des plantes	Petite taille	Grande taille		Petite taille	Taille moyenne
Précocité	Très précoce	Assez précoce	Assez tardive	Assez précoce	Très tardive
Valorisation	Pâturage précoce et fréquent	Fauche précoce et/ou foin tardif	Fauche et pâturage estival	Peu adapté à la fauche. Bonne valeur alimentaire au stade végétatif	Flore typique des estives ou parcours peu utilisés. Faible valeur fourragère
Espèces représentatives	<i>ray-grass anglais, houlque laineuse, flouve odorante, fléole, vulpin des prés...</i>	<i>dactyle aggloméré, fromental, fétuque des prés, fétuque élevée, pâturin des prés, brome dressé...</i>	<i>agrostis commun, fléole des prés, chiendent rampant, pâturin des prés, houlque molle...</i>	<i>crételle, fétuque rouge, fétuque ovine...</i>	<i>brachypode penné, avoine de Loudun, nard raide, canche des champs, molinie bleue...</i>

Tableau 1 : Typologie des prairies permanentes françaises (d'après Cruz et al. 2010)

Par définition, une prairie naturelle est multi-spécifique et ne portera jamais un seul groupe d'espèces. Si un type fonctionnel représente plus de 66% de l'ensemble des graminées, la prairie sera considérée du même type que le type fonctionnel dominant.

Ex: Pour une prairie où les graminées de type A, B et C représentent respectivement 25%, 70% et 5% des graminées, on considère que la prairie est de type B.

Si le type fonctionnel dominant représente moins de 66% des graminées, la prairie sera classée en fonction des types qui la composent dès lors qu'ils représentent plus de 20% de l'ensemble des graminées.

Ex: Pour une prairie où les graminées de type B, b et C représentent respectivement 45%, 40% et 5% des graminées, on considère que la prairie est de type Bb.



Application de cette typologie aux prairies suisses

Les prairies suisses sont quant à elles regroupées selon quatre intensités d'exploitation de « intensif » à « extensif » conduisant ainsi à **13 types de prairies** communes sur le versant nord des Alpes et dans le Jura. Ils portent le nom d'espèces les plus représentatives et qui sont principalement des plantes indicatrices.

- Utilisation intensive: fauche/pâture très fréquente avec niveau de fertilisation élevée
 - ✓ Prairie à ray-grass d'Italie
 - ✓ Prairie de fauche-pâture à ray-grass anglais et à pâturin des prés
 - ✓ Prairie à vulpin des prés
- Utilisation mi-intensive: fauche/pâture
 - ✓ Prairie à dactyle
 - ✓ Prairie à crénelle
- Utilisation peu intensive
 - ✓ Prairie à fromental
 - ✓ Prairie à avoine jaunâtre
 - ✓ Pâturage à liondent
 - ✓ Prairie à agrostide et à fétuque rouge
 - ✓ Prairie humide et grasse avec 2 sous-types: prairie à populage et pâturage à joncs
- Utilisation extensive
 - ✓ Prairie à brome
 - ✓ Pâturage à nard raide
 - ✓ Prairie de litière avec 3 sous-types: prairie à molinie, pelouse à laiche de Davall et pelouse à laiche brune



Utilisation	Intensive			Mi-intensive		Peu intensive				Extensive		
Type de Prairie	Prairie à ray grass d'Italie	Prairie à ray grass anglais et pâturin des prés	Prairie à vulpin des prés	Prairie à dactyle	Prairie à crénelle	Prairie à fromental	Prairie à avoine jaunâtre	Pâturage à liondent	Pâturage à agrostide et féтуque rouge	Prairie humide et grasse	Prairie à brome	Prairie à nard raide
Valorisation principale	Fauche	Fauche +pâture	Fauche	Fauche	Pâture	Fauche + pâture	Fauche	Pâture	Fauche+ pâture/ Pâture	Pâture	Fauche	Pâturage
Précocité	Précoce	Très précoce	Précoce	Assez précoce	Assez précoce	Tardive	Tardive	Tardive	Tardive	Tardive	Très tardive	Tardive
Fertilité	Forte	Forte	Forte	Intermédiaire	Intermédiaire		Faible	Intermédiaire	Faible	Faible	Faible	Faible
Productivité	Forte	Forte	Assez forte	Assez forte	Intermédiaire	Intermédiaire	Faible	Très Faible	Très Faible	Très faible	Très faible	Très faible
Correspondance avec la typologie française	A	A	A	B	C	B	C	b	C	D	D	D

Tableau 2 : Typologie des prairies suisses et correspondance avec les types de prairies permanentes françaises (d'après la plateforme de connaissance de l'Association pour le développement de la Culture Fourragère eADCF)

Des repères de gestion adaptés à la diversité des prairies

La typologie des prairies permanentes basée prioritairement sur la précocité des espèces et sur la fertilité du sol a permis ainsi de définir les sommes de températures nécessaires pour atteindre les différents stades repères de chaque type de prairie et donc d'anticiper les pratiques de gestion correspondantes à mettre en œuvre, tant pour la gestion du pâturage que pour celle des 1ères fauches.

Type de prairie		A ou B	b	C
Précocité		Très précoce à précoce	Tardive	Assez précoce
Fertilité des sols		Elevée	Intermédiaire	Faible
Productivité		Forte	Moyenne	Faible
Stade de la prairie	Pratiques de gestion	Sommes de températures (en degrés-jours)		
Départ en végétation	Mise à l'herbe	250 à 300	400	400
Epi 5 cm	Fin déprimage	500	800	800
Epi 10 cm	Fin 1 ^{er} tour de pâturage	500 à 600	1000	900
Début épiaison	Fauche précoce: ensilage, enrubannage	700 à 800	1200	Peu adapté à la fauche
Pleine épiaison	Foin précoce	800 à 1100	1500	
Floraison	Foin tardif	900 à 1200	1600	

Tableau 3 : Correspondance entre sommes de températures, stades physiologiques des graminées et pratiques optimales d'exploitation pour prairies permanentes de type A ou B, b et C

Comment calculer les sommes de températures ?

Le cumul des températures moyennes journalières est un bon estimateur des différents stades phénologiques des plantes. Cependant plusieurs règles de calcul sont à respecter pour s'adapter au contexte spécifique des graminées prairiales.

1. La *moyenne journalière* est faite sur les valeurs brutes minima et maxima de la station météo locale sans aucune correction préalable.
2. Le *zéro de végétation* pour les prairies est la base 0°C.
3. Le *plafonnement des moyennes journalières* est établi à 18°C, car il est considéré que le phénomène d'accélération de croissance s'arrête au-delà de ce seuil.
4. La *date d'initialisation* du cumul des températures journalières retenue est le 01 février.
5. L'altitude conduit à une croissance ralentie du fait des températures moyennes journalières plus froides. La prise en compte du *différentiel d'altitude* entre la station météo et la parcelle se fait en appliquant une correction de -0,6°C sur la moyenne journalière par tranche d'élévation de 100 mètres.

En pratique :

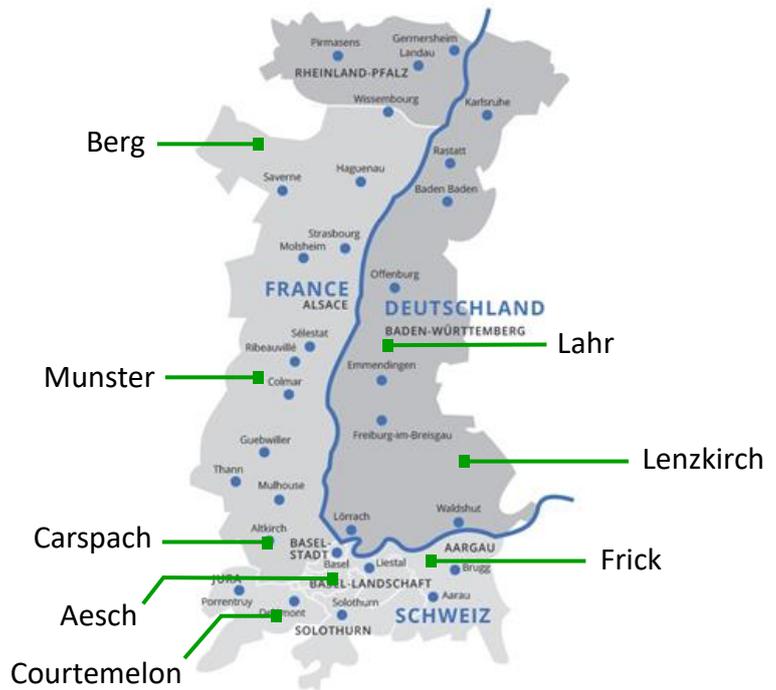
- Pour chaque jour à partir du 01/02, calculer la température moyenne journalière $(T^{\circ} \text{minimale} + T^{\circ} \text{maximale})/2$
- Si la température moyenne journalière est $< 0^{\circ}\text{C}$, retenir une moyenne journalière de 0°C
Ex: Si $T^{\circ}\text{C}$ moyenne de -5°C , on note 0°C
- Si la température moyenne journalière est comprise entre 0°C et 18°C , utiliser cette valeur,
Ex: Si $T^{\circ}\text{C}$ moyenne de 13°C , on note 13°C
- Si la température moyenne journalière est $> 18^{\circ}\text{C}$, retenir une moyenne journalière de 18°C
Ex: Si $T^{\circ}\text{C}$ moyenne de 21°C , on note 18°C
- Additionner chaque jour la moyenne journalière pour obtenir la somme de températures en degrés jours depuis le 01/02



Source : Parc Naturel Régional Lorraine

Des repères pour différentes stations météo

Les tableaux suivants présentent pour quelques stations météo les dates moyennes d'atteinte des différents stades repères sur les dix dernières années (2014-2023).



Stations Météo Allemandes

Station Météo	LAHR (156 m)			LENZKIRCH-RUHBÜHL (854 m)		
	Médiane	Mini	Maxi	Médiane	Mini	Maxi
300 Degrés-jours (Mise à l'herbe)	22-mars	11-mars	9-avr.	19-avr.	7-avr.	27-avr.
400 Degrés-jours	1-avr.	21-mars	15-avr.	2-mai	21-avr.	10-mai
500 Degrés-jours (Fin déprimage -épis à 5 cm)	13-avr.	5-avr.	23-avr.	11-mai	1-mai	21-mai
700 Degrés-jours (Fauche précoce-Début épiaison)	1-mai	21-avr.	9-mai	28-mai	21-mai	8-juin
800 Degrés-jours	8-mai	28-avr.	16-mai	5-juin	31-mai	14-juin
1000 Degrés-jours (Foin précoce-Début floraison)	22-mai	14-mai	31-mai	18-juin	14-juin	27-juin
1100 Degrés-jours	29-mai	21-mai	6-juin	24-juin	20-juin	3-juil.
1200 Degrés-jours (Foin moyen-Floraison)	4-juin	27-mai	12-juin	1-juil.	27-juin	10-juil.

Tableau 4 : Dates d'atteinte de quelques stades repères de la prairie à partir des sommes de températures moyennes base 0-18 cumulées depuis le 01 février sur la période 2014-2023 (Source : LKV)



Stations Météo Suisses

Station Météo	AESCH (382 m)			COURTEMELON (450 m)			FRICK (390 m)		
	Médiane	Mini	Maxi	Médiane	Mini	Maxi	Médiane	Mini	Maxi
300 Degrés-jours (Mise à l'herbe)	19-mars	10-mars	11-avr.	27-mars	16-mars	14-avr.	25-mars	16-mars	13-avr.
400 Degrés-jours	30-mars	19-mars	18-avr.	9-avr.	1-avr.	21-avr.	5-avr.	7-mars	19-avr.
500 Degrés-jours (Fin déprimage -épis à 5 cm)	11-avr.	4-avr.	23-avr.	21-avr.	11-avr.	28-avr.	18-avr.	8-avr.	26-avr.
700 Degrés-jours (Fauche précoce-Début épiaison)	29-avr.	18-avr.	10-mai	9-mai	28-avr.	16-mai	6-mai	25-avr.	13-mai
800 Degrés-jours	9-mai	24-avr.	19-mai	17-mai	6-mai	25-mai	15-mai	3-mai	22-mai
1000 Degrés-jours (Foin précoce-Début floraison)	24-mai	8-mai	1-juin	30-mai	22-mai	8-juin	28-mai	18-mai	5-juin
1100 Degrés-jours	30-mai	16-mai	7-juin	5-juin	29-mai	14-juin	2-juin	25-mai	11-juin
1200 Degrés-jours (Foin moyen-Floraison)	5-juin	22-mai	13-juin	11-juin	5-juin	19-juin	8-juin	1-juin	17-juin

Tableau 5 : Dates d'atteinte de quelques stades repères de la prairie à partir des sommes de températures moyennes base 0-18 cumulées depuis le 01 février sur la période 2014-2023 (Source : Agrométéo- Agroscope)

Stations Météo Françaises

Station Météo	BERG (300 m)			CARSPACH (332 m)			MUNSTER (420 m)		
	Médiane	Mini	Maxi	Médiane	Mini	Maxi	Médiane	Mini	Maxi
300 Degrés-jours (Mise à l'herbe)	25-mars	18-mars	13-avr.	22-mars	13-mars	10-avr.	25-mars	16-mars	13-avr.
400 Degrés-jours	6-avr.	31-mars	20-avr.	1-avr.	25-mars	18-avr.	6-avr.	30-mars	20-avr.
500 Degrés-jours (Fin déprimage -épis à 5 cm)	18-avr.	7-avr.	28-avr.	15-avr.	7-avr.	24-avr.	19-avr.	8-avr.	27-avr.
700 Degrés-jours (Fauche précoce-Début épiaison)	6-mai	25-avr.	13-mai	2-mai	22-avr.	9-mai	6-mai	26-avr.	13-mai
800 Degrés-jours	13-mai	4-mai	22-mai	11-mai	29-avr.	18-mai	15-mai	4-mai	22-mai
1000 Degrés-jours (Foin précoce-Début floraison)	28-mai	20-mai	4-juin	25-mai	15-mai	2-juin	29-mai	20-mai	6-juin
1100 Degrés-jours	3-juin	27-mai	10-juin	31-mai	22-mai	8-juin	4-juin	27-mai	11-juin
1200 Degrés-jours (Foin moyen-Floraison)	9-juin	2-juin	16-juin	5-juin	28-mai	13-juin	10-juin	3-juin	17-juin

Tableau 6 : Dates d'atteinte de quelques stades repères de la prairie à partir des sommes de températures moyennes base 0-18 cumulées depuis le 01 février sur la période 2014-2023 (Source : Météo France)

Lien entre somme de températures, rendement et qualité fourragère au 1er cycle

Dans le cadre du réseau Obs-Herbe, observatoire national suisse des herbages mis en place par Agroscope, 23 prairies permanentes intensives ont été suivies de 2017 à 2019. Sur la base de 4 échantillons prélevés à intervalles réguliers entre le début de la pousse et la 1^{ère} fauche chaque année, il a été possible de mesurer les rendements mais aussi les teneurs en azote, en fibres et en cendres permettant de calculer des valeurs énergétiques et azotées et de les mettre en lien avec les sommes de températures enregistrées lors des prélèvements.

En démontrant la corrélation entre somme de températures et rendement ainsi qu'entre somme de températures et valeurs alimentaires, ce travail a permis de fournir le tableau ci-dessous déterminant le rendement et les valeurs alimentaires en fonction des sommes de températures.

Degrés-jours	Rendement (Tonne MS/Ha)	Protéines (g/kg)	Digestibilité (%)	Energie : NEL (MJ/kg)	PAIN (g/kg)
550	2.89	165.2	78.6	6.5	110.0
600	3.24	155.9	77.4	6.4	103.7
650	3.58	146.6	76.2	6.3	97.4
700	3.93	137.4	75	6.2	91.2
750	4.27	128.1	73.8	6	84.9
800	4.61	118.8	72.6	5.9	78.7
900	5.30	100.2	70.2	5.7	66.1

NEL: énergie nette lait - MS: matière sèche - g/kg: gramme par kilogramme - MJ/kg: mégajoules par kilogramme
 PAIN: protéines absorbables dans l'intestin synthétisée à partir de la matière azotée dégradable

Tableau 7 : Relations entre somme de températures, rendement et qualité fourragère sur la base de 23 prairies en Suisse suivies pendant 3 ans (Source : Agroscope)



Source :
 Recherche Agronomique Suisse

Gestion des cycles suivants au pâturage

Afin d’optimiser la conduite des prairies, il est indispensable de bien respecter les rythmes de pousse de l’herbe sur l’ensemble des cycles et pas seulement au printemps.

Ainsi après une première exploitation (pâturage sévère, fauche), les plantes ne disposent plus que d’une surface foliaire réduite et doivent donc mobiliser leur réserve pour produire de nouvelles feuilles. Au cours de cette période, la pousse est donc fortement ralentie. Au fur et à mesure que cette surface foliaire va se régénérer, les plantes vont capter de plus en plus de lumière pour la production de biomasse grâce à la photosynthèse. Le rendement de la prairie est alors de plus en plus important et de plus en plus rapide jusqu’au stade 3 feuilles des graminées. Au-delà de ce stade 3 feuilles, la croissance de la prairie va se ralentir voire devenir nulle. En effet, une talle de graminées ne porte en général que 3 (ou 4) feuilles: l’apparition d’une feuille supplémentaire conduit à la sénescence et la mort de la feuille la plus âgée.

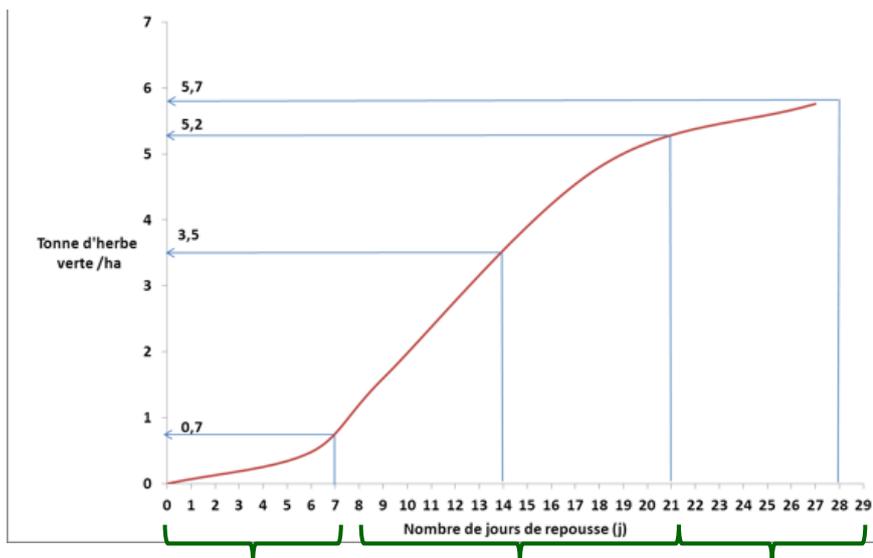


Figure 2 :
Courbe de croissance de l’herbe
(d’après André Voisin 1957)

Croissance faible
(après récolte ou sortie des animaux)

Croissance très rapide
(augmentation du nombre de feuilles)

Croissance ralentie
(pouvant même devenir nulle)

Le retour sur une prairie précédemment utilisée (pâturage, fauche) ne doit donc intervenir ni trop tôt, ni trop tard. Une utilisation trop précoce limite la reconstitution des réserves des plantes qui vont se nanifier et à terme disparaître. A l’inverse, une utilisation trop tardive conduit à un gaspillage par la disparition des plus vieilles feuilles.

Le temps de repos de la prairie doit donc se caler sur ce stade 3 feuilles et dépendra de la période (saison), des conditions pédo-climatiques et du type de prairies. Il sera d’une vingtaine de jours au printemps et de 35 à 40 jours, voire plus en fonction du déficit hydrique et de la température, sur la période estivale et automnale.



La durée de vie des feuilles, un indicateur de gestion du pâturage pour les cycles suivants

En période estivale, les sommes de températures seules ne suffisent plus pour piloter le pâturage car très souvent, le facteur limitant les repousses est le niveau des précipitations. Cependant, il existe un lien direct entre la durée de vie des feuilles des graminées et les sommes de températures. Plus il fait chaud et plus les cycles végétatifs s'accélèrent.

La durée de vie des feuilles est un trait qui rend compte du recyclage des tissus foliaires. Cette durée de vie des feuilles (DVF) varie selon les espèces et conditionne les pratiques de fauche et de pâture. Ainsi, l'utilisation tardive d'espèces à courte DVF entrainera une forte perte de biomasse par sénescence alors que l'utilisation précoce d'espèces à longue DVF pénalisera leur durée de vie par un manque d'adaptation à des défoliations trop fréquentes.

Types de graminées	Durée de vie des feuilles (en degrés jours)
Type A	800
Type B	1000
Type b	830
Type C	1100
Type D	1100

Tableau 8 : Durée de vie des feuilles (en degrés jours) des différents types de graminées (d'après Cruz et al, 2010)

Pratiquement, si une feuille de RGA meurt au bout de 800 **degrés-jours**, une fauche (ou un pâturage) devront être réalisés dans les 40 à 45 jours qui suivent la 1^{ère} utilisation. Pour un dactyle ou une fétuque élevée dont la durée de vie des feuilles est d'environ 1000 degrés-jours, ce cycle d'utilisation devra avoir lieu dans les 50 à 60 jours après la 1^{ère} utilisation.

En conclusion

La gestion des prairies exige beaucoup de technicité et nécessite notamment une bonne connaissance des stades phénologiques des espèces qui les composent pour offrir de l'herbe en quantité suffisante et de qualité (appétence, digestibilité, valeurs alimentaires). Les sommes de températures sont un véritable outil d'aide à la décision pour aider les conseillers et leurs éleveurs à repérer ces stades et à mettre en œuvre les bonnes pratiques d'exploitation des prairies. Elles sont disponibles par exemple au travers des publications hebdomadaires des Réseaux de suivi de pousse de l'herbe en France.



Bibliographie

ADCF: "Type de prairies dans la production fourragère " <https://www.eagff.ch/fr/connaitre-les-plantes-des-prairies/types-de-prairies>

Carrère P., Pontes L. da S., Andueza D., Louault F., Rosseel D., et al.. (2010) : "Evolution de la valeur nutritive de graminées prairiales au cours de leur cycle de développement", *Fourrages*, 201, 27-35.

Chambres d'agriculture de Lorraine (2018): Fiche technique Pâturage tournant

Cruz P., Theau J.-P., Lecloux E., Jouany C., Duru M. (2010) : "Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits ", *Fourrages*, 201, 11-17.

Duru M., Justes E., Langlet A., Tirilly V., (1993) : "Comparaison des dynamiques d'apparition et de mortalité des organes de fétuque élevée, dactyle et luzerne (feuilles, talles et tiges)", *Agronomie*, 13, 237-252

Duru M., Calvière I., Balent G., Langlet A., (1993) : "Pédoclimat, fertilisation et croissance des prairies permanentes au printemps", *Fourrages*, 133, 43-57

Duru M., Balent G., Gibon A., Magda D., Theau JP., Cruz P., Jouany C. (1998) : "Fonctionnement et dynamique des prairies permanentes, Exemple des Pyrénées centrales", *Fourrages*, 153, 97-113.

Duru M., Hazard L., Jeangros B., Mosimann E. (2001) : "Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité", *Fourrages*, 166, 165-188

Galliot J.N., Hulin S., Le Henaff P.M., Farruggia A., Seytre L., Perera S., Dupic G., Faure P., Carrère P., 2020. "Typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central", *Edition Sidam-AEOLE*, 284 pages.

Programme Herbe et Fourrages Centre : (2014) "Guide du pâturage"

Mariotte P et al., (2022) "Utiliser la somme des températures pour évaluer le rendement et la qualité fourragère des prairies permanentes et temporaires intensives", *Agroscope*

Moreau JC. (2014) Guide Méthodologique PraiCos « Optimiser le potentiel productif des prairies – Démarche de conseil n°4 élaborée dans le cadre du Casdar PraiCos » *IDELE*

Seuret J.-M., Theau J.-P., Pottier E., Pelletier P., Piquet M., Delaby L., (2014) : "Des outils d'aide à la gestion du pâturage pour mieux valoriser les prairies et renforcer la confiance des éleveurs", *Fourrages*, 218, 191-201

Theau J.-P., Zeorourou A., (2008) : "Herb'âge, une méthode de calcul des sommes de températures pour la gestion des prairies", *Les Cahiers d'Orphée*, 91-102