

Dix ans d'observations sur la phénologie des prairies permanentes en Suisse romande

B. JEANGROS, Agroscope RAC Changins, CP 1012, CH-1260 Nyon 1
M. AMAUDRUZ, Service romand de vulgarisation agricole, CH-1000 Lausanne 6

 E-mail: bernard.jeangros@rac.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 738.

Résumé

Le stade de développement d'une prairie au moment de son utilisation détermine en bonne partie la valeur nutritive du fourrage. Afin de fournir à la pratique des stades de référence, l'évolution phénologique au printemps des prairies permanentes de Suisse romande a été suivie de 1995 à 2004. Cet article présente les méthodes utilisées pour décrire l'évolution phénologique des prairies, fournit une synthèse de toutes les observations réalisées et analyse l'effet de la température. Le «stade équivalent dactyle» (SED), qui prend en compte plusieurs espèces de précocité différente, a été utilisé pour caractériser le stade de développement d'une prairie. Le SED «pleine épiaison» est atteint en moyenne le 9 mai en plaine et ce stade est retardé en moyenne de quatre jours par 100 m d'élévation en altitude. A une même date, la différence de stade entre une année précoce et une année tardive correspond à moins d'un stade au-dessous de 750 m d'altitude et atteint un stade et demi à plus de 1000 m. Les variations des stades entre les années s'expliquent en partie par les différences de température intervenant de mars à mai, mais l'évolution phénologique des prairies permanentes ne peut être déduite de façon simple et précise uniquement à partir des mesures de température.

Introduction

Divers travaux ont montré que le stade de développement des plantes au moment de la première utilisation d'une prairie était un des principaux facteurs de la valeur nutritive du fourrage (Schubiger *et al.*, 2001; Daccord *et al.*, 2002). En effet, dès que des tiges commencent à se développer, la proportion de cellulose dans les tissus augmente et la valeur nutritive du fourrage baisse rapidement. Complétée par une évaluation sommaire de la composition botanique, l'observation du stade de développement d'une prairie permet d'estimer la valeur nutritive du fourrage sans avoir recours à une analyse chimique (ADCF, 1995).

Par rapport à d'autres cultures, l'appréciation du stade de développement

d'une prairie est plus difficile. En effet, une prairie est composée de plusieurs espèces de plantes qui n'ont pas le même rythme de développement. D'autre part, les espèces des prairies permanentes ne sont pas des variétés homogènes, mais des écotypes dont les différents individus peuvent avoir une évolution phénologique assez hétérogène. Quelques études ont déjà été consacrées à la phénologie des prairies permanentes (Caputa et Sustar, 1975; Fleury, 1983; Theau *et al.*, 2004), mais des références applicables à nos conditions et utiles à la pratique font encore défaut.

Pour combler cette lacune, nous avons organisé, en collaboration avec l'Association pour le développement de la culture fourragère (ADCF) et la vulgarisation agricole, un suivi de l'évolution

phénologique des prairies de Suisse romande au cours de la 1^{re} pousse de 1995 à 2004. Les résultats des mises en valeur annuelles ont été publiés chaque année dans le Mémento agricole (SRVA, 2004).

Cet article fait la synthèse de toutes les observations réalisées pendant dix ans sur plus de 60 prairies par année. Il présente les méthodes utilisées pour décrire le stade de développement des plantes et mettre en valeur les nombreuses données accumulées. Il fournit des stades de référence (moyennes pluriannuelles) pour chaque niveau thermique et analyse l'effet de la température au cours des premiers mois de l'année sur l'évolution phénologique des prairies.

Matériel et méthodes

Prairies observées

Dans le cadre des enquêtes annuelles sur l'évolution phénologique des prairies de Suisse romande, diverses personnes actives dans la recherche, la vulgarisation agricole, l'enseignement ou le commerce privé ont observé chaque année plus de 60 prairies permanentes situées entre 400 et 1200 m d'altitude et réparties dans dix niveaux thermiques (tabl.1). Les prairies situées dans les niveaux thermiques «Assez chaud» et «Chaud» ont été regroupées en un seul niveau, de même que celles localisées dans les niveaux thermiques «Doux» et «Très doux». La majeure partie des prairies a été observée plusieurs années de suite. Les expositions extrêmes, c'est-à-dire très au sud ou très au nord, ont été évitées. De même, les prairies habituellement fauchées très tôt n'ont pas été retenues de façon à pouvoir suivre l'évolution phénologique au moins jusqu'au stade «pleine épiaison» des principales graminées.

Tableau 1. Caractéristiques des niveaux thermiques (d'après Schreiber, 1977) et nombre de prairies permanentes observées de 1995 à 2004.

Niveau thermique	Période de végétation (jours)	Température avril-octobre (°C)	Altitudes approximatives	Nombre de prairies
Rude Assez rude	135-150 150-165	8,0-9,0 9,0-10,0	1100 à 1250 m 1000 à 1100 m Bassins versants de la Vallée du Rhône: 1150 à 1250 m	66 63
Très frais Frais	165-180 180-190	10,0-11,0 11,0-12,0	900 à 1000 m Bassins versants de la Vallée du Rhône: 1050 à 1150 m 750 à 900 m Bassins versants de la Vallée du Rhône: 950 à 1050 m	84 107
Assez frais Assez doux	190-200 200-205	12,0-13,0 13,0-13,5	650 à 750 m Bassins versants de la Vallée du Rhône: 800 à 950 m 550 à 650 m Bassins versants de la Vallée du Rhône: 700 à 800 m	95 71
Doux et très doux Assez chaud et chaud	205-215 215-235	13,5-14,5 14,5-15,5	Moins de 550 m Rives du Léman: 450 à 550 m Bassins versants de la Vallée du Rhône: 450 à 700 m Rives du Léman et Vallée du Rhône: moins de 450 m	79 60





Fig. 1. Le **dactyle** est une graminée très fréquente dans les prairies; il est utilisé comme espèce de référence pour caractériser le développement phénologique d'une prairie (de gauche à droite: stade début épiaison (3), stade pleine épiaison (4) et stade pleine floraison (6)).

Fig. 2. Le **ray-grass anglais** épie à peu près en même temps que le dactyle (de gauche à droite: stade début épiaison (3), stade pleine épiaison (4) et stade pleine floraison (6)).

Fig. 3. Le **pâturin commun** est une graminée également très commune et dont la précocité est comparable à celle du dactyle et du ray-grass anglais (de gauche à droite: stade début épiaison (3), stade pleine épiaison (4) et stade fin épiaison (5)).

Fig. 4. L'épi du **vulpin** et celui de la **fléole** se ressemblent, mais ce sont deux graminées de précocité très différente. Le vulpin (à gauche) épie bien avant le dactyle, la fléole bien après (à droite).



Tableau 2. Espèces observées et équations utilisées pour calculer le stade équivalent dactyle.

Nom commun	Nom latin	Famille	Evolution phénologique	Stade ¹ moyen de l'espèce lorsque le dactyle est au stade pleine épiaison	Equation (x = stade espèce, y = stade équivalent dactyle)
Dactyle	<i>Dactylis glomerata</i>	Graminées	moyenne	4	–
Vulpin des prés	<i>Alopecurus pratensis</i>	Graminées	précoce	5-6	$y = 0,91 x - 0,9$
Pâturin commun	<i>Poa trivialis</i>	Graminées	moyenne	4-5	$y = 0,88 x - 0,04$
Ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	Graminées	moyenne	4	$y = x - 0,2$
Fléole	<i>Phleum pratense</i>	Graminées	tardive	2-3	$y = 1,43 x + 0,3$
Dent-de-lion, pissenlit	<i>Taraxacum officinale</i>	Composées	précoce	7	$y = 0,67 x - 0,7$
Anthriscus sauvage	<i>Anthriscus sylvestris</i>	Ombellifères	moyenne	5-6	$y = x - 1,6$
Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris friesianus</i>	Renonculacées	moyenne	5	$y = 0,95 x - 0,95$
Trèfle violet	<i>Trifolium pratense</i>	Légumineuses	tardive	4	$y = 1,25 x - 1,1$
Marguerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Composées	tardive	4	$y = 1,11 x - 0,3$

¹Pour la légende des stades, voir tableau 3.



Fig. 5. La **dent-de-lion** est une espèce très précoce et facile à reconnaître (de gauche à droite: stade pleine floraison (5), stade fin floraison (6) et stade fructification (7)).



Fig. 6. La **renoncule âcre** (à gauche), utilisée pour décrire le stade de développement des prairies, ne doit pas être confondue avec la **renoncule bulbeuse** (à droite) qui est plus précoce et dont les sépales sont rabattus contre le pédoncule.

Fig. 7. Le **trèfle violet** fleurit abondamment dès la 1^{re} pousse, ce qui n'est pas le cas du trèfle blanc (de gauche à droite: stade montaison (3): la floraison n'a pas commencé, stade pleine floraison (5) et stade fin floraison (6)).



Tableau 3. Echelles de notation des stades de développement phénologique pour les graminées et les dicotylédones.

Graminées	
1	Tallage - début montaison
2	Montaison (les épis montent chez 50% des plantes)
3	Début épiaison (quelques épis visibles)
4	Pleine épiaison (50% des plantes avec épis)
5	Fin épiaison (90% des plantes avec épis)
6	Pleine floraison (50% des plantes fleurissent)
7	Fructification (50% des plantes avec fruits)
8	Dispersion des graines
Dicotylédones	
1	Rosette (la majorité des plantes ont développé trois feuilles)
2	Boutons floraux (boutons visibles chez 50% des plantes)
3	Montaison (les boutons floraux montent chez 50% des plantes)
4	Début floraison (10% des plantes fleurissent)
5	Pleine floraison (50% des plantes fleurissent)
6	Fin floraison (flétrissement)
7	Fructification (50% des plantes avec fruits)
8	Dispersion des graines

Des observations phénologiques réalisées depuis 1990 sur des prairies permanentes dans le bassin lémanique (Genolier, 500-550 m), le Jura (Les Bayards, 950-1150 m; La Frêtaz, 1200 m; Les Verrières, 1150 m) et les Préalpes fribourgeoises (Le Châtelard, 950-1050 m), dans le cadre de différents essais d'Agroscope RAC Changins, ont également été prises en compte, en particulier pour établir les relations entre les stades des différentes espèces (voir ci-dessous).

Espèces observées

Dix espèces communes et de précocité variable ont été observées à chaque fois qu'elles étaient présentes (tabl. 2): cinq graminées et cinq dicotylédones. Deux échelles de notation ont été utilisées, une pour les graminées (tabl. 3 et fig. 1 à 4), une autre pour les dicotylédones (tabl. 3 et fig. 5 à 7). Elles s'inspirent de celles proposées par Caputa et Sustar (1975), Fleury (1983) et l'ADCF (1995) et ont été adaptées de façon que les intervalles de temps séparant deux stades consécutifs aient une durée à peu près constante. Les stades de développement ont été observés à plusieurs reprises pendant la 1^{re} pousse (en moyenne tous les sept à dix jours) sur une dizaine d'individus au moins par espèce, depuis le stade «boutons floraux» chez la dent-de-lion jusqu'au moment où la prairie a été fauchée.

Mise en valeur des observations phénologiques

Au total, plus de 25 000 observations «espèce x date» ont été réalisées. Comme d'autres auteurs (Fleury, 1983; ADCF, 1995; Theau *et al.*, 2004), nous avons choisi le dactyle comme espèce de référence pour caractériser le stade d'une prairie. Les relations entre l'évolution phénologique du dactyle et celle des neuf autres espèces ont été établies à partir d'observations réalisées de 1990 à 1994. Pour simplifier, nous avons

admis que ces relations étaient toujours linéaires et indépendantes du lieu (entre 400 et 1200 m) et de l'année. Le tableau 2 donne les neuf équations retenues dès 1995 pour transformer le stade observé sur une espèce en stade équivalent dactyle (SED). La figure 8 illustre la relation entre le stade du dactyle et celui de la dent-de-lion sur l'ensemble des observations réalisées de 1995 à 2004. Cette relation n'est pas très étroite ($R^2 = 0,70$), mais la droite de régression obtenue est très proche de celle utilisée dès 1995 (voir tabl. 2). Pour les huit autres espèces, les relations observées de 1995 à 2004 confirment également celles données dans le tableau 2.

Après avoir converti en SED les stades des autres espèces, nous avons pu calculer la moyenne de tous les SED obtenus à une date

donnée sur une prairie (SED moyen). Cette approche nous a permis d'une part d'évaluer le stade de développement de prairies qui ne contenaient pas de dactyle et d'autre part de tenir compte simultanément de plusieurs espèces pour évaluer le stade d'une prairie. Pour chaque prairie observée, un polynôme du 2^e degré a été ajusté sur les SED observés au cours d'une même année ($y = SED_{moyen}$, $x = \text{date d'observation}$). A partir de l'ensemble des polynômes obtenus de 1995 à 2004, nous avons calculé l'évolution moyenne des SED pour chaque niveau thermique.

Résultats et discussion

Stades phénologiques à Changins et à La Frêtaz

Les 89 SED moyens observés de 1995 à 2004 sur une prairie permanente située à Changins (commune de Nyon, 430 m, niveau thermique «Assez chaud») sont illustrés dans la figure 9. On constate qu'il faut en moyenne 45 jours (six à sept semaines) pour passer du stade «montaison» (SED = 2) au stade «pleine floraison» (SED = 6). Le stade «pleine épiaison» (SED = 4) est atteint en moyenne le 5 mai. Pour une date donnée, on observe environ un stade d'écart entre les années les plus précoces (1997, 2000, 2003) et les années les plus tardives (1996, 1999). Ces variations annuelles s'expriment aussi dans la date de réalisation d'un stade donné. Selon les années, cette date s'étale sur une dizaine de jours.

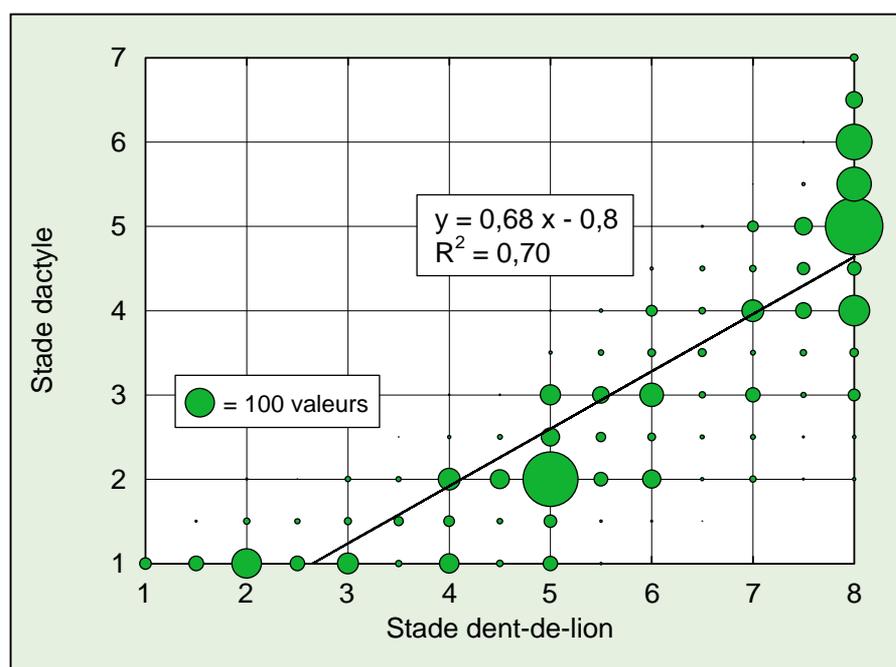


Fig. 8. Stades observés simultanément chez le dactyle et la dent-de-lion au cours de la 1^{re} pousse de 1995 à 2004 sur l'ensemble des prairies permanentes observées (n = 2930).

Différences phénologiques entre niveaux thermiques

Dans la figure 10, les différentes courbes d'évolution moyenne du SED selon le niveau thermique ont une position parfaitement logique: l'évolution phénologique est retardée lorsque l'altitude augmente et que la température baisse (voir tabl.1). L'écart entre deux niveaux thermiques contigus varie de deux à sept jours. Il tend à être plus grand en montagne qu'en plaine.

Entre les niveaux thermiques «Rude» (plus de 1100 m d'altitude) et «Assez chaud et Chaud» (moins de 450 m d'altitude), on note un retard phénologique moyen de 32 jours (4 jours par 100 m d'altitude), ce qui correspond bien aux observations de Caputa et Sustar (1975) ou de Fleury (1983).

Les courbes des différents niveaux thermiques sont à peu près parallèles, ce qui indique que les stades évoluent en moyenne à la même vitesse quelle que soit l'altitude. Cela ne concorde pas avec les observations de Fleury (1983) qui décrit une accélération de l'évolution phénologique lorsque l'altitude augmente.

La pente des courbes indique une augmentation d'un stade tous les onze jours environ, ce qui est comparable à ce qui a été observé à Changins et à La Frêtaz (voir fig. 9). Pratiquement, cela signifie que, pendant la 1^{re} pousse de l'herbe au printemps, la valeur énergétique du fourrage diminue tous les onze jours en moyenne de 0,3 MJ NEL/kg MS (ADCF, 1995).

Variations phénologiques annuelles

Pour évaluer les variations annuelles, nous avons comparé les dates de réalisation du stade «pleine épiaison» (SED = 4) de 1995 à 2004 dans chaque niveau thermique. L'écart entre l'année la plus précoce et l'année la plus tardive varie de huit à seize jours selon le niveau thermique (fig.11). Cet écart augmente avec l'altitude: s'il y a moins d'un stade de différence entre une année précoce et une année tardive au-dessous de 750 m, cet écart peut atteindre un stade et demi au-dessus de 1000 m. Ces variations interannuelles sont proches de celles observées respectivement à Changins et à La Frêtaz (voir ci-dessus), ainsi qu'au Châtelard de 1990 à 1999 et aux Bayards de 1990 à 2001 (données non présentées).

Sur la base de l'ensemble des observations, on peut classer les dix années

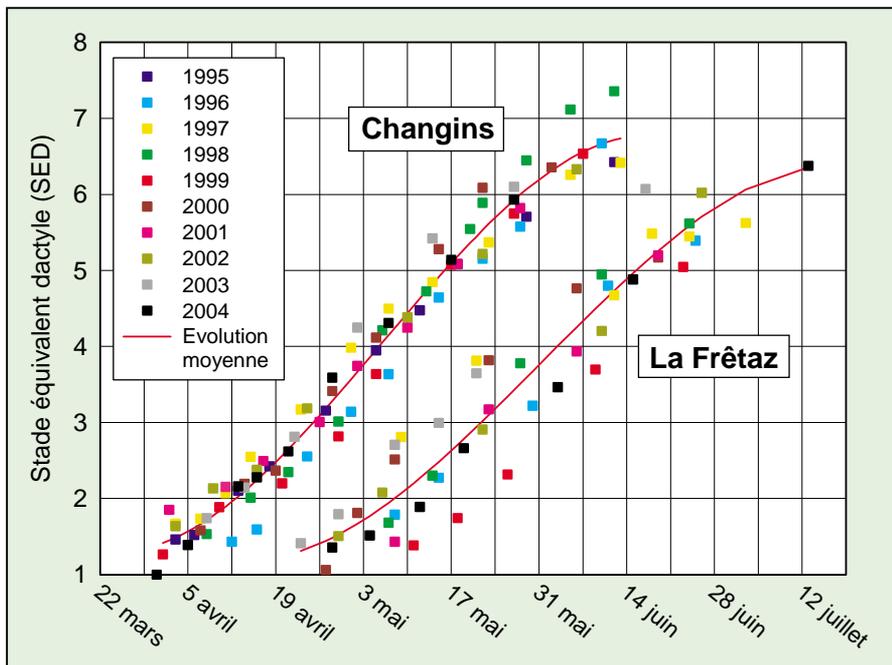


Fig. 9. Stades équivalent dactyle moyens observés de 1995 à 2004 sur une prairie permanente du Bassin lémanique (Changins, 430 m) et sur une autre du Jura (La Frêtaz, 1200 m) pendant la 1^{re} pousse (pour la légende des stades, voir tabl. 2 et 3).

Les 49 SED moyens observés de 1996 à 2004 à La Frêtaz (commune de Bullet, 1200 m, niveau thermique «Rude») montrent un retard phénologique d'environ quatre semaines par rapport à Changins, soit 3,5 jours par 100 m d'élévation en altitude (fig. 9). C'est un peu moins que ce qu'ont observé Caputa et Sustar (1975) ou Fleury (1983). Le stade «pleine épiaison» (SED = 4) est atteint en moyenne le 3 juin à La Frêtaz. La variation des observations

d'une année à l'autre est plus grande qu'à Changins. La date de réalisation d'un stade donné s'étale ici sur deux à trois semaines selon l'année, ce qui correspond aux variations interannuelles observées par Fleury (1983) sur des prairies montagnardes du Belfortain en Savoie. A La Frêtaz, les années précoces (1997, 2000 et 2003) et les années tardives (1996, 1999 et 2004) sont à peu près les mêmes qu'à Changins.

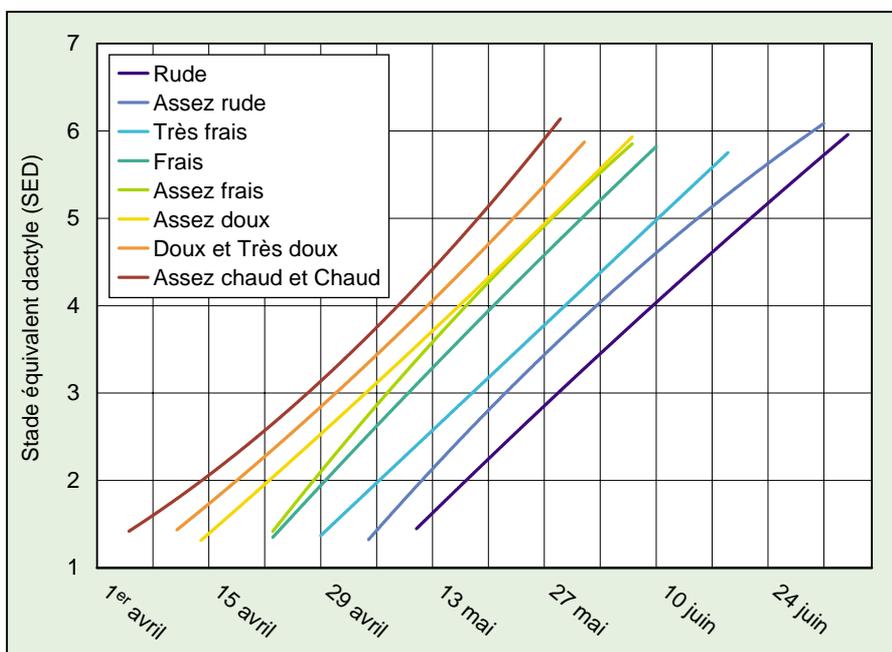


Fig. 10. Evolution moyenne du stade équivalent dactyle des prairies permanentes dans les différents niveaux thermiques (moyennes 1995-2004; pour la légende des niveaux thermiques, voir tabl.1; pour la légende des stades, voir tabl. 2 et 3).

selon leur précocité phénologique de la façon suivante:

- années précoces: 1997, 2000 et 2003
- années moyennes: 1998, 2001 et 2002
- années tardives: 1995, 1996, 1999 et 2004.

Ce classement général correspond à peu près à celui qui a été observé à Changins et à La Frêtaz.

Phénologie et températures mensuelles

Pour caractériser les conditions de température pendant la 1^{re} pousse, nous avons utilisé les températures journalières moyennes enregistrées à Changins (430 m) et à La Frêtaz (1200 m). La figure 12 montre que, pendant les mois de mars à mai, l'écart entre la moyenne mensuelle annuelle et la moyenne mensuelle des dix ans (1995-2004) est toujours très proche dans les deux endroits. A Changins comme à La Frêtaz, les années 1995, 1996 et 2004 ont été relativement froides. On retrouve là trois des quatre années considérées comme tardives d'un point de vue phénologique. Les années 1997, 2001 et 2003 ont été les plus chaudes de mars à mai. Deux de ces années ont été jugées précoces. Ainsi, certaines années, l'évolution phénologique des prairies s'explique bien par les températures pendant les mois de mars à mai. Pour d'autres (1999, 2000, 2001), la phénologie des prairies n'a pas été celle que l'on aurait pu attendre sur la base des mesures de température.

Phénologie et somme des températures

Selon Niqueux et Arnaud (1981), la somme des températures moyennes journalières depuis le début de végétation jusqu'à la réalisation d'un stade phénologique est sensiblement constante quelles que soient les conditions climatiques. Afin de vérifier cette affirmation, nous avons calculé de 1995 à 2004 la somme des températures jusqu'au stade «pleine épiaison» (SED = 4) à partir des températures journalières enregistrées à Changins et à La Frêtaz. La date du SED = 4 a été déduite des observations phénologiques effectuées sur la prairie située à proximité immédiate de la station météorologique (voir fig. 9). Les sommes ont été calculées pour différents seuils (0 °C, 5 °C) et différentes dates initiales fixes (1^{er} janvier, 1^{er} février, 1^{er} mars), nos observations ne nous permettant pas de définir précisément la date du début de végétation.

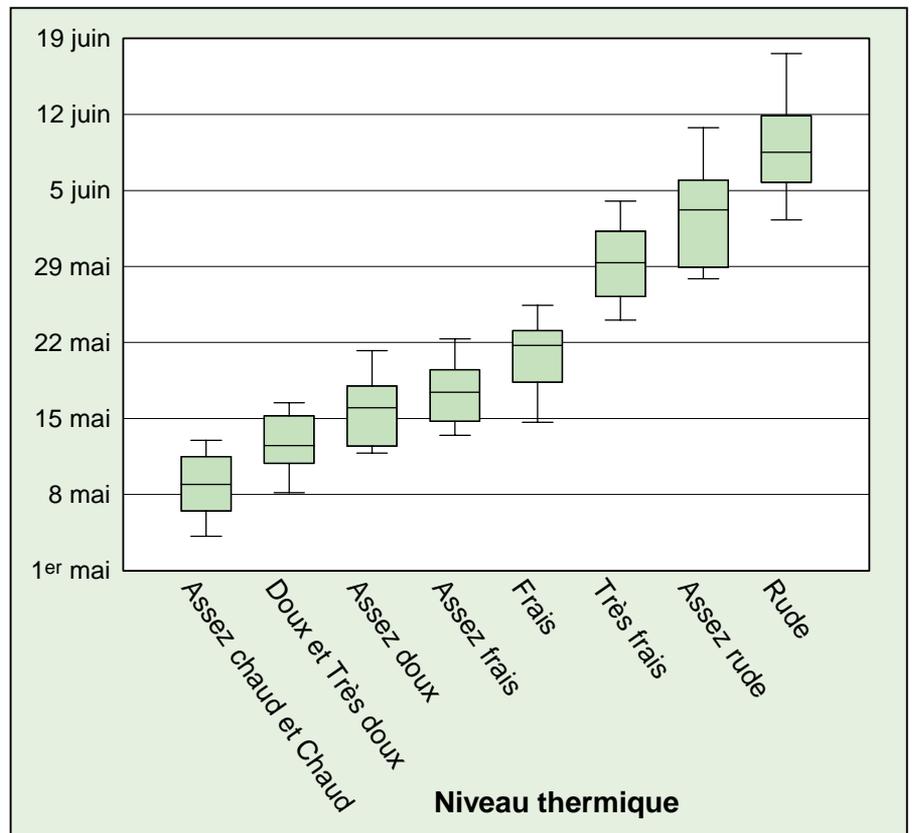


Fig. 11. Variation de la date de réalisation du stade équivalent dactyle «pleine épiaison» (SED = 4) dans les différents niveaux thermiques pour les années 1995 à 2004 (valeurs extrêmes, quartiles inférieur et supérieur, médiane).

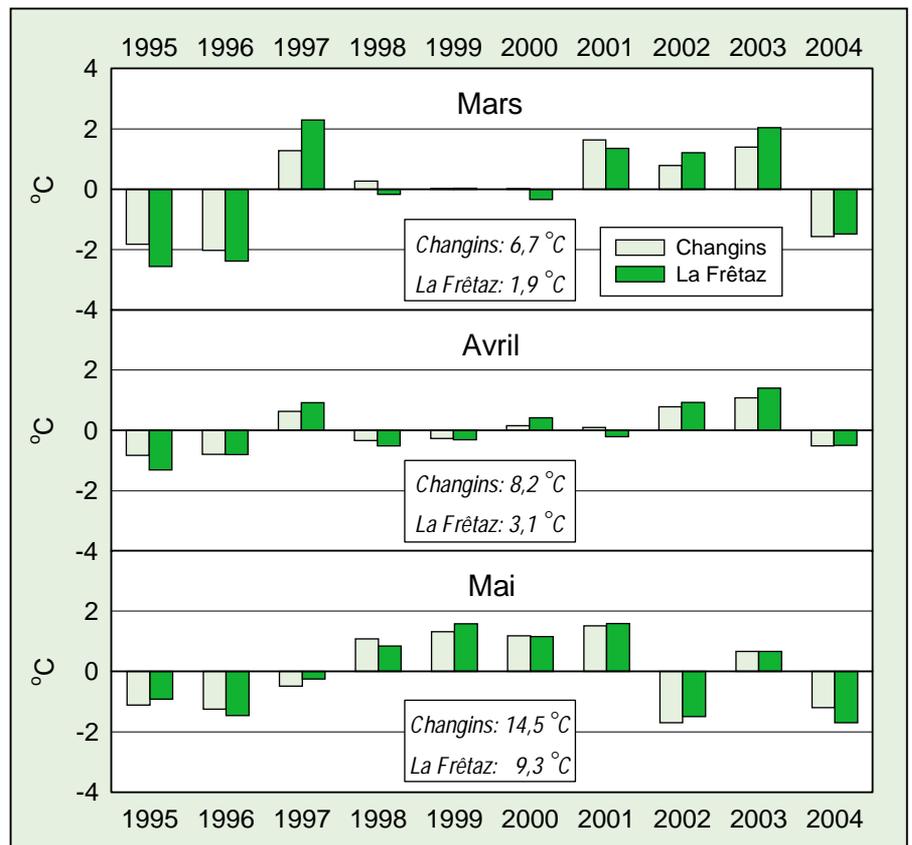


Fig. 12. Ecart de température de 1995 à 2004 entre la moyenne mensuelle annuelle et la moyenne mensuelle des dix ans (donnée en encadré) à Changins (430 m) et à La Frêtaz (1200 m) pendant les mois de mars à mai.

Tableau 4. Somme des températures au-dessus de 0 °C depuis le 1^{er} mars jusqu'au stade pleine épiaison du dactyle (SED = 4) à Changins (430 m) et à La Frêtaz (1200 m).

Année	Evolution phénologique	Somme des températures (degrés-jours)	
		Changins	La Frêtaz
1995	tardive	515	–
1996	tardive	550	516
1997	précoce	567	487
1998	moyenne	551	539
1999	tardive	624	613
2000	précoce	541	504
2001	moyenne	585	559
2002	moyenne	571	582
2003	précoce	573	540
2004	tardive	511	535
	Moyenne	559	542
	Minimum	511	487
	Maximum	624	613

Le tableau 4 donne les sommes de températures obtenues pour le seuil 0 °C et le 1^{er} mars comme date de départ. Il a fallu en moyenne la même somme de températures à Changins et à La Frêtaz pour atteindre le stade «pleine épiaison» du dactyle, soit 550 degrés-jours. Cette valeur est très proche de celle qu'observe Fleury (1983) sur des prairies du Beaufortain.

On constate toutefois une assez grande variation des valeurs annuelles (écart de plus de 100 degrés-jours entre les valeurs minimales et maximales). Ces variations de la somme des températures ne diminuent pas si l'on change le seuil de température ou la date de départ. La prise en compte de l'ensemble des prairies du niveau thermique correspondant pour déterminer la date du stade «pleine épiaison» n'améliore pas non plus la situation. Une observation précise de la date du début de végétation nous aurait peut-être permis d'obtenir des sommes de températures annuelles plus constantes. Dans tous les cas, le calcul de la somme des températures tel que nous l'avons réalisé ne permet pas d'estimer avec précision la date à laquelle le stade «pleine épiaison» est atteint.

Remerciements

Nos vifs remerciements s'adressent aux très nombreuses personnes qui ont effectué des observations phénologiques, en particulier à René Vogel qui continue d'observer avec enthousiasme un

Conclusions

- ❑ Diverses espèces de précocité différente peuvent compléter avantageusement le dactyle pour caractériser l'évolution phénologique des prairies permanentes.
- ❑ Dans les prairies permanentes, le stade équivalent dactyle «pleine épiaison» est atteint en moyenne le 9 mai en plaine (niveau thermique «Assez chaud» et «Chaud»); ce stade est retardé en moyenne de quatre jours par 100 m d'élévation en altitude.
- ❑ L'évolution phénologique des prairies se déroule en moyenne à la même vitesse dans tous les niveaux thermiques; il faut en moyenne 30 à 35 jours pour passer du stade «début épiaison» du dactyle au stade «pleine floraison».
- ❑ A une même date, la différence de stade entre une année précoce et une année tardive n'est pas très marquée; cet écart est inférieur à un stade au-dessous de 750 m d'altitude et atteint un stade et demi à plus de 1000 m.
- ❑ Les variations phénologiques interannuelles s'expliquent en partie par des différences de température pendant les mois de mars à mai.
- ❑ Le stade «pleine épiaison» du dactyle est atteint en moyenne après 550 degrés-jours en plaine comme en montagne (seuil 0 °C, 1^{er} mars comme date initiale); cette valeur varie toutefois considérablement d'une année à l'autre.
- ❑ Pour l'instant, l'évolution phénologique des prairies permanentes ne peut pas être déduite d'une façon simple et précise à partir de mesures de la température.

Riassunto

10 anni di osservazioni sulla fenologia dei prati permanenti in Svizzera romanda

Il valore nutritivo del foraggio è determinato in buona parte dallo stadio di sviluppo del prato al momento della sua utilizzazione. La fenologia primaverile dei prati permanenti della Svizzera romanda è stata seguita dal 1995 al 2004, allo scopo di fornire alla pratica degli stadi di riferimento. Questo articolo presenta i metodi utilizzati per descrivere l'evoluzione fenologica dei prati, fornisce una sintesi di tutte le osservazioni realizzate ed analizza l'effetto della temperatura. Lo stadio equivalente dactylis (SED), che prende in considerazione più specie di precocità diverse, è stato utilizzato per caratterizzare lo stadio di sviluppo di un prato. Il SED «piena spigatura» è raggiunto mediamente il 9 maggio in pianura. Questo stadio è ritardato in media di 4 giorni per 100 m di dislivello. Ad una stessa data, la differenza di stadio tra un anno precoce ed un anno tardivo è inferiore ad uno stadio al di sotto dei 750 m d'altitudine e raggiunge uno stadio e mezzo a più di 1000 m. Le variazioni interannuali degli stadi si spiegano in parte per delle differenze di temperatura durante i mesi da marzo a maggio, ma non è attualmente possibile di dedurre in maniera semplice e precisa l'evoluzione fenologica dei prati permanenti a partire da misure di temperatura.

grand nombre de prairies bien qu'il soit à la retraite depuis plusieurs années, ainsi qu'aux stagiaires qui ont collaboré aux mises en valeur annuelles.

Bibliographie

- ADCF, 1995. Estimation du fourrage des prairies. Valeur nutritive et production de lait. Fiche technique 3, 2^e édition. ADCF, Nyon, 6 p.
- Caputa J. & Sustar F., 1975. Beobachtungen über Wachstumsstadien der Wiesenpflanzen auf verschiedenen Höhen über Meer. *Recherche agronomique en Suisse* 14 (1), 15-33.
- Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F. X. & Lehmann J., 2002. Valeur nutritive des plantes des prairies. 6. Valeurs azotées et énergétiques. *Revue suisse Agric.* 34 (2), 73-78.
- Fleury P., 1983. La phénologie des espèces des prairies montagnardes du Beaufortain (Savoie) utilisée comme indicatrice microclimatique et agronomique. 108^e Congrès national des Sociétés savantes, Grenoble, sciences, fasc. II, 47-59.
- Niqueux M. & Arnaud R., 1981. Peut-on prévoir la date d'épiaison des variétés de graminées? *Fourrages* 88, 39-56.
- Schreiber K.-F., 1977. Niveaux thermiques de la Suisse sur la base de relevés phénologiques effectués dans les années 1969-1973. Edité par le Département fédéral de justice et police, le délégué à l'Aménagement du territoire, 68 p. + 5 cartes au 1:200 000.
- Schubiger F. X., Lehmann J., Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B. & Scehovic J., 2001. Valeur nutritive des plantes des prairies. 5. Digestibilité de la matière organique. *Revue suisse Agric.* 33 (6), 275-279.
- SRVA, 2004. Mémento agricole, agenda 2005. Service romand de vulgarisation agricole et groupe intercantonal, Lausanne, 270-272.
- Theau J. P., Cruz P., Ansquer P., Thénard V., Coléno F. & Duru M., 2004. Improving the management of native pastures: a phenology-based tool. *Grassland Science in Europe* 9, 796-798.

Summary

Ten years of observations on the phenology of permanent meadows in the western part of Switzerland

The phenological development of a meadow at the cutting time determines to a great extent the nutritive value of the forage. To provide farmers with reference stages, the phenology in spring of permanent meadows located in the western part of Switzerland has been observed from 1995 to 2004. This paper presents the methods used to describe the phenological development of meadows, gives a synthesis of all performed observations and analyses the effect of temperature. The «stage equivalent cocksfoot» (SEC), which takes many plant species of different earliness into account, was used to describe the phenological development of a meadow. In the lowlands, the SEC «full heading» is reached on average May the 9th and this stage is delayed by 4 days on average when the altitude increases by 100 m. At the same date, there is a difference of less than one stage between an early year and a late year below 750 m. Above 1000 m, this difference can reach one and a half stage. The variations between the years can be partly explained by temperature differences from March to May, but it is not yet possible to infer in a simple and precise manner the phenological development of permanent meadows from temperature measurements.

Key words: permanent meadows, phenological development, annual variation, altitude, temperature.

Zusammenfassung

Zehn Jahre Beobachtungen der Phänologie von Naturwiesen in der Westschweiz

Das Entwicklungsstadium einer Wiese im Zeitpunkt ihrer Nutzung bestimmt weitgehend den Nährwert des Futters. Um der Praxis Referenzstadien zu liefern, wurde im Frühling während den Jahren 1995 bis 2004 die Phänologie von Naturwiesen in der Westschweiz erhoben. Dieser Beitrag stellt die verwendeten Methoden dar, die zur Bestimmung der Phänologie verwendet wurden, gibt eine Synthese aller durchgeführten Beobachtungen und analysiert den Einfluss der Temperatur. Das Knaulgras Äquivalent Stadium (KAS), das mehrere Pflanzenarten verschiedener Frühreife in Betracht zieht, wurde verwendet, um das Entwicklungsstadium einer Wiese zu charakterisieren. In Tieflagen wurde das KAS «volles Rispenschieben» im Durchschnitt am 9. Mai erreicht. Dieses Stadium verzögert sich im Durchschnitt um 4 Tage pro 100 m Höhenzunahme. Am selben Datum beträgt der Unterschied zwischen einem frühen und einem späten Jahr kaum ein Stadium unterhalb der Meereshöhe von 750 m und erreicht anderthalb Stadien oberhalb 1000 m. Die Schwankungen zwischen den Jahren erklären sich teilweise durch Temperaturunterschiede in den Monaten März bis Mai. Wir sind aber nicht in der Lage auf eine einfache und genaue Art die Entwicklung der Phänologie der Naturwiesen anhand von Temperaturmessungen abzuleiten.

www.amtra.ch

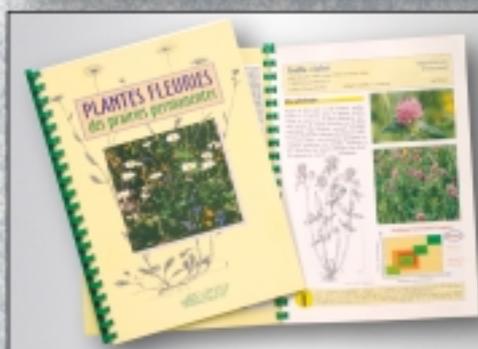


Les «Mauvaises Herbes» des Prairies Die Wiesenkräuter

CHF 10.-

Ouvrage bilingue, décrivant les caractères botaniques et la valeur fourragère de 93 plantes de prairies.

COMMANDE: Agroscope RAC Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch



Nos collections

CHF 18.-

Plantes fleuries des prairies permanentes

COMMANDE: Agroscope RAC Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch

PRIX EN EUROS (€) = PRIX CHF x 0,66