

## PHÉNOLOGIE DE QUELQUES ESPÈCES DES PELOUSES SUBALPINES ET ALPINES DU BRIANÇONNAIS

### INTRODUCTION

**L**ES TRAVAUX PRÉSENTÉS S'INSÈRENT DANS UN ENSEMBLE DE RECHERCHES CONDUITES DANS LE BRIANÇONNAIS DE 1972 à 1979 VISANT À OBTENIR UNE CONNAISSANCE plus précise des formations herbacées d'altitude et notamment des pelouses alpines et subalpines pâturées par des ovins ou par des bovins.

Dans l'écosystème pastoral, tel qu'il est analysé par l'INERM\*, l'élément végétation est caractérisé durant une saison d'estive par un certain nombre de paramètres et de variables d'état (DUBOST M., 1981). Les premiers décrivent la nature, la localisation et la productivité théorique des écofaciès constituant ces pelouses (BERNARD-BRUNET J., DUBOST M., JOUGLET J.P., 1981). Ces caractères sont considérés comme invariants au pas de temps d'une saison d'estive (leur évolution ou dynamique ne peut être saisie qu'à un niveau pluri-annuel, voire décennal). Au contraire, les variables d'état retenues concernent des phénomènes qui permettent de donner une image dynamique et spatialisée de la végétation sous plusieurs

*par J.P. Jouglet,  
J. Bernard-Brunet  
et M. Dubost*

---

\* Institut National d'Études Rurales Montagnardes - CEMAGREF - Groupement de GRENOBLE.

aspects pendant la durée d'une estive ; trois variables essentielles ont été retenues :

- la superficie enneigée de l'alpage et/ou sa variation durant chaque pas de temps, avec l'objectif de donner une représentation cartographique de la dynamique du déneigement pour illustrer notamment certaines hypothèses sur la répartition, la précocité et la productivité de la végétation ;
- la production herbacée disponible ;
- l'appétibilité, pour laquelle un niveau relatif est évalué.

Ces trois variables d'état, étudiées sur l'alpage de la Tête-Noire du Galibier, ont permis de donner une description quantitative et qualitative de la végétation pour chaque zone de l'alpage durant l'estive 1978 et ensuite d'articuler la dynamique de la végétation avec les autres éléments du système pastoral, notamment l'élément troupeau et l'élément gardiennage.

Les deux premières variables retenues sont assimilées à des variables quantitatives et continues dans le temps :

— Le déneigement peut grossièrement être rapproché d'une fonction continue décroissante du temps, partant d'un maximum (enneigement de toute la surface de l'alpage) pour atteindre un minimum (absence de neige).

— En l'absence de prélèvements, la phytomasse aérienne herbacée disponible pour un faciès, exprimée en kilogrammes de matière sèche, peut être schématisée par une fonction continue, croissante puis décroissante du temps (dans la mesure où l'on ne tient pas compte des fluctuations de courtes périodes à l'intérieur de la durée estivale). La fonction passe par un maximum dit « maximum de végétation ».

En l'absence de saut qualitatif de ces phénomènes, une bonne description de leur dynamique estivale consistera à s'intéresser à l'allure de leurs fonctions et notamment à la vitesse de leur déroulement. Outre le maximum de végétation, déjà cité, cette exploration permet de mettre en évidence, localement et globalement, des moments caractéristiques des deux phénomènes :

— la phase finale du déneigement articulée avec le démarrage de la végétation (phases dont notamment le crocus, la soldanelle et la pulmonaire sont les témoins spectaculaires) ;

- l'explosion de la végétation ;
- la phase de sénescence.

La troisième variable — niveau d'appétibilité — est évaluée à partir d'un phénomène discontinu et qualitatif : la phénologie des espèces dominantes et sur la base de l'hypothèse d'une très forte liaison entre maturité des groupements et appétibilité.

Alors que les mesures de terrain constituent des valeurs instantanées pour les fonctions des variables enneigement et production herbacée, les relevés phénologiques concernent le stade de développement atteint par chaque espèce au moment de l'observation. Puisqu'à chaque stade correspond une physionomie propre, le relevé consiste essentiellement à observer la morphologie de la plante puis à réaliser une estimation quantitative pour passer de l'individu au groupe d'individus de la même espèce.

Cet aspect méthodologique fait de la phénologie un auxiliaire puissant pour mieux cerner dans le temps, outre l'appétibilité, les différents aspects de la végétation directement liés à son développement estival et qui conditionnent son utilisation pastorale.

Dans le cadre du présent article, seuls seront traités les aspects phénologiques, sous la forme limitée d'une première présentation de résultats statistiques pour une cinquantaine d'espèces : en effet, leur importance, tant par le volume des données recueillies que par les perspectives d'application, justifiait en soi une première publication.

## I. — LE CADRE NATUREL DE L'ALPAGE DU GALIBIER

### **Le site**

L'alpage de la Tête-Noire du Galibier (environ 300 ha) se situe sur un versant asylvatique d'adret, périglaciaire, d'altitude 2 000 à 2 550 m, à fonctionnement cryonival pendant la majeure partie de l'année. En termes de géomorphologie, le versant peut être décrit comme une succession de matrices fines à couvert végétal continu et de formations plus grossières

aboutissant à des éboulis. Les pentes s'échelonnent entre 20 et 85 %. Le micro-relief est assez tourmenté et l'hétérogénéité de l'alpage est marquée sur les plans : sols et formations superficielles, végétation, hydrographie (B. KAISER, 1981).

L'alpage appartient à la zone intra-alpine, protégée des grandes circulations atmosphériques méditerranéennes, piémontaises ou océaniques ; le climat est relativement sec (900 mm annuels) ; l'enneigement dure, en moyenne, de novembre à mai.

### La végétation

Sur le plan phytosociologique, l'alpage se caractérise essentiellement par une prédominance des groupements de mode thermique (57 % de la superficie, contre 4 % pour les groupements de mode nival). Trente-trois écofaciès ont été identifiés et cartographiés ; ils appartiennent aux associations ou groupements complexes (GC) suivants (1) :

Mode thermique : *Elynetum, seslerieto - avenetum montanae, thlaspeetum rotundifolii*.

Mode nival : *Ranunculeto - alopecuretum gerardi, festuceto - trifolietum thalii, sempervireto - trifolietum alpinae, salicetum retuso - reticulatae*.

Mode intermédiaire : *Festucion variaes/seslerion variaes (GC), seslerion variaes/nardion strictae (GC), centaureeto - festucetum spadiceae, seslerion variaes/nardion strictae/elynetum (CG)*.

La productivité fourragère de ces formations peut varier de quelques unités fourragères à 1 400 UF/ha/an ; elle est directement liée à la présence de graminées, au nombre de 24 sur un total de 46 espèces fourragères.

Dans ces pelouses complexes, les relevés linéaires ont permis de dénombrer 215 espèces, dont une très grande majorité de pérennes ; 147 espèces ont fait l'objet d'observations phénologiques et, pour 50 d'entre elles, nous présentons plus loin un certain nombre de résultats. D'après

leurs contributions spécifiques moyennes ( $\geq 2\%$ ), les dominantes sont les suivantes, classées selon leur appartenance aux différents groupements :

Groupements de mode nival (2 200 - 2 500 m) :

<i>Plantago alpina</i> (DF)	<i>Phleum alpinum</i> (GF)
<i>Festuca rubra</i> (GF)	<i>Carex sempervirens</i> (DF)
<i>Leontodon hispidus</i> (DF)	<i>Geum montanum</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Alopecurus gerardi</i> (GF)
<i>Potentilla aurea</i>	<i>Trifolium thalii</i> (LF)
<i>Poa alpina</i> (GF)	<i>Trifolium alpinum</i> (LF)

Groupements de mode intermédiaire (*festucetum spadiceae*, 2 000 - 2 500 m) :

<i>Festuca rubra</i> (GF)	<i>Laserpitium latifolium</i>
<i>Festuca paniculata</i> (GF)	<i>Agrostis vulgaris</i> (GF)
<i>Carex sempervirens</i> (DF)	<i>Astrantia major</i>
<i>Meum athamanticum</i> (DF)	<i>Festuca ovina</i> (GF)
<i>Geranium silvaticum</i>	<i>Dactylis glomerata</i> (GF)
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	<i>Thymus serpyllum</i>

Groupements de mode thermique (2 100 - 2 300 m)

<i>Festuca ovina</i> (GF)	<i>Helianthemum grandiflorum</i>
<i>Avena montana</i> (GF)	<i>Astragalus sempervirens</i>
<i>Sesleria coerulea</i> (GF)	<i>Onobrychis montana</i> (LF)
<i>Galium pumilum</i>	<i>Festuca violacea</i> (GF)
<i>Thymus serpyllum</i>	<i>Carex sempervirens</i> (DF)
<i>Lotus corniculatus</i> (LF)	

GF = Graminée Fourragère  
LF = Légumineuse Fourragère  
DF = Diverse Fourragère

Dans la suite du texte, nous appellerons *cycle phénologique* d'une espèce pérenne la succession des phases de développement (morphologique) qui se déroulent entre le départ en végétation et la sénescence ; chacune de ces phases étant bornée par deux stades caractéristiques (tableau I). Le cycle phénologique des espèces observées est lui-même borné par les dates d'enneigement et de déneigement, lesquelles varient suivant les faciès et les années. Sur l'alpage étudié, la période d'activité physiologique peut s'étendre, en moyenne, du 15 mai au 31 octobre, soit sur environ

170 jours. La contraction des cycles phénologiques spécifiques apparaît comme une caractéristique de ces milieux alpins. Certaines espèces ont un cycle très court : ainsi *Crocus vernus* et *Soldanella alpina* demandent environ 80 jours du départ en végétation jusqu'à la sénescence ; par contre d'autres espèces ont un cycle beaucoup plus étalé dans le temps, par exemple *Agrostis vulgaris* (environ 150 jours).

## II. — MÉTHODOLOGIE

### Les observations

Les observations des stades phénologiques ont été effectuées sur le terrain dans 10 stations en 1977 et dans 31 en 1978 (dont celles de l'année 1977). En chacun de ces lieux, le stade des espèces est noté : l'occurrence

TABLEAU I  
LES STADES PHÉNOLOGIQUES DES ESPÈCES

GRAMINEES - CYPERACEES	AUTRES ESPECES
VEG 1 démarrage végétation	VEG 1 stade 2 ou 3 feuilles
MONT montaison (épi dans gaine)	VEG 2 stade 4 feuilles jusqu'à bourgeons floraux
EPI épiaison (épi entièrement sorti de la gaine)	VEG 2 (b) bourgeons floraux
FL floraison	FL 1 apparition premières fleurs
FR 1 grains laitoux	FL 2 optimum : maximum de fleurs épanouies
FR 2 grains pâteux	FL 3 fin : fleurs flétries
FR 3 grains durs	FR 1 début formation et grossissement des fruits
VEG 3 fin de végétation.	FR 2 optimum : maximum de fruits à maturité
	VEG 3 fin de végétation.

du stade S de l'espèce E est déclarée établie lorsque les deux tiers des individus de l'espèce E du lieu sont au stade S. (Il y a eu huit séries d'observations en 1977, et neuf en 1978, à peu près toutes les décades dans les premiers mois de l'été, pour mieux cerner les stades fugaces, toutes les quinzaines ensuite) (1).

Les stades phénologiques retenus sont indiqués dans le tableau I.

### **La méthode des sommes de degrés-jours**

La liaison entre la température de l'air et le développement (et la croissance) des plantes est traditionnellement reconnue (R. DURAND, 1969) ; elle a fait l'objet de nombreux travaux de recherche motivés soit par des objectifs de connaissances fondamentales (par exemple : R.L. LEVERETT et al, 1980), soit par des motivations plus directement agronomiques, par exemple : la prévision de la date d'épiaison des graminées (NIQUEUX et ARNAUD, 1981), ou la prévision du rendement de quelques graminées fourragères pour certains stades (G. LEMAIRE et J. SALETTE, 1981). La méthode est fondée sur le constat que « pour les plantes annuelles, la somme des températures moyennes journalières, éventuellement supérieures à un seuil, est sensiblement constante pour une culture donnée, depuis le début de la végétation jusqu'à la réalisation d'un stade de développement tel que la floraison, quelles que soient les conditions climatiques » (NIQUEUX et ARNAUD, 1981).

Dans une optique strictement descriptive, c'est la constance de cette liaison entre températures et stades morphologiques des plantes que ce type de méthode cherche à établir statistiquement. Pour les plantes pérennes, en plaine, les difficultés d'application de cette méthode résident notamment dans les trois aspects suivants :

— La phase de développement hivernal (action du froid, vernalisation, activité physiologique ralentie).

---

(1) Vue la périodicité des observations, on peut dire que l'occurrence des stades est attestée *a posteriori* : d'un point de vue méthodologique, il existe une probabilité non nulle que le stade S déclaré apparu à telle date (t) soit apparu plus tôt ( $t - \Delta t$ ) ;  $\Delta t$  étant notamment lié aux caractéristiques aléatoires de la distribution des apparitions du stade S, pour tous les individus de l'espèce E, dans le lieu d'observation. Dans la suite de l'exposé nous ferons l'hypothèse simplificatrice de normalité.

— La détermination du meilleur seuil  $\theta_0$ , au-dessus duquel les températures quotidiennes doivent être cumulées.

— Corollairement, le choix de la date initiale de cumuls des degrés-jours (GILLET, 1980).

Les réponses apportées à ces trois questions sont considérées traditionnellement comme d'autant plus satisfaisantes qu'elles donnent une représentation plus juste de la *vitesse de développement d'une espèce* pour atteindre *un stade donné*. (C'est dans une telle optique, monospécifique, que certains auteurs optent pour une autre méthode dite des Q10). En milieu complexe, nous avons privilégié la méthode des sommes de degrés-jours, plus adéquate pour une première description comparative (interspécifique) des cycles phénologiques des espèces dominantes de la Tête-Noire du Galibier.

A l'étage alpin, les conditions climatiques drastiques, persistance du manteau neigeux pendant 5-6 mois et plateau de la courbe de températures du sol (à - 10 cm) à quelques degrés au-dessous de 0 °C (figure 1), nous ont conduit :

- à faire l'impasse sur la question de « l'effet-froid » ;
- à considérer l'activité physiologique hivernale comme nulle ;
- à retenir comme date initiale des cumuls de degrés-jours celle du déneigement en chaque lieu d'observation phénologique. Elle correspond à la fin — spectaculaire — du plateau négatif de la température du sol à - 10 cm.

Les séries de températures sont issues de deux stations météorologiques : l'une est située au bas de l'alpage à 2 050 m (station basse), l'autre au sommet : 2 500 m (station haute). Le gradient thermique est de 3 - 4 °C durant la période estivale.

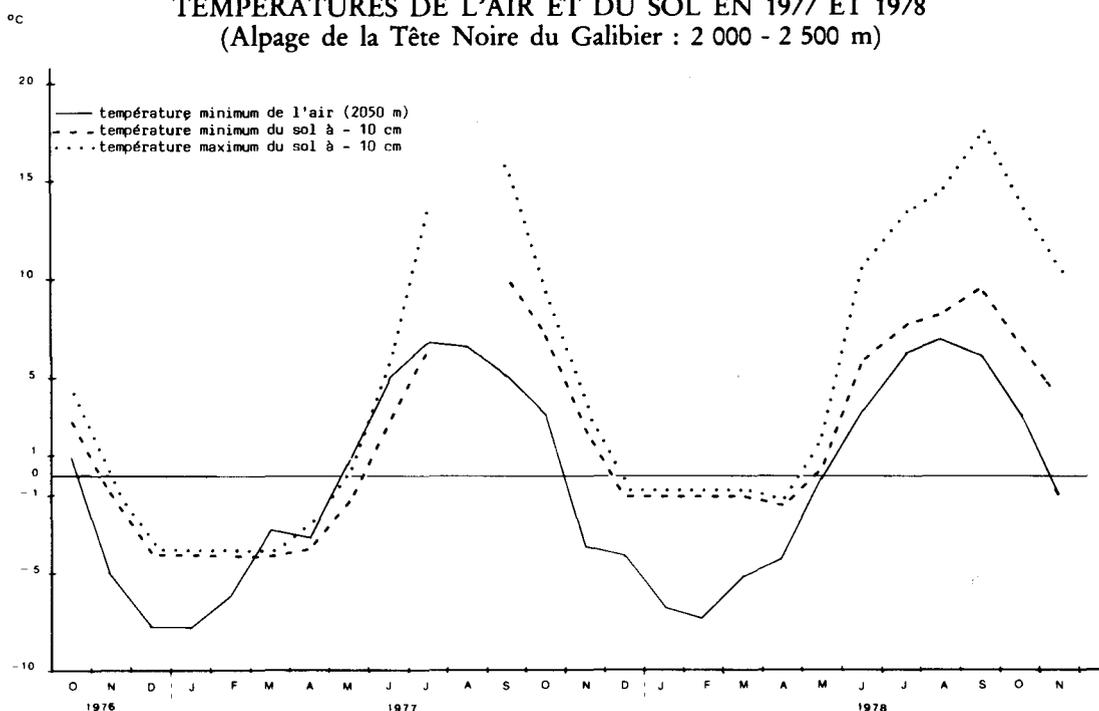
La diversité microclimatique nous permet de définir, pour chaque lieu d'observation, deux caractéristiques :

— Une température moyenne journalière, obtenue par péréquation altitudinale des températures de la station haute et de la station basse.

— Une date de déneigement en 1977 et en 1978, date qui marque le début des sommes de degrés-jours.

FIGURE 1

TEMPÉRATURES DE L'AIR ET DU SOL EN 1977 ET 1978  
(Alpage de la Tête Noire du Galibier : 2 000 - 2 500 m)



Compte tenu de l'exposition globalement homogène de ce versant d'adret, les variations de la température de l'air à altitude égale ont donc été jugées négligeables dans l'échantillon choisi ; c'est par la prise en compte des différentes dates de déneigement que nous intégrons la diversité micro-climatique au sol, essentiellement liée à la topographie des lieux, facteur déterminant en montagne.

La singularité micro-climatique de chaque lieu d'observation nous amène à travailler en termes de *lieux-année*. La faiblesse du nombre de répétitions annuelles est ainsi compensée par la diversité micro-climatique

des lieux d'observation : tout se passe comme si une même espèce était soumise, d'une station à l'autre, à un effet-année différent.

En définitive, c'est donc 41 lieux-années qui ont été visités et fournissent le matériau statistique de base.

Un programme calcule pour 50 espèces observées dans ces 41 lieux-années :

a) la moyenne des sommes de degrés-jours supérieurs à 3 seuils (0°, 2° et 5 °C) pour la réalisation de chacun des stades phénologiques ;

b) les caractéristiques de dispersion suivantes : écart-type, intervalle de confiance et précision à 90 %. Pour la présentation des résultats, nous avons retenu le seuil 0 °C pour le cumul des degrés-jours, en l'absence d'une meilleure connaissance des mécanismes physiologiques commandés par l'action chaleur. Toutefois, il faut noter qu'il s'agit là d'un seuil caractéristique de trois phénomènes concomitants, à quelques jours près, et d'évidence étroitement liés au démarrage de la végétation : la fin de l'enneigement, la fin du plateau négatif de la température du sol à - 10 cm et la fin des températures négatives de l'air (station basse, voir figure 1). Par ailleurs, c'est pour le seuil 0 °C que la précision calculée est la meilleure.

### III. — LES RÉSULTATS

Ils concernent 50 espèces, pour lesquelles nous disposons, à ce jour, de statistiques suffisantes liées principalement à une bonne dispersion spatiale. Les sommes de degrés-jours supérieurs à 0 °C nécessaires à ces espèces pour atteindre les différents stades phénologiques sont présentées dans le tableau II. Pour ces mêmes valeurs moyennes, la figure 2 indique les intervalles de confiances à 90 %. La figure 3 montre l'allure du cycle phénologique de ces espèces. La figure 4 montre les sommes de degrés-jours quotidiens (> 0 °C) pour les années 1977 et 1978, calculées à partir des températures moyennes journalières de l'alpage (moyennes des températures de la station haute et de la station basse), à partir du jour n° 130 (10 mai), lequel marque le début de la période d'établissement des températures de l'air positives.

*Phénologie d'espèces  
alpines et subalpines*

TABLEAU II

SOMMES DE DEGRÉS-JOURS (> 0 °C) NÉCESSAIRES AUX ESPÈCES  
POUR ATTEINDRE LES DIFFÉRENTS STADES PHÉNOLOGIQUES

(valeurs moyennes)

(alpage de la Tête-Noire du Galibier : 2 000-2 500 m)

A) GRAMINÉES ET CYPÉRACÉES

ESPECES	VEG 1	MONT	EPI	FL	FR 1	FR 2	FR 3	VEG 3
<i>Sesleria coerulea</i> ARDIONO (<57)	(<57)	(<57)	57	114	186	323	559	750
<i>Carex sempervirens</i> VILL. (<95)	(<95)	(<95)	95	185	269	460	737	910
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. (<125)	(<125)	125	141	272	394	557	734	998
<i>Elyna myosuroides</i> (VILL.) FRIT. 71	71	135	192	331	413	632	-	-
<i>Avena montana</i> L. 43	43	108	206	475	615	729	823	935
<i>Poa alpina</i> L. 63	63	115	211	429	587	726	775	-
<i>Festuca paniculata</i> (L.) SCH-TELL 49	49	132	228	434	626	805	1029	1218
<i>Nardus stricta</i> L. 84	84	134	239	400	604	807	-	-
<i>Festuca violacea</i> GAUDIN 77	77	143	259	624	760	840	1098	-
<i>Festuca pumila</i> CHAIX 97	97	164	279	557	667	684	-	-
<i>Festuca ovina</i> L. 71	71	165	286	625	811	885	-	-
<i>Festuca rubra</i> L. 83	83	183	311	714	931	974	-	-
<i>Dactylis glomerata</i> L. 108	108	232	344	760	982	992	-	-
<i>Phleum alpinum</i> L. 91	91	227	361	666	834	924	-	-
<i>Bromus erectus</i> HUDS. 133	133	227	384	800	1005	1218	-	-
<i>Trisetum distichophyllum</i> (VILL.) P.B. 105	105	268	425	650	808	846	-	-
<i>Trisetum flavescens</i> P.B. 121	121	247	432	773	984	1034	-	-
<i>Agrostis vulgaris</i> WITH. 125	125	366	623	942	1095	1188	-	-

NB : date initiale des cumuls = date de déneigement.

B) LÉGUMINEUSES ET DIVERSES FOURRAGÈRES

ESPECES	VEG 1	VEG 2	VEG 2 (b)	FL 1	FL 2	FL 3	FR 1	FR 2	VEG 3
<i>Plantago alpina</i> L. 55	55	116	123	238	253	327	432	767	924
<i>Lotus corniculatus</i> L. 71	71	121	194	247	351	492	683	871	1119
<i>Heum athamanticum</i> JACQUIN 70	70	128	184	276	358	449	593	866	1101
<i>Trifolium thalii</i> VILL. 78	78	136	224	315	424	-	-	-	-
<i>Trifolium alpinum</i> L. 71	71	139	198	348	356	476	621	874	1007
<i>Onobrychis montana</i> LANS et D.C. 70	70	140	239	363	476	626	743	930	1029
<i>Trifolium pratense</i> L. 74	74	137	257	372	483	653	761	963	1094
<i>Trifolium montanum</i> L. 130	130	177	255	423	595	761	929	1042	1119
<i>Achillea millefolium</i> L. 79	79	220	292	436	578	726	730	-	-

NB : date initiale des cumuls = date de déneigement.

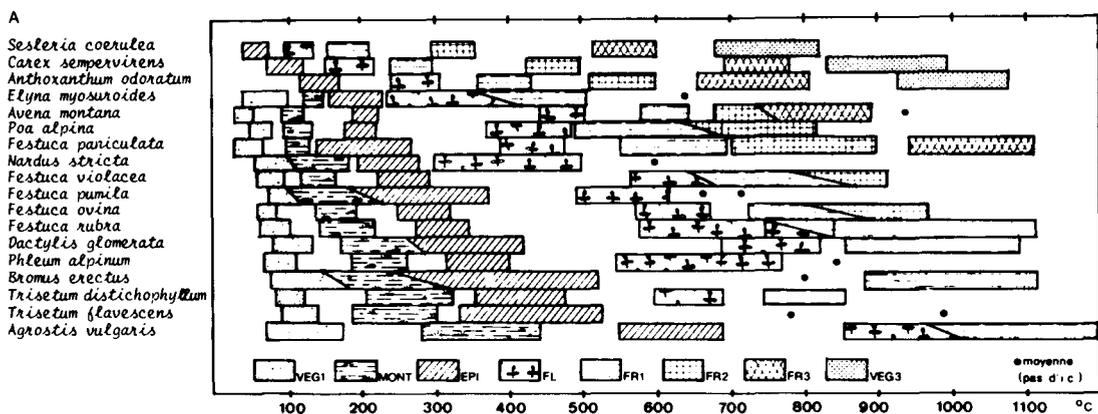
### C) ESPÈCES NON FOURRAGÈRES

ESPECES	VEG 1	VEG 2	VEG 2 (b)	FL 1	FL 2	FL 3	FR 1	FR 2	VEG 3
<i>Crocus vernus</i> (L.) WULF.	(< 15)	(< 15)	(< 15)	15	42	66	152	403	626
<i>Soldanella alpina</i> L.	(< 30)	(< 30)	(< 30)	30	63	95	199	388	522
<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.	(< 44)	(< 44)	44	56	129	161	315	584	807
<i>Pulsatilla alpina</i> L.	(< 45)	(< 45)	45	68	151	227	367	694	983
<i>Viola calcarata</i> L.	(< 76)	(< 76)	76	130	186	310	458	646	800
<i>Gentiana kochiana</i> PERRIER et SONG.	(< 42)	42	68	151	195	308	443	790	1039
<i>Geum montanum</i> L.	62	72	121	170	170	250	396	660	812
<i>Ranunculus acer</i> L.	71	126	156	212	287	338	506	823	973
<i>Potentilla crantzii</i> (CRANTZ) BECC	81	142	175	212	303	466	580	753	886
<i>Narcissus poeticus</i> L.	49	116	151	236	300	443	548	859	1067
<i>Alchimilla hybrida</i> L.	63	112	167	255	289	427	550	686	829
<i>Potentilla aurea</i> L.	76	143	183	265	341	431	639	815	879
<i>Trollius europaeus</i> L.	82	132	187	285	364	472	569	815	1005
<i>Senecio doronicum</i> L.	82	156	215	302	391	545	699	845	896
<i>Thymus serpyllum</i> L.	87	138	259	331	453	596	746	863	1040
<i>Geranium silvaticum</i> L.	82	152	212	375	419	471	641	793	1002
<i>Scutellaria alpina</i> L.	86	158	262	384	519	676	787	852	935
<i>Veronica allionii</i> VILL.	62	163	300	389	530	656	719	-	-
<i>Helianthemum grandifl.</i> (LMK et DC) ISSLER	88	156	294	423	544	708	829	1014	-
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	114	178	299	435	566	686	794	1051	1158
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	75	193	306	473	637	-	976	1102	-
<i>Centaurea uniflora</i> L.	91	218	329	503	642	752	871	1053	1188
<i>Carlina acaulis</i> L.	120	238	436	696	863	-	-	-	-

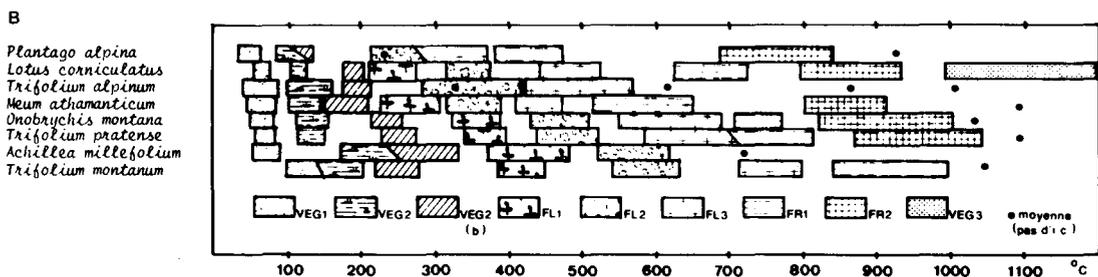
NB : date initiale des cumuls = date de déneigement.

**FIGURE 2**  
**SOMMES DES DEGRÉS-JOURS (> 0 °C) NÉCESSAIRES**  
**AUX ESPÈCES POUR ATTEINDRE LES STADES PHÉNOLOGIQUES :**  
**INTERVALLES DE CONFIANCES À 90 %**  
 (alpage de la Tête-Noire du Galibier : 2 000-2 500 m)

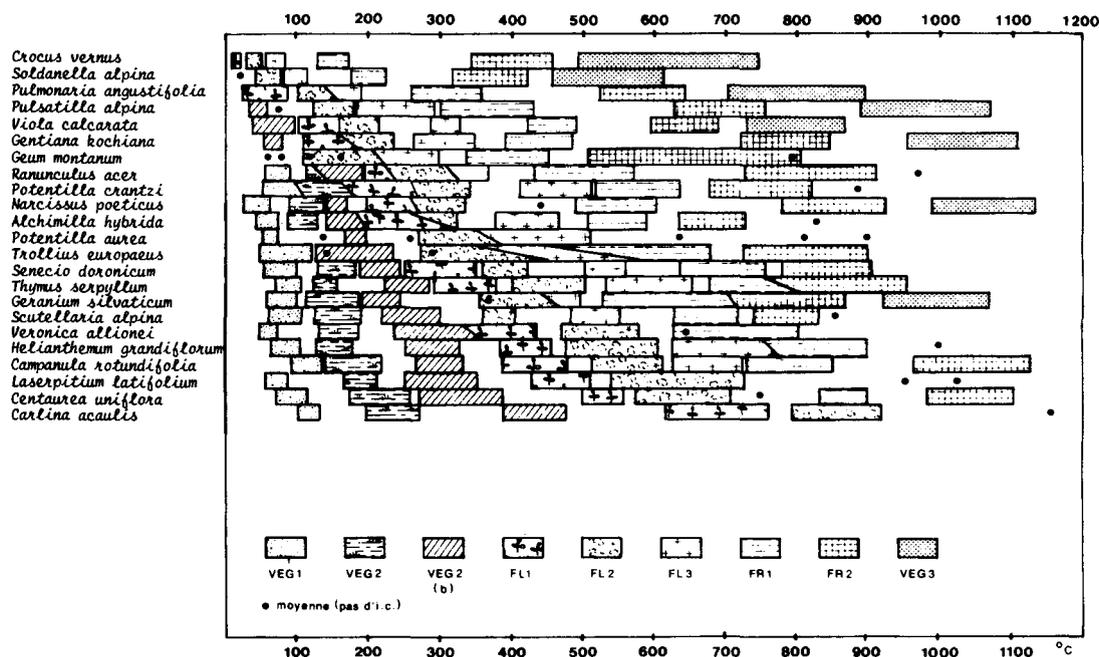
**A) GRAMINÉES ET CYPÉRACÉES**



**B) LÉGUMINEUSES ET DIVERSES FOURRAGÈRES**



### C) ESPÈCES NON FOURRAGÈRES



#### Résultats spécifiques

Les résultats de sommes de températures obtenues pour chacun des stades de chaque espèce analysée doivent être considérés avec précaution, faute d'avoir été confirmés en d'autres milieux et à d'autres altitudes : en effet, les seules différenciations introduites sont des différenciations locales (41 lieux-années sur 2 ans) (1).

- (1) Pour mieux interpréter les intervalles de confiance (figures 2 et 3), notons que pour une même espèce, le nombre d'occurrences d'un stade va de 0 à une trentaine. Ce nombre — qui fait la valeur de cette statistique — dépend principalement de la dispersion des espèces dans les différents points de l'alpage, de la fugacité de certains stades (ex. : veg. 1) au regard de la fréquence des observations.

### *Description comparative des espèces et des stades*

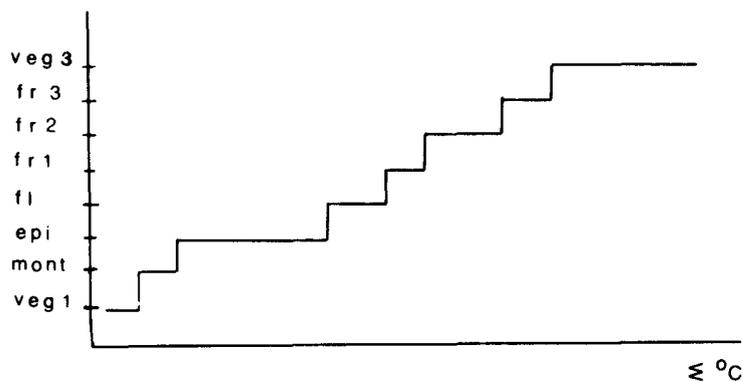
La description comparative des espèces et des stades permet de faire les constatations suivantes :

— pour 100 °C cumulés depuis le déneigement, la majorité des espèces a au moins atteint le stade VEG 1 (départ de la végétation) ;

— plus on avance dans la succession des stades phénologiques, plus l'écart en °C se creuse entre les espèces « précoces » et les espèces « tardives » pour un même stade ;

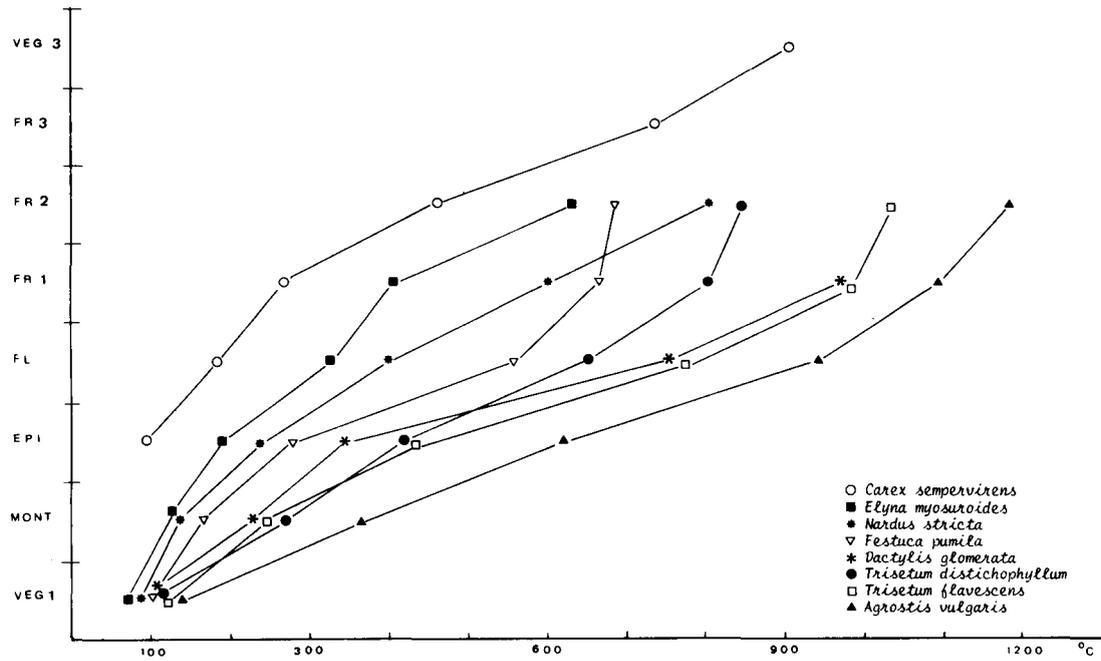
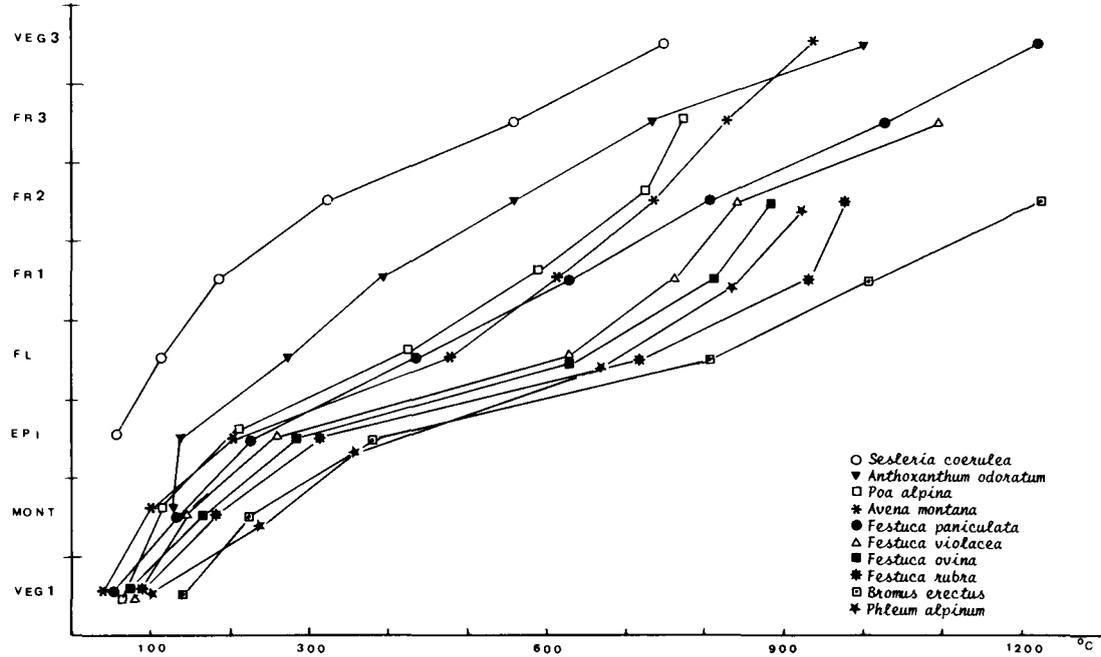
— la classification des espèces selon leur « précocité » relative est d'autant plus intéressante qu'il est généralement admis qu'en différents lieux, quelles que soient les variations climatiques d'une année sur l'autre, cette classification est constante (cf. NIQUEUX et ARNAUD, 1980, pour le stade épiaison).

Les représentations graphiques (figure 3) donnent une image de l'allure des différents cycles de développement. Les inflexions des courbes sont à interpréter de façon globale : en effet la pente d'un segment d'une quelconque des courbes traduit l'accumulation plus ou moins forte de degrés-jours entre deux stades, mais en aucune façon la réalité physiologique de la transition d'un stade à un autre. Cette dernière serait mieux figurée par des courbes en escaliers, correspondant au saut qualitatif d'un stade à l'autre :

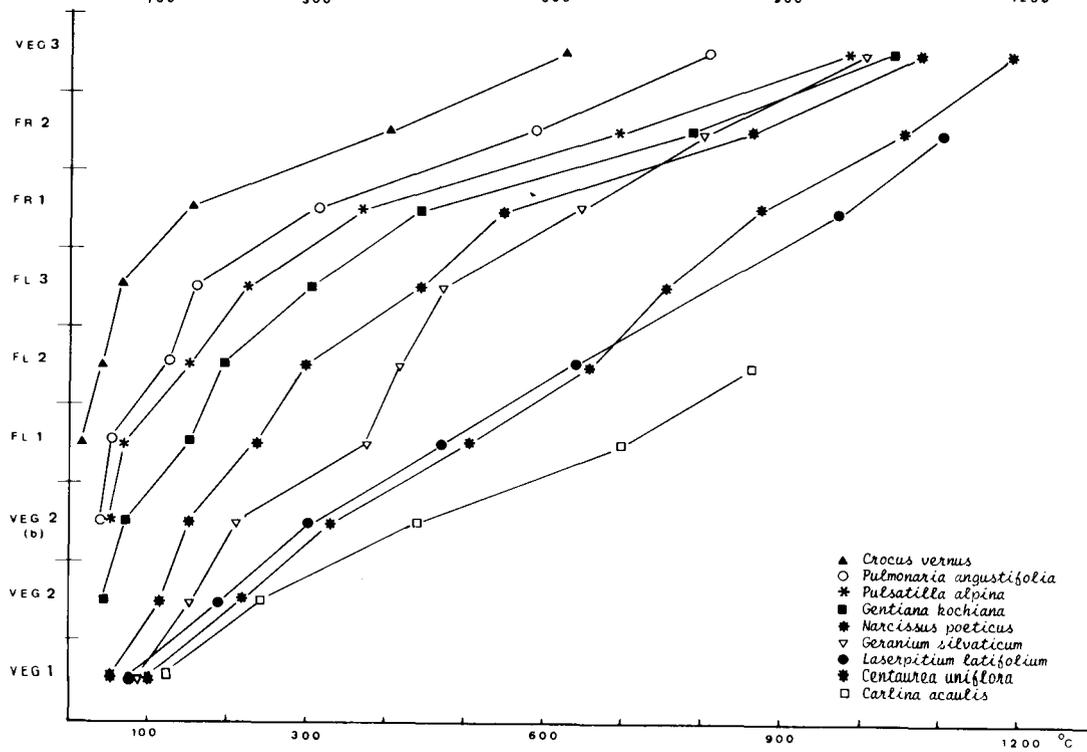
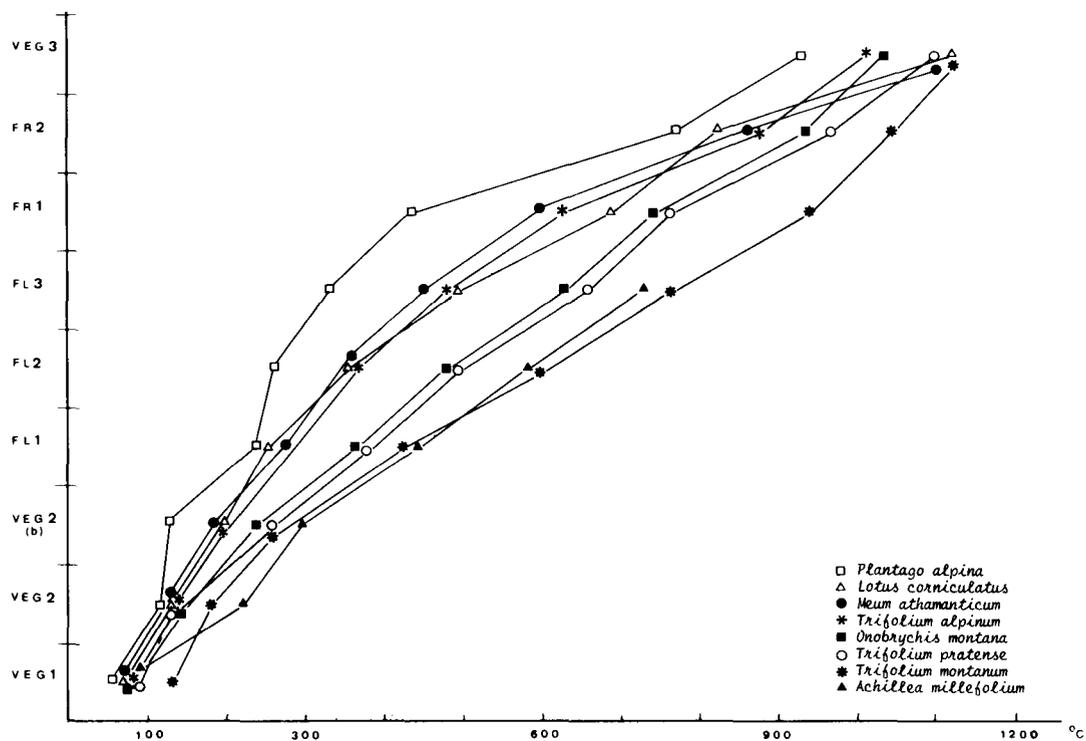


**FIGURE 3**  
**CYCLES PHÉNOLOGIQUES DE DIFFÉRENTES ESPÈCES**  
**EN FONCTION DES SOMMES DE DEGRÉS-JOURS**  
 (alpage de la Tête-Noire du Galibier : 2 000-2 500 m)

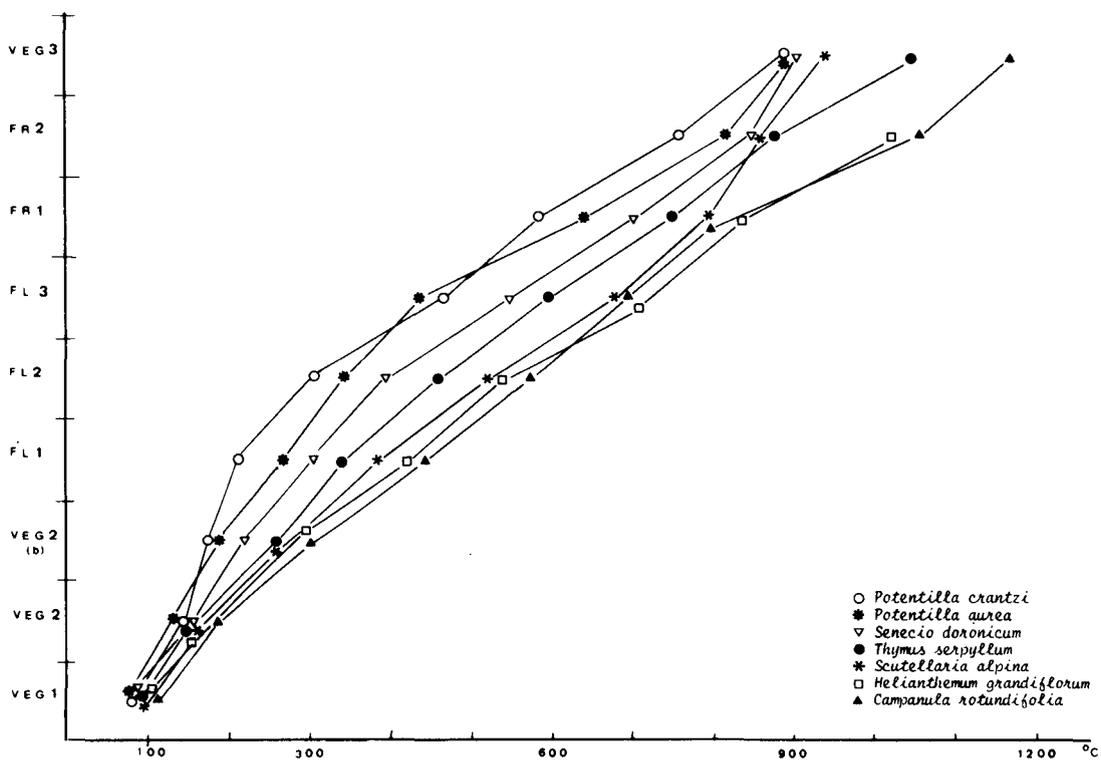
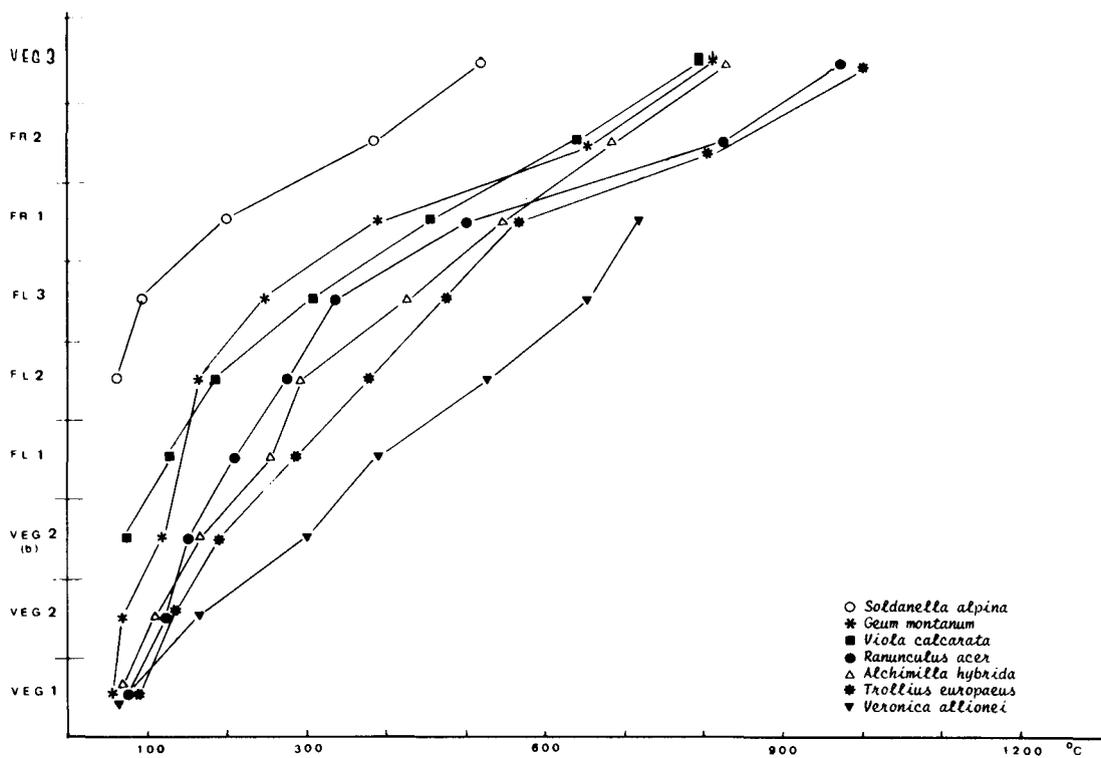
**A) GRAMINÉES ET CYPÉRACÉES**



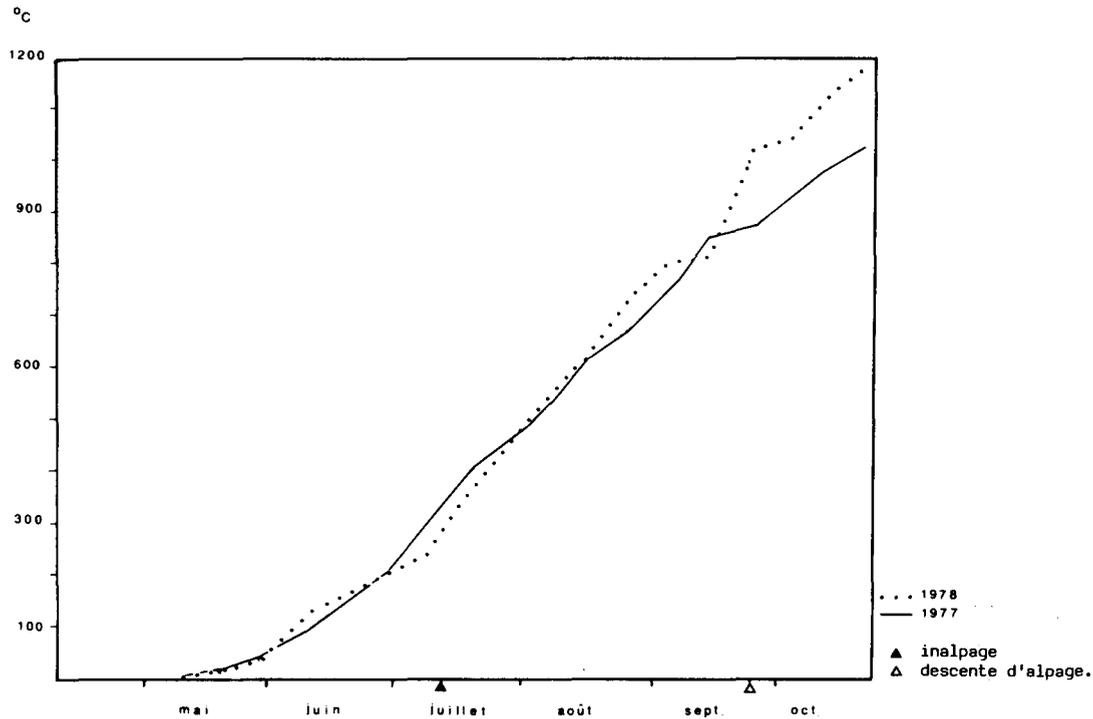
## B) LÉGUMINEUSES ET DIVERSES FOURRAGÈRES



### C) ESPÈCES NON FOURRAGÈRES

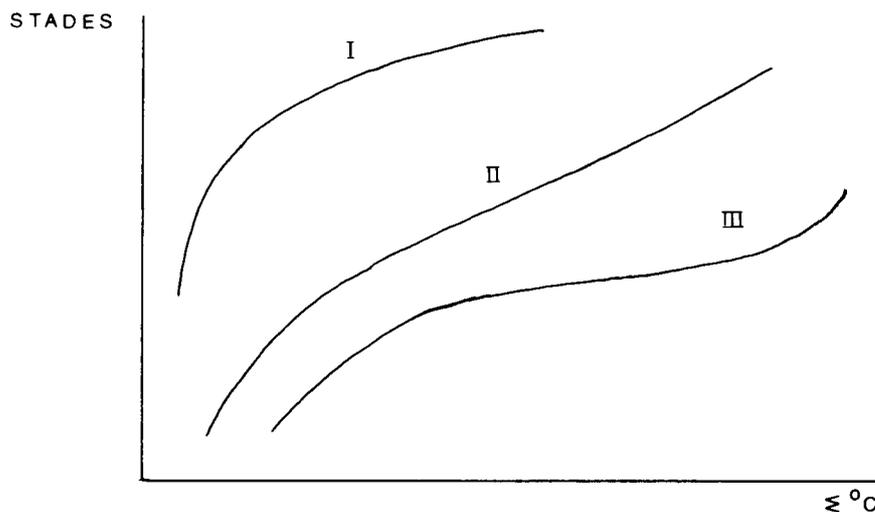


**FIGURE 4**  
**SOMMES DE DEGRÉS-JOURS (> 0 °C)**  
**DURANT LES ESTIVES 1977 ET 1978**  
 (à partir du 10 mai - Alpage de la Tête-Noire du Galibier : 2 000-2 500 m)



Une telle représentation a l'avantage de mettre en évidence la durée de chaque stade (phase phénologique). Les courbes retenues sont, de fait, un lissage des courbes en escaliers : elles privilégient l'aspect vitesse de développement de chaque espèce. On notera que ces courbes de développement peuvent se regrouper schématiquement en trois grandes familles, corres-

pendant aux espèces précoces (I), intermédiaires (II) et tardives (III) dont les modèles pourraient être respectivement : *Crocus vernus* ou *Soldanella alpina* (I), *Festuca paniculata* (II), *Bromus erectus* ou *Agrostis vulgaris* (III) :



Une classification des espèces peut être faite suivant tel ou tel stade. Le tableau III retient le stade début de floraison et les sommes 300 °C et 600 °C cumulées, comme premier critère de classification. Sur l'alpage étudié, en 1977 et 1978, ces sommes ont correspondu, à quelques jours près, au 14 juillet (date d'inalpage) et au 15 août (début de la période de décroissance de la biomasse sur pied).

Dans une optique plus directement agronomique, on s'intéressera aux espèces fourragères et l'on pourra retenir avec peut-être plus de pertinence certains stades, notamment le stade épiaison (tableau II) pour les graminées dans la mesure où la valeur alimentaire de ces dernières décroît généralement à partir de ce stade (NIQUEUX M., ARNAUD R., 1980 ; GILLET M.,

TABLEAU III  
 CLASSEMENT DE PRÉCOCITÉ RELATIVE DE 50 ESPÈCES  
 DE L'ALPAGE DE LA TÊTE-NOIRE DU GALIBIER  
 (2 000-2 500 m)

ESPECES PRECOCES F1 <sub>1</sub> < 300 °C	ESPECES INTERMEDIAIRES	ESPECES TARDIVES F1 <sub>1</sub> > 600 °C
<u>GRAMINEES et CYPERACEES</u>		
<i>Elyna myosuroides</i> <i>Carex sempervirens</i> <i>Sesleria coerulea</i> <i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Nardus stricta</i> <i>Festuca pumila</i> <i>Poa alpina</i> <i>Festuca paniculata</i> <i>Avena montana</i>	<i>Agrostis vulgaris</i> <i>Trisetum flavescens</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Festuca violacea</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Festuca ovina</i> <i>Phleum alpinum</i> <i>Bromus erectus</i> <i>Trisetum distichophyllum</i>
<u>DIVERSES FOURRAGERES et</u> <u>LEGUMINEUSES</u>		
<i>Plantago alpina</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Meum athamanticum</i>	<i>Achillea millefolium</i> <i>Trifolium alpinum</i> <i>Trifolium montanum</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Trifolium thalii</i> <i>Onobrychis montana</i>	
<u>DIVERSES NON FOURRAGERES</u>		
<i>Senecio doronicum</i> <i>Crocus vernus</i> <i>Narcissus poeticus</i> <i>Soldanella alpina</i> <i>Trollius europaeus</i> <i>Viola calcarata</i> <i>Pulsatilla alpina</i> <i>Pulmonaria angustifolia</i> <i>Geum montanum</i> <i>Ranunculus acer</i> <i>Alchimilla hybrida</i> <i>Potentilla crantzii</i> <i>Potentilla aurea</i> <i>Gentiana kochiana</i>	<i>Geranium silvaticum</i> <i>Veronica allionei</i> <i>Helianthemum grandiflorum</i> <i>Laserpitium latifolium</i> <i>Scutellaria alpina</i> <i>Thymus serpyllum</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Centaurea uniflora</i>	<i>Carlina acaulis</i>

Pour une unité pastorale composée de différents peuplements, on est conduit à localiser l'analyse par grands faciès de végétation pour décrire la variation spatiale de l'appétibilité en fonction de la précocité relative de ces faciès. Une telle application a été décrite par ailleurs dans le cas de l'alpage du Galibier (BERNARD-BRUNET J., DUBOST M., JOUGLET J.P., 1981).

### CONCLUSION

L'application de ces travaux au pastoralisme montagnard s'organise autour d'une préoccupation centrale : la discussion, a posteriori (constat, diagnostic) ou a priori (prévision), d'un plan de pâturage pour une unité pastorale donnée. La détermination d'un plan de pâturage est un des moments essentiels de la gestion des ressources fourragères en montagne. Il implique une série de décisions concernant la conduite des animaux en estive : dates de montée à l'alpage, puis de descente des animaux, période d'utilisation des différents quartiers notamment. A ce titre, nous pensons qu'une bonne connaissance de la phénologie des espèces est d'un grand intérêt, quel que soit l'objectif assigné à la gestion des ressources fourragères correspondantes : recherche des meilleures performances animales, maintien ou amélioration de la valeur pastorale de la végétation, protection de l'environnement végétal et animal.

Ces premiers résultats doivent être complétés par une vérification portant sur d'autres lieux et d'autres années : les travaux se poursuivent actuellement dans ce sens, sur la base de données recueillies par l'INERM dans différentes estives. Ils feront l'objet d'autres publications permettant de mieux montrer l'intérêt et les limites de ces premiers résultats dans une optique d'application.

### REMERCIEMENTS

Le travail mené dans le cadre de l'opération Briançonnais, rattaché au programme MAB VI - UNESCO (Man and Biosphere : l'Homme et la Biosphère), n'aurait pu avoir lieu sans l'aide de l'ex-comité Gestion des

Ressources Naturelles Renouvelables de la DGRST. Dans ce cadre, il est le fruit d'une collaboration avec O. DOLLFUS, B. KAISER, M. LECOMPTE, C. SERRATE de l'équipe « Montagne » du Laboratoire de Géographie Physique de Paris VII, qui a pris à sa charge la mise en place des appareils, leur maintenance et le recueil des données météorologiques : que cette équipe trouve ici l'expression de nos remerciements.

J.P. JOUGLET,  
J. BERNARD-BRUNET,  
M. DUBOST,  
C.E.M.A.G.R.E.F., Division I.N.E.R.M.  
Grenoble (Isère).

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BADOUX S. (1973) : « Influence de la longueur du jour et de la température sur la montée à graines des graminées », *Revue Suisse d'Agriculture*, vol. V, n° 5, p. 133-135.
- BERNARD-BRUNET J., DUBOST M. et JOUGLET J.P. (1981) : « Le fonctionnement d'un système pastoral : le Lautaret, estive 1978 », *Recherches en Briançonnais*, fasc. 5, chap. 4, CEMAGREF - Grenoble.
- CAPUTA J. et SUSTAR F. (1975) : « Observations sur les stades phénologiques des plantes prairiales à différentes altitudes », *La Recherche Agronomique en Suisse*, fasc. 1, vol. 14, p. 15-33.
- DUBOST M. (1981) : « L'exploitation des pâturages de haute altitude : éléments pour une approche système », *Recherches en Briançonnais*, fasc. 4, chap. 4, CEMAGREF - Grenoble.
- DUBOST M. et JOUGLET J.P. (1981) : « La végétation des alpages et sa productivité fourragère, approche phytoécologique », *Recherches en Briançonnais*, fasc. 4, chap. 2, CEMAGREF - Grenoble.
- DURAND R. (1969) : « Signification et portée des sommes de températures », *BTI*, 238, p. 185-190.
- RICHARD L., EVERETT et al (1980) : « Plant phenology in Galleta-Shadscale and Galleta Sagebrush Associations », *J.M. Range Management*, 33 (6), p. 446-450.

- GILLET M. (1981) : *Les graminées fourragères*, 306 p., éd. Gauthier-Villars.
- GILLET M. (1981) : « Physiologie de l'herbe et pâturage », *Fourrages*, n° 85, p. 7-21.
- KAISER B. (1981) : « Observations et mesures morphodynamiques sur un versant d'alpage ; perspectives et réalisations : la Tête-Noire du Galibier, 1976-1979 », *Recherches en Briançonnais*, fasc. 5, chap. 1, CEMAGREF - Grenoble.
- LECOMPTE M. et RONCHAIL J. (1981) : « Essai de climatologie dynamique dans le Briançonnais », *Recherches en Briançonnais*, fasc. 5, chap. 2, CEMAGREF - Grenoble.
- LEMAIRE G. et SALETTE J. (1981) : « Conséquence du rythme de croissance de l'herbe sur la conduite du pâturage au printemps - Possibilités de prévisions », *Fourrages*, n° 85, p. 23-38.
- NIQUEUX M. et ARNAUD R. (1981) : « Peut-on prévoir la date d'épiaison des variétés de graminées ? », *Fourrages*, n° 88, p. 39-56.
- REVAZ J.P. (1970) : « La précocité des graminées fourragères », *Revue Suisse d'Agriculture*, vol. II, n° 3, p. 62-66.