

Phénologie de 6 graminées prairiales au cours du 1^{er} cycle de végétation selon un gradient d'altitude

D. Andueza¹, F. Picard¹, N. Rossignol¹, J.M. Ballet¹, M.C. Pizaine¹, L. Lanore¹, P. Note², R. Baumont¹, P. Carrère³



¹INRA, UMR Herbivores, 63122 Saint Genès Champanelle

²INRA, UE Monts d'Auvergne, 63 Laqueuille

³INRA, UMR Ecosystème prairial, 63000 Clermont-Ferrand



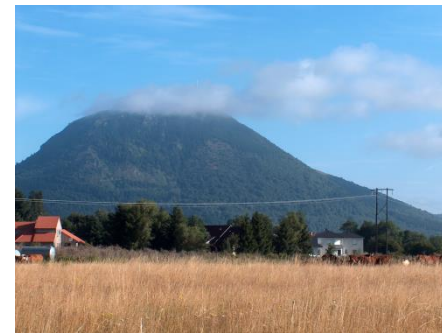
Plan



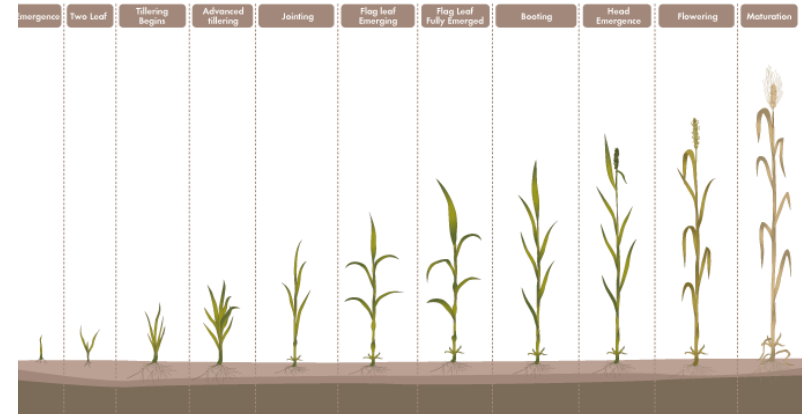
- Contexte (présentation des méthodes de détermination du stade phénologique)
- Matériels et méthodes
- Résultats
- Conclusion

CONTEXTE

- Rendement et qualité
- Décisions pratiques



Stade phénologique



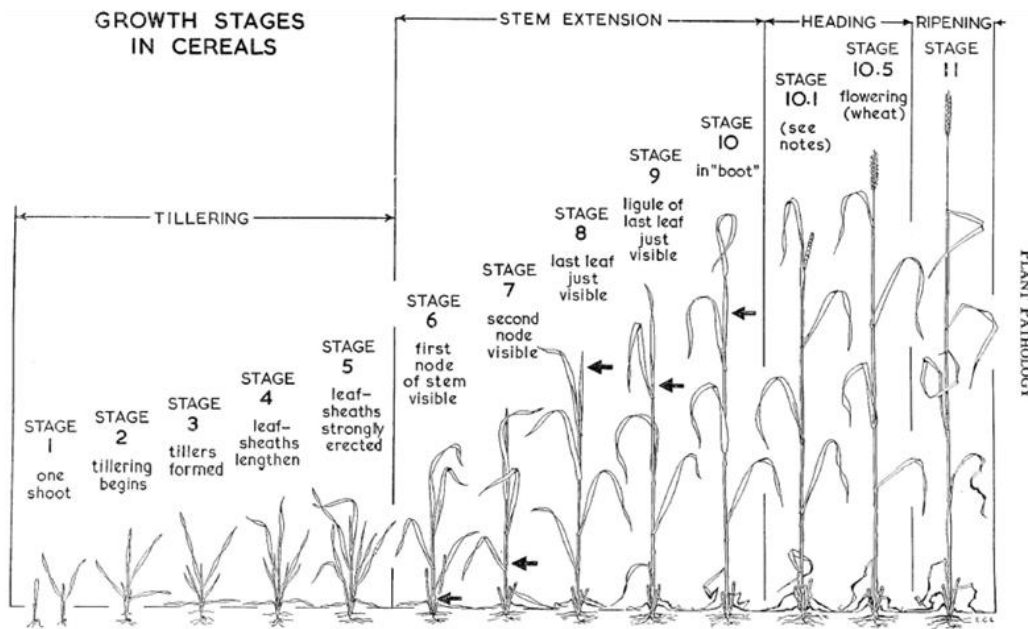
CONTEXTE

Stade phénologique

Besoin: Système de détermination du stade phénologique sur large spectre de plantes

Systèmes :

a- Descriptifs



Large et al 1954

Table 2. BBCH scale for describing the phenological growth stages of weed species

0		Germination/sprouting
00		Dry seed
	V*	Perennating or reproductive organs during the resting period (tuber, rhizome, bulb, stolon)
	P*	Winter dormancy or resting period
01		Beginning of seed imbibition
	P, V	Beginning of bud swelling
03		Seed imbibition complete
	P, V	End of bud swelling
05		Radicle (root) emerged from seed
	V	Perennating or reproductive organs forming roots
06		Elongation of radicle, formation of root hairs and/or lateral roots
	G*	Coleoptile emerged from caryopsis
	D*, M*	Hypocotyl with cotyledons or shoot breaking through seed coat
	P, V	Beginning of sprouting or bud breaking
08		Hypocotyl with cotyledons or shoot growing towards soil surface
	D, M	Shoot growing towards soil surface
	P, V	Emergence: coleoptile breaks through soil surface
09		Emergence: cotyledons break through soil surface (except hypogeal germination)
	G	Emergence: shoot/leaf breaks through soil surface
	D, M	Buds show green tips
	V	
	P	
1		Leaf development (main shoot)
10		First true leaf emerged from coleoptile
	G, M	Cotyledons completely unfolded
	D	First leaves spread/separated
	P	First true leaf or whorl unfolded
11		First leaves unfolded
	P	Two true leaves or whorls unfolded
12		Three true leaves or whorls unfolded; stages continuous until ...
13		Nine or more leaves or whorls unfolded
19		
2		Formation of side shoots/tillering
21		First side shoot visible
	G	First tiller visible
22		Two side shoots visible
	G	Two tillers visible
23		Three side shoots visible
	G	Three tillers visible; stages continuous until ...
29		Nine or more side shoots visible
	G	Nine or more tillers visible
3		Stem elongation/shoot development (main shoot)

Hess et al 1997

CONTEXTE

Systèmes :
b- Numériques

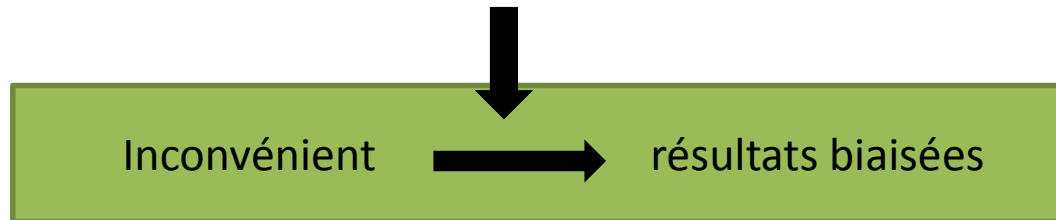
1-digit code	Description
0	Germination
1	Seedling growth
2	Tillering
3	Stem elongation
4	Booting
5	Inflorescence emergence
6	Anthesis
7	Milk development
8	Dough development
9	Ripening
T	Transplanting and recovery (rice only)

2-digit code	General description	Feekes' scale	Additional remarks on wheat, barley, rye, and oats
	<i>Germination</i>		
00	Dry seed		
01	Start of imbibition		
02	—		
03	Imbibition complete		
04	—		
05	Radicle emerged from caryopsis		
06	—		
07	Coleoptile emerged from caryopsis		
08	—		
09	Leaf just at coleoptile tip		
	<i>Seedling growth</i>		
10	First leaf through coleoptile	} 1	} Second leaf visible (< 1 cm)
11	First leaf unfolded*		
12	2 leaves unfolded		
13	3 leaves unfolded		
14	4 leaves unfolded		
15	5 leaves unfolded		
16	6 leaves unfolded		
17	7 leaves unfolded	} 50% of laminae unfolded	
18	8 leaves unfolded		
19	9 or more leaves unfolded		
	<i>Tillering</i>		
20	Main shoot only	} 2	}
21	Main shoot and 1 tiller		
22	Main shoot and 2 tillers		

Zadocks et al 1974

Intraspécifique: Haun et al 1973

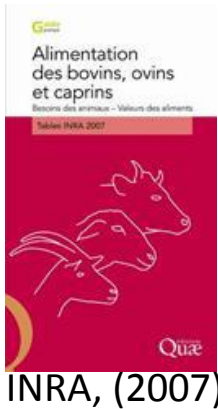
Interspécifique : Simon et Park, 1983



CONTEXTE

Stade phénologique

Systeme des tables INRA de la valeur alimentaire des fourrages



Code INRA	FOURRAGE VERT	Énergie		Azote						Code INRA	Encombrement			Constituants organiques					Minéraux		Énergie	
		% MS	UF/kg		g/kg			% PDIE			UE/ka			g/kg / %					g/kg		kcal/ka / %	
			UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	LysDI	MetDI		UEM	UEL	UEB	MO dMO	MAT dMA	CB dCB	NDF dNDF	ADF dADF	P Pabs	Ca Caabs	EB dE	EM
PRAIRIE PERMANENTE, DEMI-MONTAGNE (AUVERGNE)																						
<i>1er cycle</i>																						
FV0150	10/05, déprimage	14.0	1.04	1.01	48	139	108	6.89	1.99	FV0150	0.83	0.92	0.87	892	210	180	467	228	3.0	5.1	4396	2854
			0.15	0.14	7	19	15							81	79	82	81	81	2.1	1.8	77	
FV0160	25/05, pâturage	16.7	0.99	0.96	42	110	101	6.96	2.00	FV0160	0.91	0.96	0.93	905	166	224	485	247	2.7	5.1	4379	2771
			0.17	0.16	7	18	17							79	73	78	79	78	1.9	1.8	76	
FV0170	10/06, début épiaison	16.2	0.89	0.83	39	99	95	7.16	1.90	FV0170	1.12	1.05	1.09	917	149	262	530	287	2.4	4.8	4403	2534
			0.14	0.13	6	16	15							73	68	73	71	70	1.7	1.7	70	
FV0180	25/06, épiaison	20.4	0.79	0.71	32	74	83	7.21	1.92	FV0180	1.20	1.08	1.14	928	111	304	583	331	1.8	4.5	4387	2277
			0.16	0.14	6	15	17							66	63	65	63	62	1.2	1.6	63	
FV0190	10/07, floraison	21.7	0.67	0.58	27	61	73	7.23	1.93	FV0190	1.39	1.14	1.27	917	92	323	595	344	1.5	3.5	4304	1979
			0.15	0.13	6	13	16							59	58	55	54	52	1.0	1.2	56	

Par kg de matière sèche / par kg de produit brut.

Par kg de matière sèche / digestibilité en %.

Grille pour les graminées (sur 1 m)

- Stade « épi 10cm »
- Stade « début épiaison » (5 à 10 % épis)
- Stade épiaison (50 % épis)
- Stade « pleine épiaison » (90 % épis)
- Stade floraison (50 % ont leurs étamines sorties)



CONTEXTE

Stade phénologique

Méthode de Moore et al (1991) adapté de Kalu et Fick (1981)

Stage	Index	Description
Germination		
G0	0.0	Dry seed
G1	0.1	Imbibition
G2	0.3	Radicle emergence
G3	0.5	Coleoptile emergence
G4	0.7	Mesocotyl and/or coleoptile elongation
G5	0.9	Coleoptile emergence from soil
Vegetative-Leaf development		
VE or V0	1.0	Emergence of first leaf
V1	$(1/N)+0.9\uparrow$	First leaf collared
V2	$(2/N)+0.9$	Second leaf collared
Vn	$(n/N)+0.9$	Nth leaf collared
Elongation-Stem elongation		
E0	2.0	Onset of stem elongation
E1	$(1/N)+1.9$	First node palpable/visible
E2	$(2/N)+1.9$	Second node palpable/visible
En	$(n/N)+1.9$	Nth node palpable/visible
Reproductive-Floral development		
R0	3.0	Boot stage
R1	3.1	Inflorescence emergence/1st spikelet visible
R2	3.3	Spikelets fully emerged/peduncle not emerged
R3	3.5	Inflorescence emerged/peduncle fully elongated
R4	3.7	Anther emergence/anthesis
R5	3.9	Post-anthesis/fertilization
Seed development and ripening		
S0	4.0	Caryopsis visible
S1	4.1	Milk
S2	4.3	Soft dough
S3	4.5	Hard dough
S4	4.7	Endosperm hard/physiological maturity
S5	4.9	Endosperm dry/seed ripe

Sur 40 talles

$$MSC = \sum_{i=0}^{4,9} \frac{S_i \times N_i}{C}$$

S_i = stade de développement , du 0 à 4,9

N_i = Nombre de talles au stade S_i

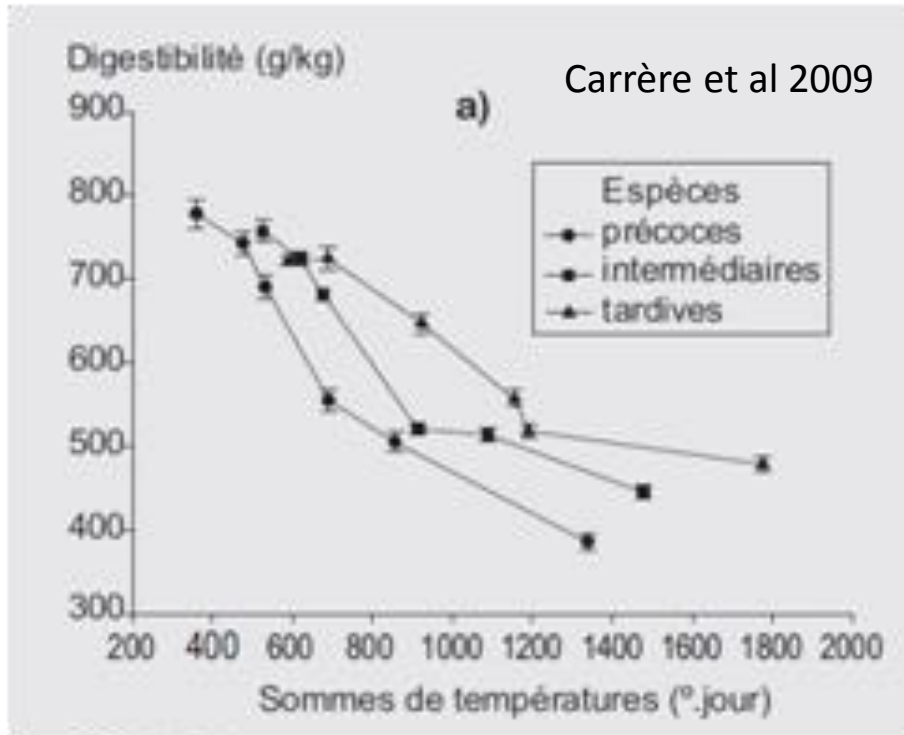
C = Nombre total de talles

$$S_{MSC} = \sqrt{\sum_{i=0}^{4,9} \frac{(S_i - MSC)^2 \times N_i}{C}}$$

CONTEXTE

Somme de températures

Influence de la température sur la croissance



Stade phénologique f(somme de températures)

Valeur nutritive f(somme de températures)

Relations entre la phénologie (Moore et al 1991) et la somme de températures non établies



OBJECTIF



Etudier la stabilité de la relation entre la somme de températures et la phénologie pour 6 espèces prairiales implantées à différentes altitudes

Matériels et méthodes I

Dispositif expérimental

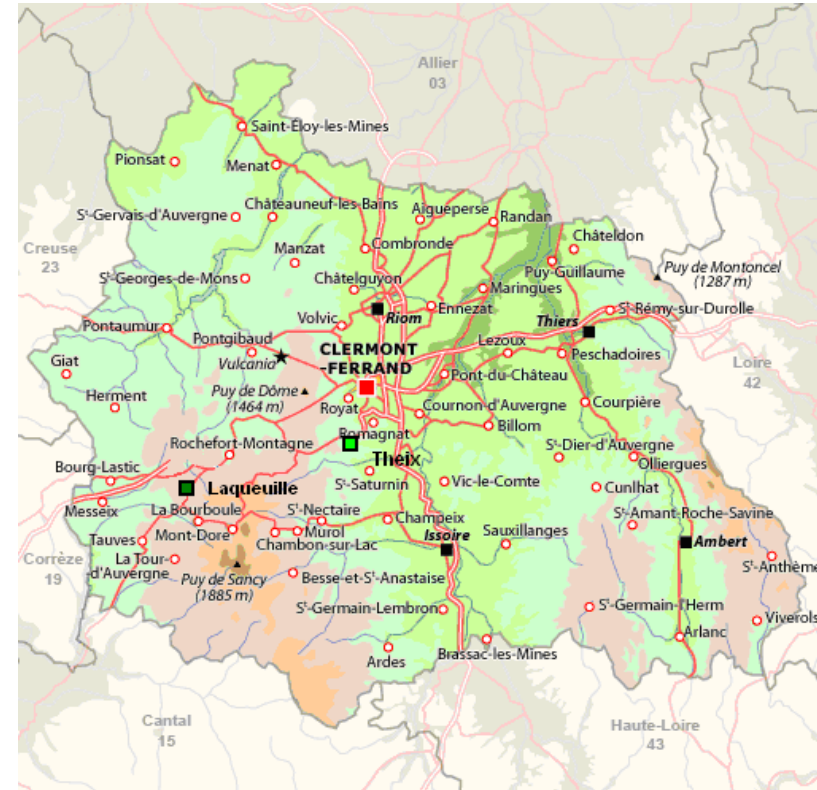
Collection d'espèces fourragères

Clermont-Ferrand (350 mètres)

Saint-Genès Champanelle (850 mètres)

Laqueuille (1150 mètres)

Blocs au hasard avec 3 répétitions



Matériels et méthodes II

Espèces étudiées :



Ray-grass
anglais, cv
Milca (A)



Vulpin des
prés, cv
Levoscska (C)



Dactyle, cv
Starly (B)



Fétuque
ovine, cv
Spartan (D)

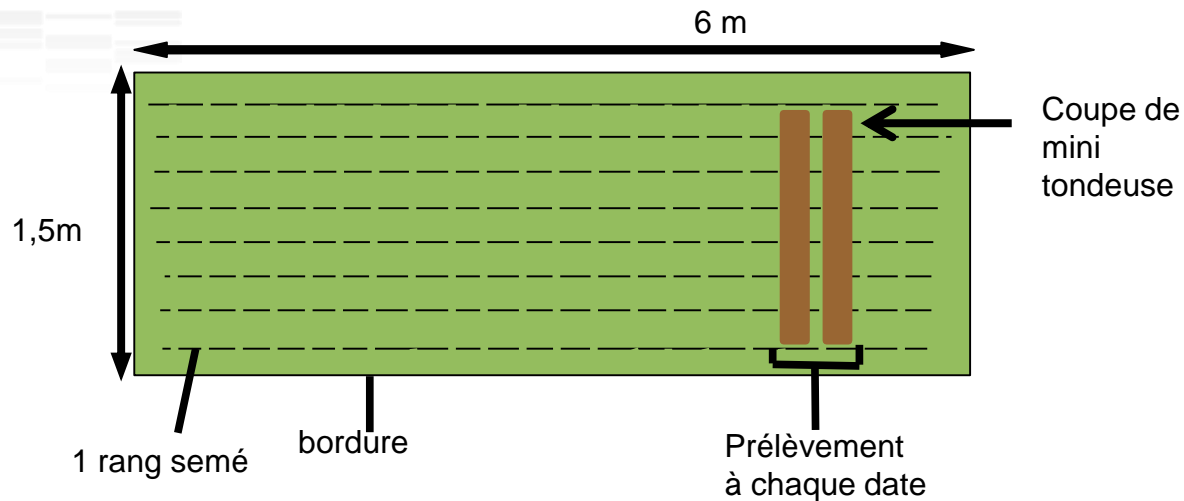


Fétuque
rouge, cv
Swing (C)



Fléole des
prés, cv
Rasant (C)

Matériels et méthodes III



- Dispositifs semés au printemps 2008. Celui de Clermont ressemé à l'automne.
- Suivi des parcelles en 2009 et 2010.
- Fertilisation : 120 unités d'azote à 150°J.
- Prélèvements à des sommes des températures (méthode des cumuls des moyennes journalières (400 à 1400°J tous les 100°J à partir du 1^{er} février)).

Matériels et méthodes IV

Détermination du stade phénologique sur 40 talles

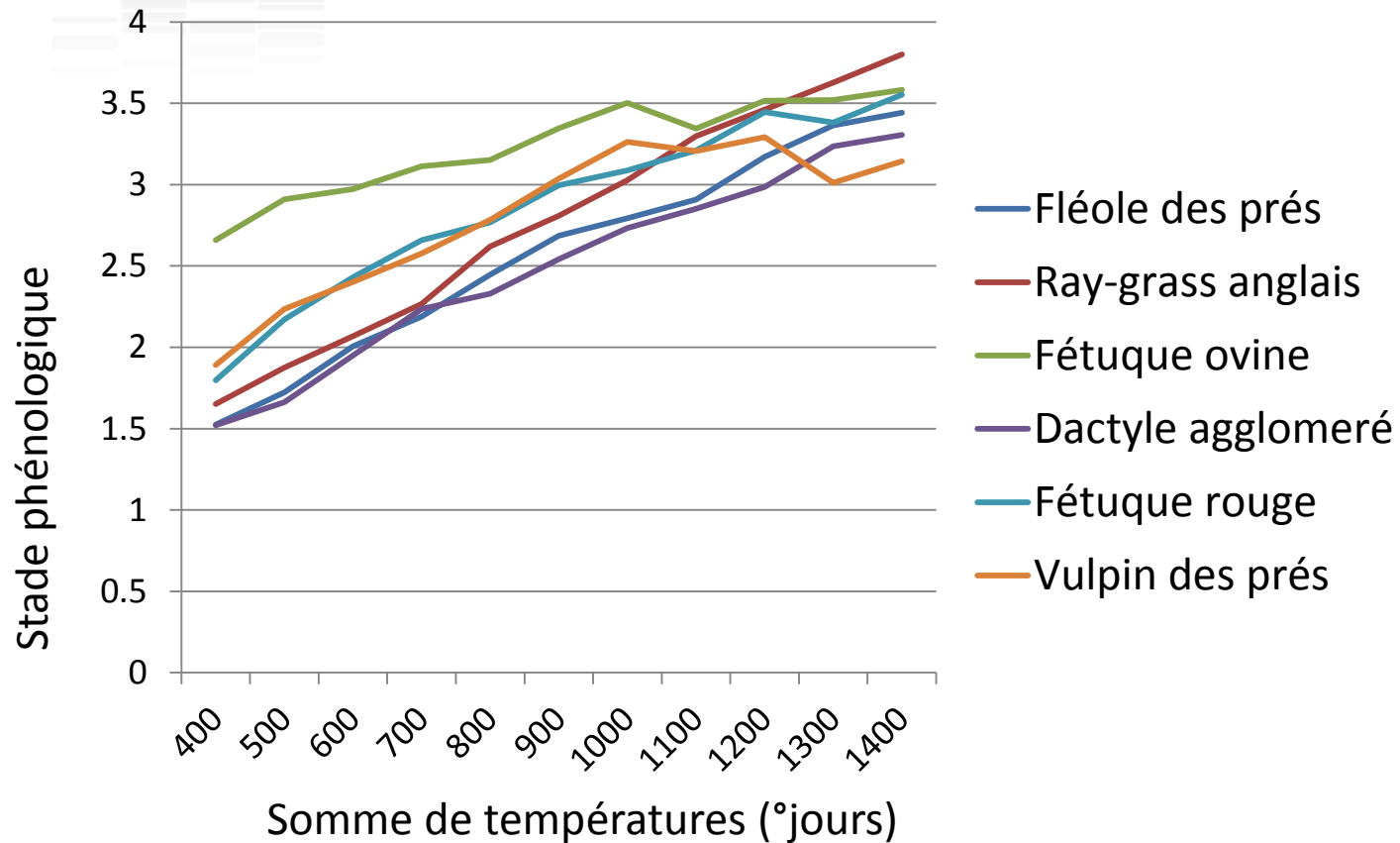


Tableau 1 : Détermination des stades selon une adaptation de la méthode de K.J. Moore et al. (1991)

STADE	COEFFICIENT	DESCRIPTION
Végétatif	1.5	
Début de montaison	2	Un nœud visible ou palpable
Montaison	2.5	Plusieurs nœuds
Fin de montaison	3	Feuille drapeau complètement développée
Début épiaison	3.1	Epi partiellement sorti
Epiaison	3.3	Epi totalement sorti, pédoncule non développé
Fin épiaison	3.5	Epi totalement sorti, pédoncule développé
Floraison	3.8	
Grain visible	4	
Grain laiteux	4.1	
Grain pâteux	4.4	
Grain mûre	4.7	
Grain mûr	4.9	Dissémination des graines

$SMP = \frac{\sum(\text{stade} * \text{poids MS des talles en stade S})}{\text{poids total des talles en MS}}$

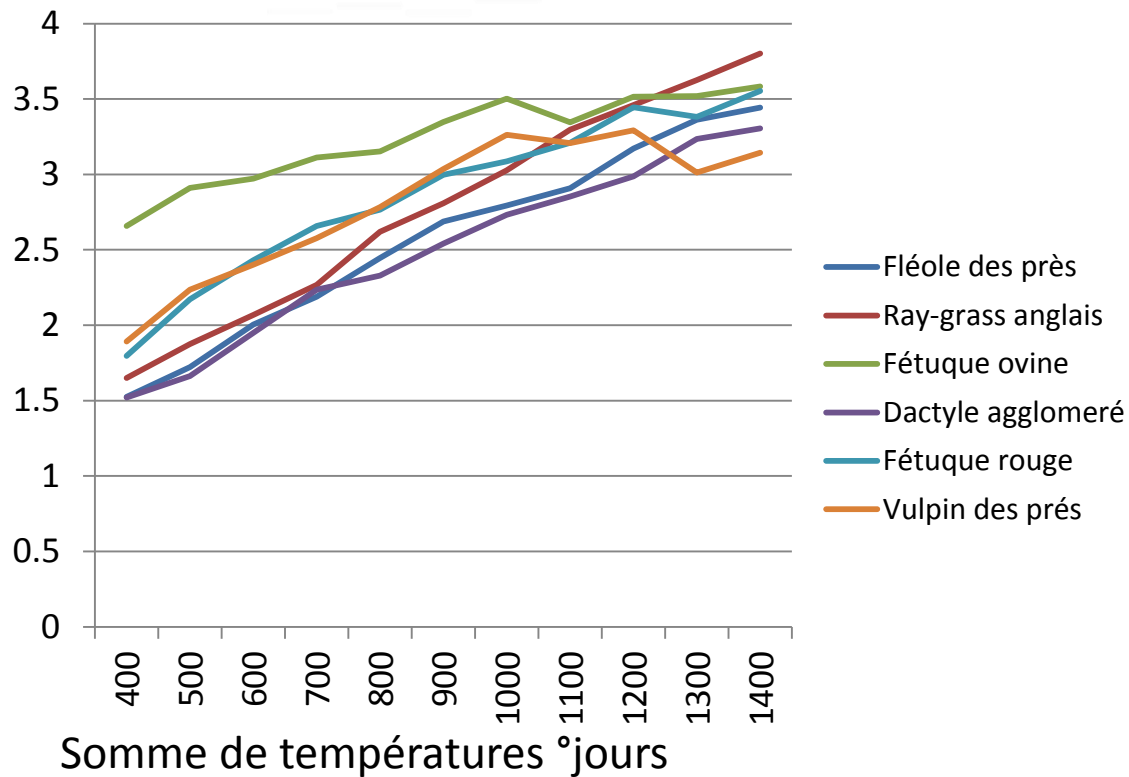
Résultats I



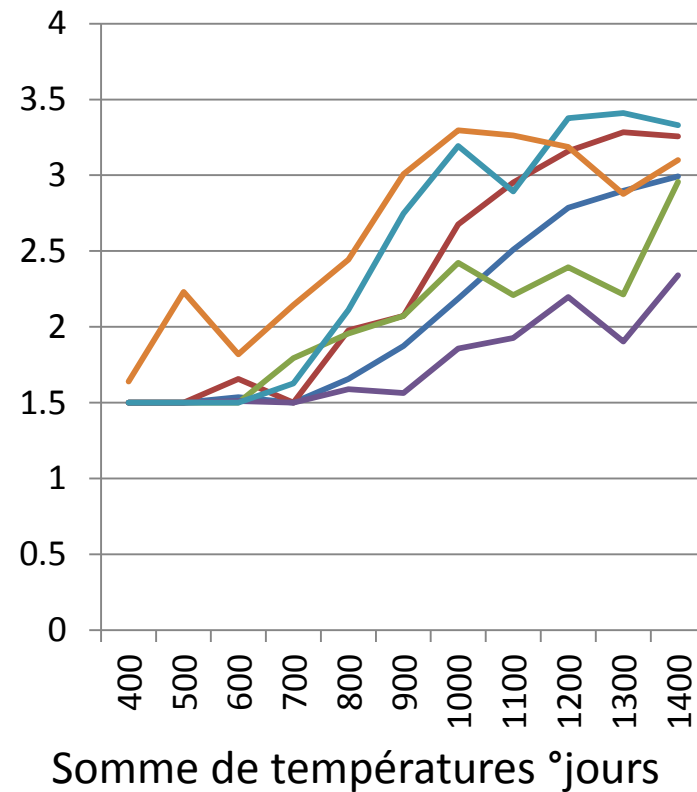
Phénologie des 6 graminées. Données de Theix et Laqueuille en 2009 et 2010 et de Clermont-Ferrand de 2010

Résultats II

Stade phénologique



Stade phénologique



Phénologie des 6 graminées. Données de Theix et Laqueuille en 2009 et 2010 et de Clermont-Ferrand de 2010

Phénologie de 6 graminées à Clermont-Ferrand en 2009

Conclusion

- ❖ La somme de températures n'est pas un indicateur universel pour la détermination du stade phénologique.
- ❖ La date de semence a une influence importante sur le développement et leur phénologie la première année.
- ❖ L'évolution de la phénologie diffère selon les espèces.



Merci pour votre attention