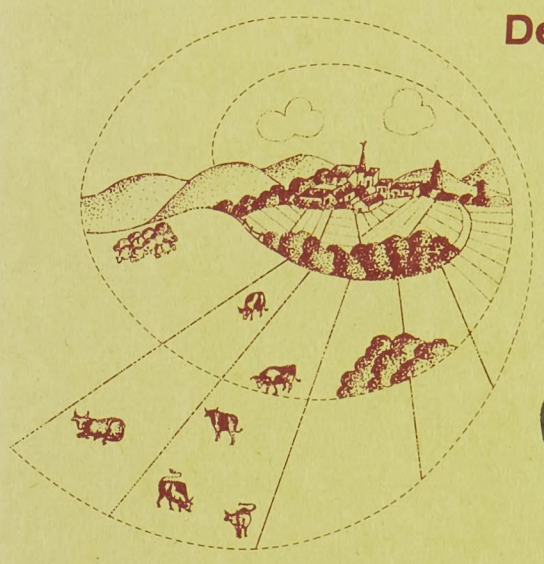
Département de Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement
Unité SAD VERSAILLES - DIJON - MIRECOURT



PU339

C. N. R. A.
-7. OCT. 1987
UNITÉ CENTRALE DE DOCUMENTATION
— VERSAILLES —

ETUDES et RECHERCHES 9

APPROCHE DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME FOURRAGER

Le cas d'exploitations laitières modernisées en zones de côteaux du Sud-Ouest

M. DURU, Geneviève ROHMER

DAD-9

INRA

Septembre 1987

APPROCHE DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME FOURRAGER

Le cas d'exploitations laitières modernisées en zones de côteaux du Sud-Ouest

M. DURU (*) (+), Geneviève ROHMER (*)

INRA-SAD (*) et Station d'Agronomie (+)
Centre de Recherches agronomiques de Toulouse-Auzeville
31320 Castanet-Tolosan

AVANT-PROPOS

Avec cette contribution, Etudes et Recherches continue à proposer des résultats de recherches concernant des exploitations d'élevage - comme le n° 1 - et des fourrages - comme les n° 3 et 5 - . La nouveauté est double :

- les auteurs appartiennent à l'Unité de Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement de Toulouse : le relai est donc pris, pour une présentation progressive du Département, après que l'Unité Versailles-Dijon ait conçu et lancé la série ;

- l'objet de la recherche rapportée est la gestion technique de quelques exploitations, à partir d'observations répétées sur et dans ces exploitations, c'est-à-dire de suivis, pour employer le nom courant de telles démarches.

Il ne s'agit plus d'une approche globale des exploitations - comme dans les n° 4 et 6 - mais d'une analyse fine des manières de faire des éleveurs. Plus précisément, l'ajustement des systèmes fourragers est abordé en se référant aux conditions concrètes des éleveurs qui observent, évaluent et agissent.

Au total, c'est une démarche empirique et exploratoire mais suffisamment assurée, de l'avis du Comité de Rédaction, pour provoquer de l'intérêt (et des débats) chez tous ceux qui, dans les problèmes de développement de l'agriculture, s'attachent aux pratiques des agriculteurs. Par ailleurs, le fait que la présente recherche soit aussi une production de la station d'Agronomie du Centre INRA de Toulouse est à relever : il est de bon augure que les disciplines reconnues suscitent un thème d'intérêt pluridisciplinaire aussi marqué que celui des systèmes fourragers.

P.L. OSTY
Responsable scientifique

SOMMAIRE

	Pages
Résumé	2
Introduction	5
I - Cadre de l'étude et méthodologie	7
A. Caractéristiques de la zone d'étude	7
1. Pédoclimat	7
2. Caractéristiques de l'élevage laitier dans la région Particularités des exploitations étudiées	7
B. Les données recueillies	8
C. Méthodologie de dépouillement	9
1. Première étape : durée de la campagne fourragère et caractéristiques climatiques de l'année	9
2. Deuxième étape : identification et analyse des pratiques de gestion des ressources fourragères	10
II - Indicateurs climatiques et bilan de la gestion des ressources.	15
A. Les indicateurs climatiques	15
B. Bilan annuel de la gestion des ressources fourragères	16
III - Identification et analyse des pratiques de gestion saisonnière des ressources fourragères	17
A. De la mise à l'herbe à la mi-juillet	17
1. date de mise à l'herbe et gestion des réserves hivernales	18
2. fin de pâturage du 1er cycle et date de mise à l'herbe	19
3. utilisation des surfaces après le 1er cycle	21
4. contribution du pâturage dans la ration en début d'été	23
B. De la mi-juillet au début d'hivernage	27
1. rôle des cultures fourragères dérobées	28
2. importance de la surface pâturée	28
3. effet des types de couverts utilisés	29
C. Période hivernale	29
1. définition	29
2. stocks disponibles	29
3. ajustements réalisés	30
IV - Discussion	32
A. Repères utilisés pour les éleveurs pour gérer le système fourrager en réponse à la variabilité du climat	32
B. Caractéristiques des systèmes fourragers : sécurité, simplicité, rigidité	33
C. Scénarios et conditions pour une gestion valorisant mieux les "effets années"	34
Conclusion	37
Bibliographie	39

Etudes et Recherches sur les Systèmes
Agraires et le Développement, 1987, n°9 : 1-39

APPROCHE DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME FOURRAGER

Le cas d'exploitations laitières modernisées en zones de coteaux du Sud-Ouest

RESUME

Nous présentons dans ce document l'étude des systèmes fourragers de 5 élevages laitiers modernisés situés en zone de coteaux secs dans le Sud-Ouest de la France. Les résultats concernent 4 années différentes du point de vue du climat.

L'objectif du travail présenté est d'étudier l'adaptation des systèmes fourragers aux caractéristiques climatiques des différentes saisons à partir de la gestion des ressources observée.

Dans un premier temps, nous montrons qu'il n'y a pas de liaison apparente entre le caractère favorable ou non d'une année (du point de vue climatique) et les résultats techniques. Dans le cas présent, l'indicateur global utilisé est la durée de la **campagne fourragère** (période écoulée d'une mise à l'herbe à l'autre et corrigée des variations de réserves en stock).

Ensuite, nous proposons une **méthode** pour analyser, saison par saison, les **pratiques de gestion des ressources.** Nous comparons les observations concernant la nature des opérations techniques et leurs dates de mise en oeuvre soit pour les différentes années chez un même éleveur, soit chez les différents éleveurs une année donnée. Nous aboutissons à la conclusion que le fonctionnement du système fourrager dépend plus de la **gestion des stocks** que du **pâturage ce dernier jouant un rôle tampon.** A titre d'exemple, nous avons observé que les dates de mise à l'herbe ou d'ouverture du silo d'herbe en été sont plus basées sur le niveau des réserves en stock (ensilage, foin) que sur les disponibilités au pâturage ou les caractéristiques climatiques d'une année donnée.

Enfin, nous discutons des ajustements réalisés en regard des caractéristiques climatiques et nous caractérisons les modes de gestion identifiés en terme de **sécurité, simplicité et souplesse.** Nous proposons d'autres scénarios de gestion permettant de mieux valoriser les années favorable et donc d'augmenter le chargement.

En conclusion, nous formulons quelques recommandations pour l'étude des systèmes fourragers. Nous mettons notamment l'accent sur les limites du raisonnement des différentes phases du calendrier fourrager uniquement en termes de durée. Par ailleurs, nous montrons la nécessité de réfléchir globalement les opérations de développement dans la mesure où les différentes décisions concernant la gestion, même si elles correspondent à des dates calendaires éloignées, sont fortement liées les unes aux autres.

Mots clefs additionnels : climat, variations climatiques, saison, gestion, prévision, adaptation, décision, diagnostic, sécurité, simplicité, souplesse.

Etudes et Recherches sur les Systèmes
Agraires et le Développement, 1987, n°9 : 1-39

SUMMARY

Forage study. Case of modernized dairy cow farms in a small hill area (South West of France)

In this paper, we present a study on forage systems used in five modern dairy cow farms located in a dry area of small hills. The results concern four different climatic years.

The purpose of this research is to study the forage system adaptation to seasonal climatic characteristics from the observed management of available feed.

First, we show that there is no obvious relation between favourable climatic years and technical results. The index used here is the **forage year** length (i. e. number of days between two spring turn-out to pasture, corrected by silage and hay stock variations).

We then propose a **method** to analyse, season by season, the different **feed management pratices.** We compare observations on the various technical processes and the dates of their implementation either between the different years on the same farm or between the different farmers for a given year. We conclude that **stock management** controls the working of the forage system, **grazing having a buffer role.** For example, we observed that the dates of spring turn out to pasture or of summer silo opening are more dependent on available silage or hay stocks than on herbage dry matter for grazing or climatic characteristics of a given year.

Lastly, we examine the adjustements made in relation to climatic characteristics and we characterize the observed management processes according to their **"security", "simplicity", "flexibility"** level. Alternative management models are proposed in order to make the best possible used of favourable climatic years valorization.

In conclusion, some recommendations are made for the study of forage systems. In particular, we show the limits of considering the different phases of the forage calendar only in terms of duration. We think it necessary to avoid disconnections between some extension service programmes because the different management decisions, even if they concern distant periods in the year, are strongly interdependant.

Additional key words : climate, climatic variations, season, management, prevision, adaptation, decision, diagnosis, security, simplicity, flexibility.

INTRODUCTION

Généralement, pour les études d'évaluation et de prospective des systèmes fourragers, on se limite à considérer une "année climatique moyenne" et dans certains cas, en complément, on définit des années types présentant un caractère favorable ou non, relativement à la production et à l'utilisation des ressources fourragères. La variable climatique considérée ainsi que son effet sur la gestion du système fourrager, pourront être différents selon la zone pédoclimatique et la production animale concernées (excès d'eau au printemps, déficit hydrique estival).

Nous pensons que cette approche est souvent insuffisante. D'une part, les effets du climat sont multiples, parfois indirects et conduisent à une même difficulté mais souvent avec des délais différents (DURU et CHARPENTEAU, 1981). D'autre part, on propose souvent des mesures présentant un caractère systématique, telles la constitution de stocks de sécurité, la réalisation de cultures dérobées... Nous formulons l'hypothèse que de telles recommandations sont à adapter non seulement au caractère particulier du climat des différentes saisons, mais aussi à l'état du système fourrager au moment où les effets du climat modifient (ou sont présumés modifier à terme)le niveau, la qualité et les possibilité d'utilisation des ressources fourragères.

Ces remarques nous conduisent à étudier de manière détaillée la gestion du système fourrager, c'est-à-dire l'équilibre réalisé entre les ressources fourragères et les besoins du troupeau (ATTONATY, 1980 ; DELORME et al., 1982). Les ajustements mis en oeuvre pour réaliser cet équilibre, compte tenu des particularités climatiques et des arrière-effets des décisions de gestion antérieures peuvent porter à la fois sur les ressources fourragères et sur le troupeau (DURU, 1982 ; DURU et al., 1986).

Dans les exploitations d'élevage de ruminants, le climat est souvent invoqué par les éleveurs pour expliquer la mise en oeuvre et les effets des opérations techniques sur les parcelles, mais aussi pour expliquer les variations de résultats technique ou économique entre années. Dans le cas de la production laitière, on pourrait s'attendre à ce que les niveaux de production soient moins sensibles aux variations climatiques puisque l'appréciation quotidienne que peuvent en avoir les éleveurs devrait leur permettre de procéder en temps voulu aux ajustements nécessaires à leur maintien. Ce n'est pas ce que montre un modèle statistique qui, construit à partir de la précocité du printemps et du niveau de sécheresse estivale, a permis d'expliquer 80 % des variations accidentelles du volume de la collecte nationale (FLAMANT et al. 1982). Ce résultat recouvre des régions et des systèmes très différenciés. Qu'en est-il pour des systèmes modernisés a priori moins dépendants des conditions climatiques du fait de la constitution de stocks importants ? **Plus généralement, comment les éleveurs gèrent-ils leurs ressources (nature et dates d'utilisation) ; quels critères prévilégient-ils pour prendre leurs décisions ?**

Nous tenterons de répondre à ces questions à partir du "suivi" durant 4 années consécutives de 5 exploitations laitières modernisées situées dans la zone de coteaux secs du Sud-Ouest.

En premier lieu, nous **proposons une méthodologie d'étude.** En effet, peu de méthodes sont disponibles pour traiter, sur un petit nombre de cas, des données interdépendantes dans le temps et l'espace. Pour dépasser la simple description et juxtaposition de cas, nous avons construit une représentation du système fourrager qui servira à tester les hypothèses émises quant à la gestion des ressources.

Avant de présenter et d'interpréter le "déroulé" dans le temps des différentes décisions techniques, nous établissons un bilan annuel de la gestion pour vérifier s'il y a globalement accord avec le caractère favorable ou non du climat des différentes années. En dernier lieu, nous discutons les propriétés des systèmes fourragers étudiés et nous proposons des scénarios de gestion alternatifs.

L'évaluation technique et économique des systèmes fourragers sera réalisée ultérieurement à partir d'une analyse critique des ratios couramment utilisés (chargement, production autonome, marge brute...).

I - CADRE DE L'ETUDE - METHODOLOGIE

A) Caractéristiques de la zone d'étude

1) Pédoclimat

Située à 100 km au S.W. de Toulouse, la zone d'étude a un climat assez caractéristique des Coteaux de Gascogne. Les températures moyennes sont assez douces au printemps (6,2° en février, 8,5° en mars et 11,6° en avril). Une autre caractéristique climatique est le déficit hydrique moyen d'environ 350 mm/an. Ce déficit est très irrégulier : 150 à 600 mm sur 20 ans (PUECH, comm. pers.). Le niveau de sécheresse dépendra, en outre de la réserve en eau des sols.

La géomorphologie de cette petite région se caractérise par des réseaux de vallées découpant des formations mollassiques pour l'essentiel. Les coteaux représentent entre 50 et 100 % de la SAU des exploitations. Pour chacun de ces types de terrain, les réserves en eau sont très variables notamment selon l'épaisseur et la structure de l'horizon superficiel. En première approximation, on peut estimer les réserves utiles à 200 mm pour les vallées et de 100 à 150 mm pour les zones de coteaux labourés. Pour les surfaces de coteaux uniquement pâturées (parcours), cette réserve est sans doute moindre.

Les conséquences de ces caractéristiques climatiques sur le plan fourrager ont été décrites par BONNEFOUS (1976). La croissance de printemps peut permettre une mise à l'herbe précoce (début mars à mi-mars). Les contraintes concernent la période de disette estivale où seuls la luzerne, le sorgho fourrager et le maïs ont une croissance notable. Ces caractéristiques climatiques ont conduit à préconiser d'une part l'ensilage d'herbe au printemps pour le distribuer en été et d'autre part, l'irrigation pour assurer de bons rendements en maïs.

2) Caractéristiques de l'élevage laitier dans la région. Particularités des exploitations étudiées

Dans le département de la Haute-Garonne, des enquêtes réalisées de 1975 à 1980 montrent que la production laitière concerne des éleveurs âgés (50 ans en moyenne), des surfaces d'exploitations d'environ 35 ha et des cheptels d'une quinzaine de vaches. Les résultats techniques sont médiocres : production laitière moyenne de 3000 kg/V/an, chargements moyens voisins de 1,2 "éq. V/ha" (*) (EDE 31, com. pers.). Par contre, ces résultats sont très différents pour la fraction des éleveurs suivis au contrôle laitier : 4820 kg/V/an en 1981 (EDE 31, com. pers.).

Les exploitations que nous avons étudiées sont représentatives de cette dernière tranche. Dans le tableau 1, sont mentionnées leurs principales caractéristiques en 1981 et 1983, (années de début et de fin de l'étude pour lesquelles les enregistrements sont complets). Par convention, les exploitations sont indiquées par des lettres (B, F, H, D, I) et les années 81 à 84 par les indices 1 à 4.

(*) eq.v : équivalent vache. Il s'agit d'une comptabilisation simple des effectifs : 1 vache adulte = 1 eq.v ; 1 génisse = % eq.v selon son âge.

Tableau 1 - Principales caractéristiques des exploitations étudiées

exploitations et années	SAU (ha)	SFP (ha)	nombre de vaches	effectif total (eq.v)	lait (kg/v/an)	concentré correcteur tourteaux (kg/v/an)	prairies permanen. et parcours (ha)	cultures fourrag. annuelles (RGI maïs) (ha)	UTH
B 1	43	39	21	33	4360	396	27	7	1
3	56	51	29	44	5450	537	29	17	
F 1	65	47.5	23	36	5360	588	29	17	2
3	75	59.5	31	48	5270	480	33	15	
H 1	70	47.5	28	39	5140	398	12	19	1
3	72	48.5	34	47	5470	748	16	25	
D 1	63	56.5	26	37	4590	405	28	14	1
3	66	61.5	35	55	4860	528	29	17	
I 1	106	60	43	64	5100	430	20	17	2
3	123	66	46	71	5400	480	25	22	

Excepté l'exploitation I où la part des céréales est importante, le troupeau laitier est la principale source de revenu. Toutes les exploitations sont en phase de croissance du cheptel en gardant un nombre de génisses supérieur à celui nécessaire pour le renouvellement.

Les éleveurs recherchent des vêlages groupés en automne mais dans la plupart des cas, moins de 50 % des vêlages ont lieu d'octobre à décembre. Il n'y a donc pas de discontinuités marquées dans les besoins globaux du troupeau. La part des parcours et prairies naturelles est très variable mais peut constituer jusqu'au tiers de la SFP. Le maïs peut en principe être utilisé pour l'ensilage ou la vente en grains. Les stocks d'été sont toujours constitués d'ensilage d'herbe (le plus souvent ray-grass d'Italie éventuellement en association avec le trèfle violet et, plus rarement, luzerne en association avec le dactyle). L'ensilage de maïs est utilisé en hiver. Les foins sont disponibles en quantités très variables et sont principalement destinés aux génisses.

B) Les données recueillies

Les données de base recueillies sur les exploitations concernent les couverts utilisés et leurs modalités d'exploitation : dates et surfaces affectées à la fauche, à la pâture. Elles nous ont permis de reconstituer le calendrier de pâturage (période d'utilisation, temps de repousse, chargement instantané) et le calendrier de constitution et d'utilisation des réserves en stock. Le calendrier alimentaire a été reconstitué à partir des deux calendriers précédents, avec la connaissance ponctuelle des rations et en ajoutant les concentrés. Nous disposons de quelques données d'analyses de fourrage. En cas de ration mixte, nous avons vérifié que le pourcentage des différents composants de la ration est cohérent avec la

dynamique d'utilisation des ressources que nous avons parallèlement recons tituée. Les données utilisées pour le suivi du troupeau (variation d'effectif, dates de vêlage, et de tarissement) sont issues principalement des bordereaux du contrôle laitier. La production laitière est connue par les relevés du ramassage du lait.

L'ensemble de ces données a été recueilli du printemps 1981 à l'été 1984, lors de 4 à 8 passages annuels chez les éleveurs. Nous nous sommes intéressés à leurs décisions à court ou moyen terme et par la suite aux réalisations. Il faut souligner l'importance des discussions avec les éleveurs, elles nous ont permis de formuler des hypothèses sur les choix réalisés.

C) Méthodologie de dépouillement

1. Première étape: durée de la **campagne fourragère**, caractéristiques climatiques de la durée de la campagne fourragère.

a - Durée de la campagne fourragère

Nous avons caractérisé globalement les pratiques de gestion par la durée de campagne que nous avons mis en relation avec les indicateurs climatiques définis ci-dessous.

La durée de campagne est définie comme l'intervalle de temps observé entre deux mises à l'herbe. Le calcul tient compte des reports de ressources qu'ils soient constitués de réserves en stock (foin, ensilage) ou de réserves sur pied (colza fourrager, repousses de ray-grass avant destruction pour semis de maïs). La contribution de ces ressources "hors campagne" est évaluée en jours d'alimentation du troupeau en supplément ou en déduction de la durée.

Nous avons préféré ce mode de prise en compte à celui de la transformation en équivalents vache des UF contenues dans les stocks de début et fin de campagne parce que nous observons ici la résultante des effets conjoints du climat et de la gestion des ressources.

b - Caractérisation du climat et de ses effets sur la croissance.

N'ayant pas de références précises sur la croissance des fourrages en relation avec le climat dans les exploitations, nous avons utilisé des indices climatiques pour caractériser ses effets.

Pour évaluer la date potentielle de mise à l'herbe, nous avons utilisé les sommes de température (SALETTE, LEMAIRE, 1981) qui, en conditions de nutrition azotée non limitantes, permettent de prendre en compte les effets des variations climatiques. Pour les repousses et particulièrement celles de printemps, nous avons calculé l'évapotranspiration réelle (ETR) à partir de deux hypothèses de réserve en eau des sols. Cet indice permet de caractériser les variations interannuelles de croissance aux différentes saisons (DURU, LANGLET, 1986). Cet ensemble d'indicateurs climatiques nous permet de classer les années considérées.

2. Deuxième étape : identification et analyse des pratiques de gestion des ressources fourragères.

Inspiré d'une représentation des systèmes proposée par FORRESTER (1980), l'interprétation des opérations techniques se fait en terme de **variables de commandes** déclenchées par un **diagnostic** sur des **variables d'état.** Le plus souvent, les états du système ne sont pas mesurables facilement. Nous avons alors recours à des indicateurs d'état du système.

Les variables d'état concernent le niveau des ressources au pâturage ou en stock par eq.v (foin, silo). Elles peuvent être appréciées à tout moment de l'année. Pour les ressources stockées, les quantités récoltées sont estimées par cubage des silos et nous avons réalisé une bonne évaluation des quantités consommées. Pour le pâturage, l'appréciation des disponibilités requiert, en l'absence de mesure, le recours à des indicateurs indirects. A titre d'exemple, une évaluation grossière par défaut de la quantité d'herbe présente sur une parcelle est possible à partir du chargement instantané et d'une hypothèse de consommation par les animaux. Raisonner les ressources par eq.v permet de comparer des exploitations mais conduit à gommer les variations d'effectifs en cours de saison.

Les variables de commande permettent de modifier les niveaux instantanés des besoins des animaux ou des ressources en fourrages en fonction d'un diagnostic sur l'état présent ou d'un pronostic. Dans ce dernier cas, l'éleveur réalise un **pari** sur l'élaboration des ressources compte tenu d'éléments incertains comme le climat et prend donc plus ou moins de **risques** pour l'obtention de l'état souhaité. Chaque variable de commande sera caractérisée par la **nature** de l'intervention (fertilisation, affectation de surface, variation d'effectif...), sa **date de mise en oeuvre, son niveau** ainsi que le **délai** d'obtention des effets des interventions.

On peut distinguer plusieurs procédures pour identifier le diagnostic que porte l'éleveur sur les variables d'état ou pour identifier les indicateurs qu'il utilise. La manière la plus immédiate est de l'interroger sur ses propres critères de diagnostic mais dans ce cas, nous avons souvent des réponses stéréotypées plus conformes à des recommandations des organismes de développement qu'aux pratiques des éleveurs ou bien plus proches de leurs objectifs que de la réalité observée. Ce sont les raisons pour lesquelles nous avons exploré une voie indirecte dont nous indiquons ci-dessous les principes par étape.

La figure la schématise la base théorique de la démarche. Des variables d'état prises en compte pour le diagnostic partent des flèches symbolisant les circuits d'informations aboutissant aux variables de commande.

Compte tenu de la connaissance que nous avons des exploitations et de leur fonctionnement, nous avons émis des hypothèses quant aux circuits d'information et nous les avons **testées** sur des **cas réels.** On peut alors **comparer** entre éleveurs et/ou années, des **états** à la même date (quantité de réserves en stock), la **date** d'une opération (mise à l'herbe), les **moyens** mis en oeuvre durant une période donnée.

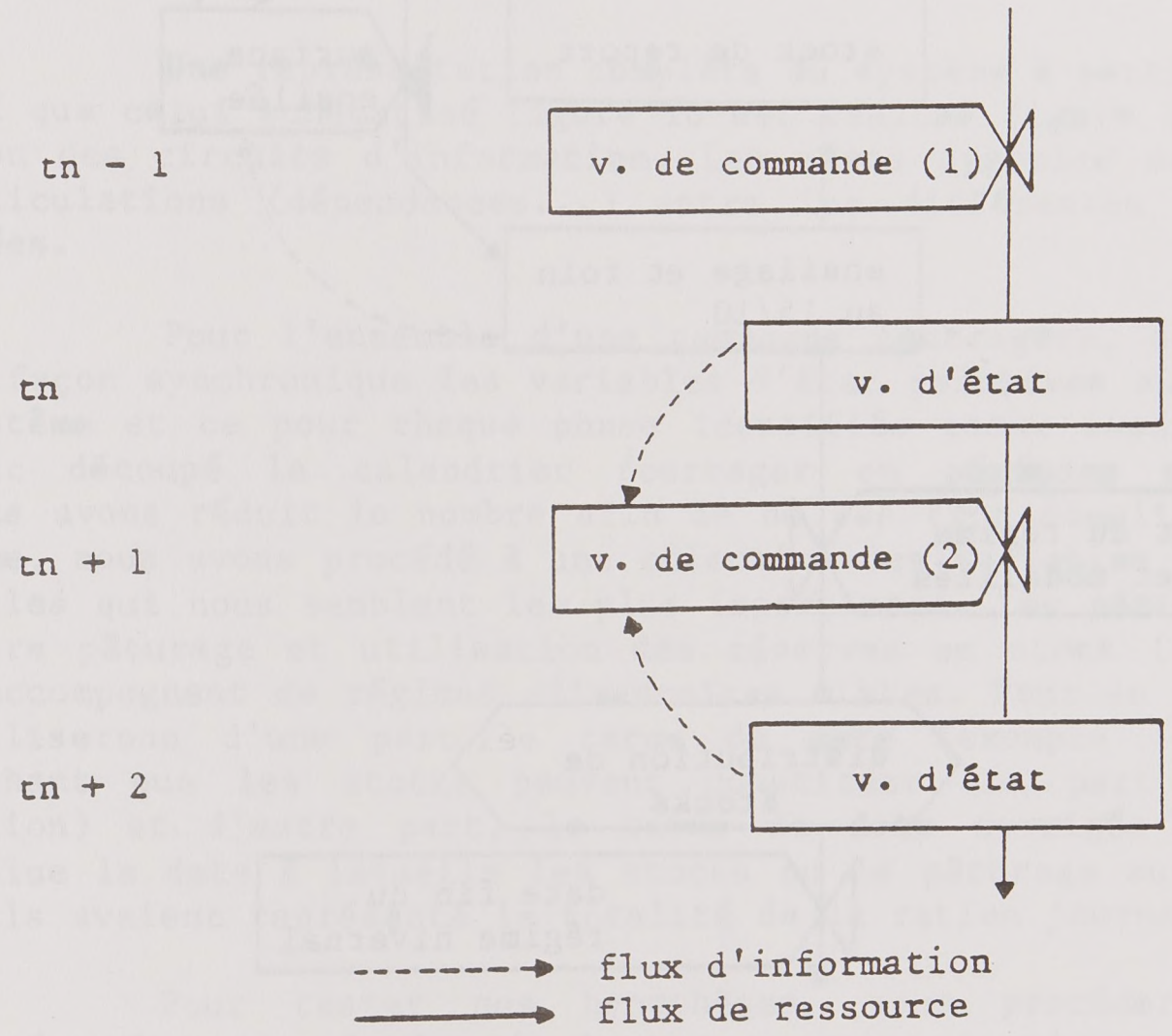


Figure 1a - Schématisation des relations entre variables d'état et de commande.

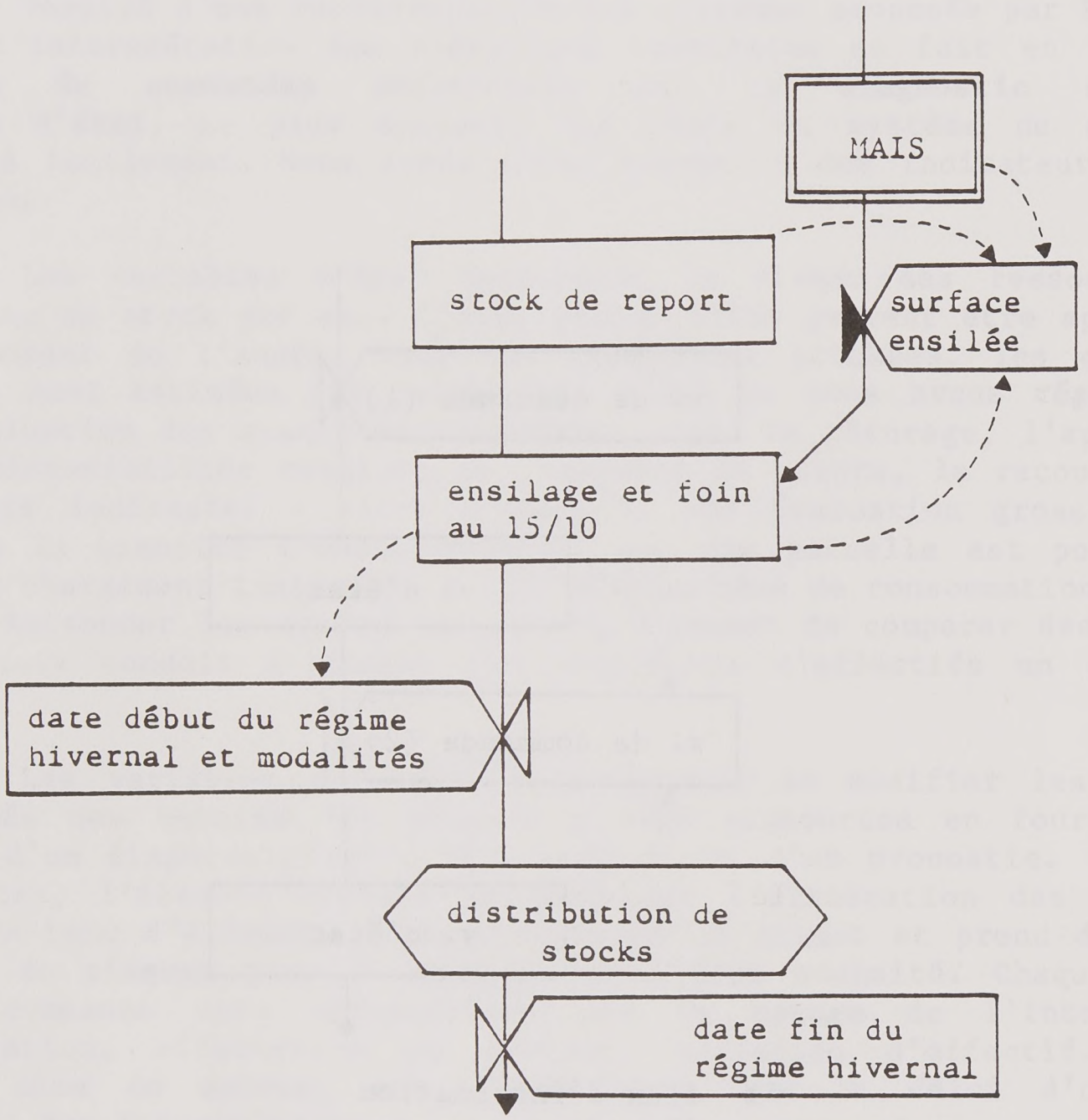


Figure 1b - Représentation d'un sous ensemble du système pour le début de la période hivernale.

variables d'état (par équivalent vache)

ressources au temps t

ressources au champ

niveau d'alimentation

variables de commande

sur des surfaces (par équivalent vache)

autre que surface

flux de ressources (constitution et utilisation)

flux d'information

Un exemple de représentation pour la période de début d'hivernage est donné figure 1b. Les principales décisions à prendre concernent la surface de maïs à ensiler et la date de début de régime hivernal.

Les circuits d'information que nous testerons sont indiqués. Ainsi à l'automne, la décision concernant la surface de maïs à ensiler dépend a priori, des rendements, des stocks de report (ensilage d'herbe et foin) et de l'objectif de réserves en stock pour l'hiver. Sur cette figure ne sont indiquées ni les variables climatiques, ni les distributions de concentrés.

Une représentation complète du système à partir de sous-ensemble tel que celui schématisé figure 1b est réalisé figure 1c sans représentation des circuits d'information. Les mêmes symboles sont retenus et les articulations (dépendances...) entre les différentes phases sont indiquées.

Pour l'ensemble d'une campagne fourragère, nous avons organisé de façon synchronique les variables d'état relatives aux compartiments du système et ce pour chaque phase identifiée comme importante. Nous avons donc découpé le calendrier fourrager en **périodes alimentaires**, dont nous avons réduit le nombre afin de ne pas trop compliquer l'analyse. De même, nous avons procédé à une sélection des variables de commandes parmi celles qui nous semblent les plus importantes. Les périodes de transition entre pâturage et utilisation des réserves en stock (et réciproquement) s'accompagnent de régimes alimentaires mixtes. Pour en tenir compte, nous utiliserons d'une part le terme de **date** (exemple : mise à l'herbe, sachant que les stocks peuvent constituer une part importante de la ration) et d'autre part, le terme de **date corrigée** (dans ce cas, on évalue la date à laquelle les stocks ou le pâturage auraient été épuisés s'ils avaient représenté la totalité de la ration journalière).

Pour tester nos hypothèses, nous procéderons **graphiquement** par la mise en relation de la nature et/ou du niveau d'une variable de commande avec une variable d'état et ce pour l'ensemble des cas (éleveurs-années). Ayant une estimation des effets directs et indirects des particularités climatiques saisonnières sur les variables d'état, nous recherchons en quoi les variables de commande sont modifiées.

Les variables de commande misent en oeuvre à différentes dates de la campagne fourragère sont souvent interdépendantes. En effet, une décision à un moment donné modifie le champ des décisions possibles ultérieurement. Par exemple, pour des couverts fourragers donnés, connaissant la date de mise à l'herbe et la surface à pâturer, le choix du chargement déterminera en partie la fin de la date d'exploitation du premier cycle (aux effets des variations climatiques près).

En résumé, nous utilisons une forme particulière d'**approche comparative** proche de démarches utilisées en écologie, (BARBAULT et al., 1981). Faute de maîtriser, comme dans un dispositif expérimental, un ou plusieurs facteurs, ce sont des variations observées a posteriori des pratiques ou de certains facteurs du milieu qui servent de variables contrôlées, de façon à dégager les effets de ces variables sur l'état du système étudié.

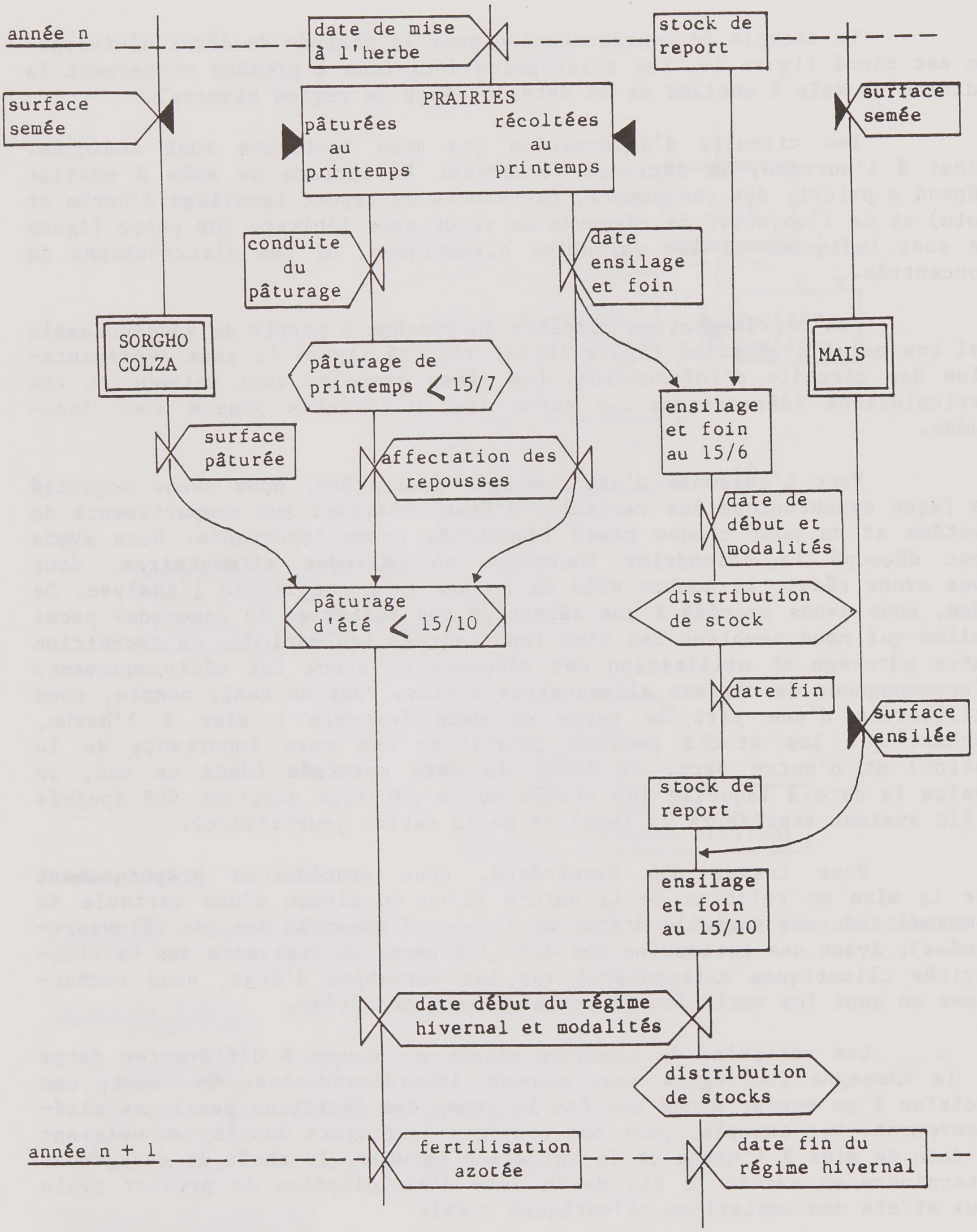


Figure 1c - Représentation du système pour une campagne.

variables d'état (par équivalent vache)

- ressources au temps t
- ressources au champ
- niveau d'alimentation

variables de commande

- sur des surfaces (par équivalent vache)
- autre que surface
- flux de ressources (constitution et utilisation)
- flux d'information

II - INDICATEURS CLIMATIQUES ET BILAN ANNUEL DE LA GESTION DES RESSOURCES.

A - Les indicateurs climatiques choisis

Ils sont exprimés en termes d'évènement fourrager ou de croissance potentielle à une saison donnée selon les données dont nous disposons.

C'est au printemps que nous pouvons le mieux caractériser la croissance potentielle et donc la date de mise à l'herbe possible peut être facilement évaluée. En effet, elle a lieu le plus souvent sur le ray-grass semé à l'automne précédent. La croissance peut s'exprimer en fonction des températures. Nous estimons que la mise à l'herbe peut se faire dès que la production atteint 1,5 t de MS/ha. Il est admis que cette condition est remplie pour ce couvert dans la région à partir du 10/03 en moyenne. La somme des températures pour la période du 1/01 au 10/03 est en moyenne de 400° C. Nous avons calculé pour chaque année étudiée, la date à laquelle cette valeur a été atteinte. Nous disons que cette date est la date potentielle de mise à l'herbe et nous la retenons comme indicateur climatique de cette période. Les résultats sont donnés dans le tableau 2.

En été, nous définissons la date d'apparition de la sécheresse comme la date à partir de laquelle le tracé de la courbe ETR en fonction du temps présente un net infléchissement. Cette évaluation a été réalisée pour 2 hypothèses de réserve en eau des sols (100 et 150 mm) pour tenir compte de la diversité des terrains des exploitations.

Pour estimer les croissances potentielles, nous avons raisonné par périodes et caractérisé chacune d'entre elles par l'indice climatique cumulé. L'étude des calendriers alimentaires nous a conduit à retenir les périodes suivantes : 1/5 - 1/7 pour les repousses au pâturage de printemps, 1/7 - 15/10 pour les repousses d'été et d'automne, 1/5 - 15/10 pour caractériser la période de croissance du maïs.

Tableau 2 -Caractérisation du climat aux différentes saisons

Périodes et indices climatiques (printemps 1981 à été 1984)	réserve en eau (mm)	1981	1982	1983	1984
.date potentielle de mise à l'herbe (date où $\Sigma\theta$ = 400°C)		7/3	14/2	16/3	22/3
.date d'apparition de la sécheresse (estimation à partir du fléchissement de la courbe Σ ETR)	100	1/8	15/6	1/6	1/7
	150	10/8	20/7	10/7	20/7
.croissance de printemps Σ ETR du 1/5 au 1/7	100	244	119	145	214
	150	244	169	195	224
.croissance d'été et d'automne (Σ ETR du 1/7 au 15/10)	100	196	238	165	
	150	245	238	165	
.potentiel climatique pour la croissance du maïs (Σ ETR du 1/5 au 15/10)	100	365	293	244	
	150	414	342	294	

Les données du tableau 2 montrent que la date potentielle de mise à l'herbe peut varier de plus d'un mois. La date d'apparition de la sécheresse apparaît encore plus variables. L'année 1981, moyennement précoce pour la mise à l'herbe se caractérise par le déficit hydrique plus tardif. Les années 1982 et 1983 diffèrent principalement par la précocité au printemps et les potentialités de repousses en fin d'été. L'année 1984 est tardive comme 1983 mais le déficit hydrique de début d'été est plus faible.

B - Bilan annuel de la gestion des ressources fourragères

Les durées des campagnes fourragères apparaissent très variables entre éleveurs et années : 10 à 14 mois (tableau 3).

Tableau 3 - Durées des campagnes fourragères

Eleveurs	81/82	82/83	83/84
B	13	12,5	11,5
F	14	11	13,5
H	13,5	10	11,5
D	12,5	13	11
I	11	12	12

Nous avons vérifié que ces différences ne sont pas dues à des variations d'effectif ou de surface entre années. Il n'apparaît pas de relation nette entre ces durées et l'année climatique, excepté 1981 qui est la plus longue dans presque tous les cas. Comment expliquer cette absence de relation ? Les durées de campagne ne suivant pas celles du potentiel climatique, on aurait pu s'attendre à en trouver la sanction dans les niveaux de production réalisés. Nous avons constaté que l'évolution de la production laitière est indépendante des potentiels climatiques pour les campagnes étudiées. Comment les niveaux de production ont-ils pu alors se maintenir et même progresser lors des campagnes les plus défavorables (82 et 83) ?

Les autres hypothèses que nous avons émises telles que l'amélioration des potentiels génétiques des troupeaux, l'augmentation des quantités de concentrés distribuées, l'évolution des assolements (augmentation de la part du maïs) ne permettent pas de rendre compte de la non-concordance pour les années considérées entre les niveaux de production laitière et les potentiels climatiques (DURU et ROHMER, non publié).

Aussi, est-ce dans l'étude détaillée de la gestion des ressources que nous sommes conduits à rechercher des effets masquant ceux du climat.

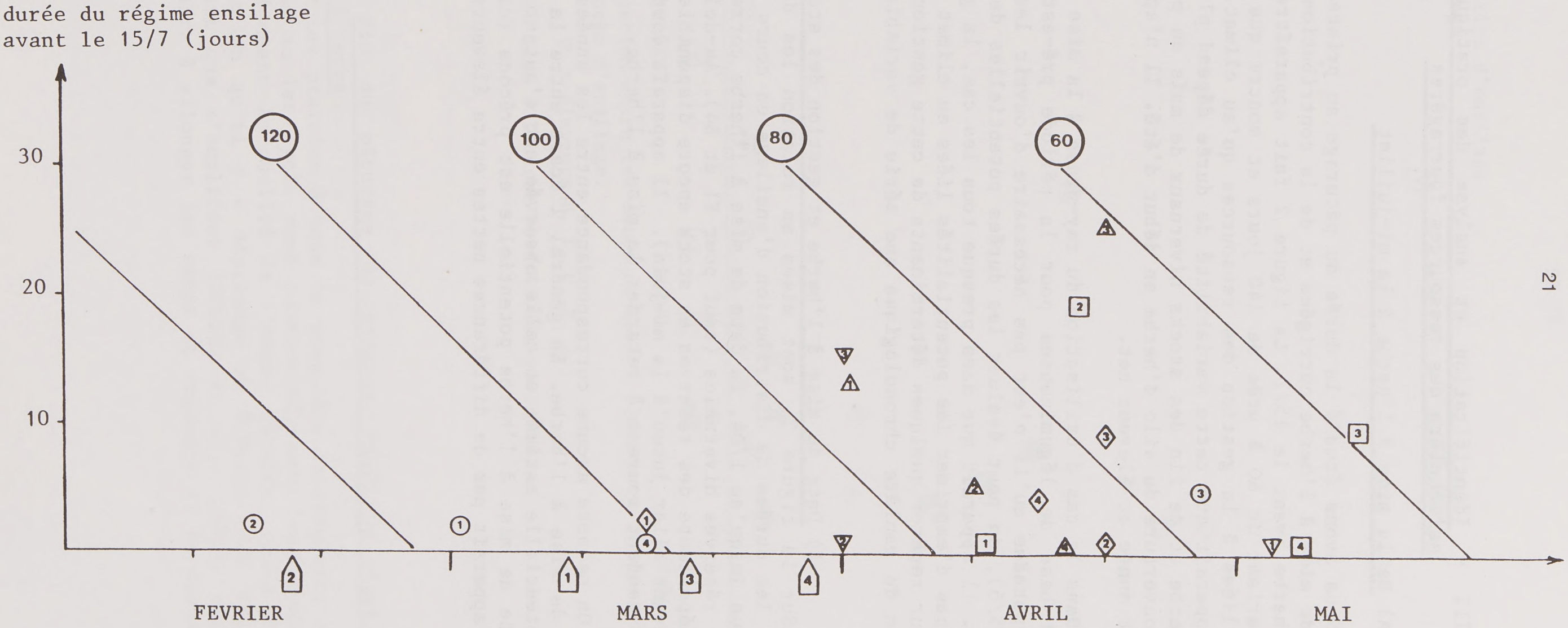


Figure 2 : Journées de pâturage réalisées avant le 15/7, en fonction de la date de mise à l'herbe et de la date d'ouverture du silo d'herbe.

1 , 2 , 3 , 4 : années ; ○, □ , ◇ , △ , ▽ : éleveurs B, F, H, D, I ; (i) : date de mise à l'herbe potentielle pour l'année i, (80) : durée du pâturage en jours.

III - Identification et analyse des pratiques de gestion saisonnière des ressources fourragères

A) De la mise à l'herbe à la mi-juillet

Nous avons étudié la durée du pâturage au printemps en fonction des dates de mise à l'herbe corrigées et de la contribution dans la ration du silo d'herbe avant le 15/7. La figure 2 fait apparaître des durées de pâturage variant de 60 à près de 140 jours et montre que ces variations sont plus liées à la gestion des ressources qu'au climat. Plus précisément, il apparaît que cette variabilité de durée dépend plus des dates de mise à l'herbe et de fin des stocks hivernaux de maïs au printemps que de la date d'ouverture du silo d'herbe en début d'été. Il n'apparaît en aucun cas d'effet année et éleveur net.

Dans le cas d'utilisation du ray-grass à la mise à l'herbe et de couverts à base de légumineuses pour la période pré-estivale (on fait alors l'hypothèse qu'il n'est pas nécessaire d'ouvrir les silos d'herbe avant le 15/6), on peut évaluer les durées potentielles de pâturage selon les années. Il apparaît que dans presque tous les cas, la gestion réalisée ne permet pas d'exprimer les potentialités liées au climat des différentes années. Pour repérer quelques déterminants de cette gestion nous avons mis en relation de manière chronologique une série de variables d'état et de commande.

1) Date de mise à l'herbe et gestion des stocks hivernaux

Sur la figure 3, sont mises en relation les dates de mise à l'herbe et les durées de distribution d'ensilage en cours de pâturage. Il apparaît que jusqu'au 1/04, la date de mise à l'herbe correspond à la date de fin des réserves hivernales (sauf pour F1 et B4). Au-delà du 1/04, elle semble indépendante des réserves en stock encore disponibles (la mixité du régime pouvant aller jusqu'à la mi-juin). Il apparaît donc que des stocks importants tendent souvent à retarder la mise à l'herbe.

On ne note aucune correspondance entre les années climatiques et les dates de mise à l'herbe. En général l'écart entre la date de mise à l'herbe potentielle estimée et celle observée est d'autant plus importante que la date de mise à l'herbe potentielle est précoce (cas de 1982). De même il n'apparaît pas de différences nettes entre éleveurs.

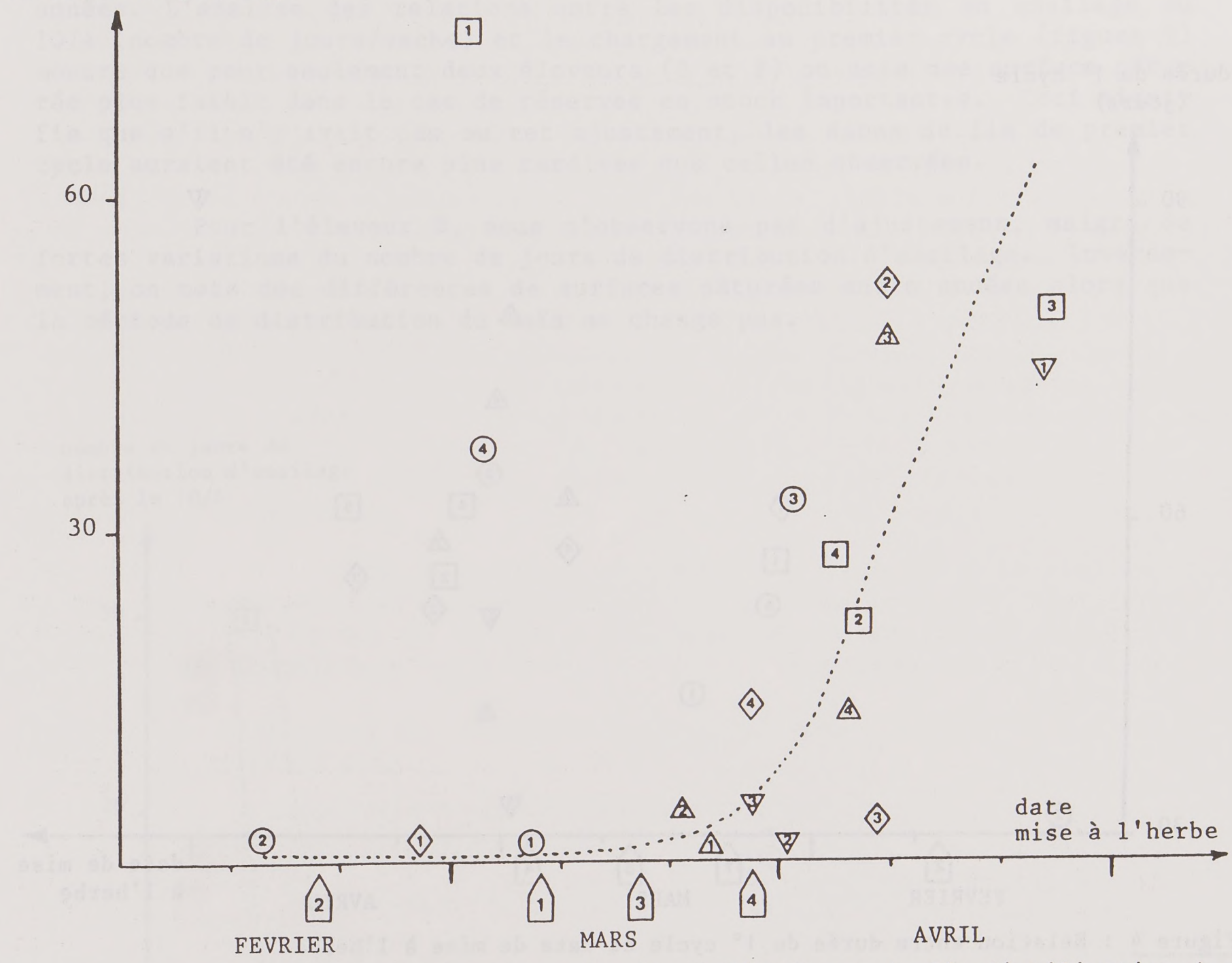


Figure 3 : Relation entre les dates de mise à l'herbe et de fin d'utilisation des stocks d'ensilage.

○, □, ◇, △, ▽ : éleveurs B, F, H, D, I ;

(i) : date de mise à l'herbe potentielle pour l'année i.

2) Fin du pâturage du premier cycle et date de mise à l'herbe

Sur les prairies à base de graminées fourragères, les modalités d'exploitation au ler cycle sont particulièrement importantes. En effet elles conditionnent la qualité de l'herbe pâturée, celle des repousses ultérieures selon qu'il y a déprimage ou étêtage. Par ailleurs, toute erreur ne fait que s'amplifier (GILLET et al., 1980), car un surplus d'herbe conduira à allonger les temps de repousse si la surface n'est pas réduite.

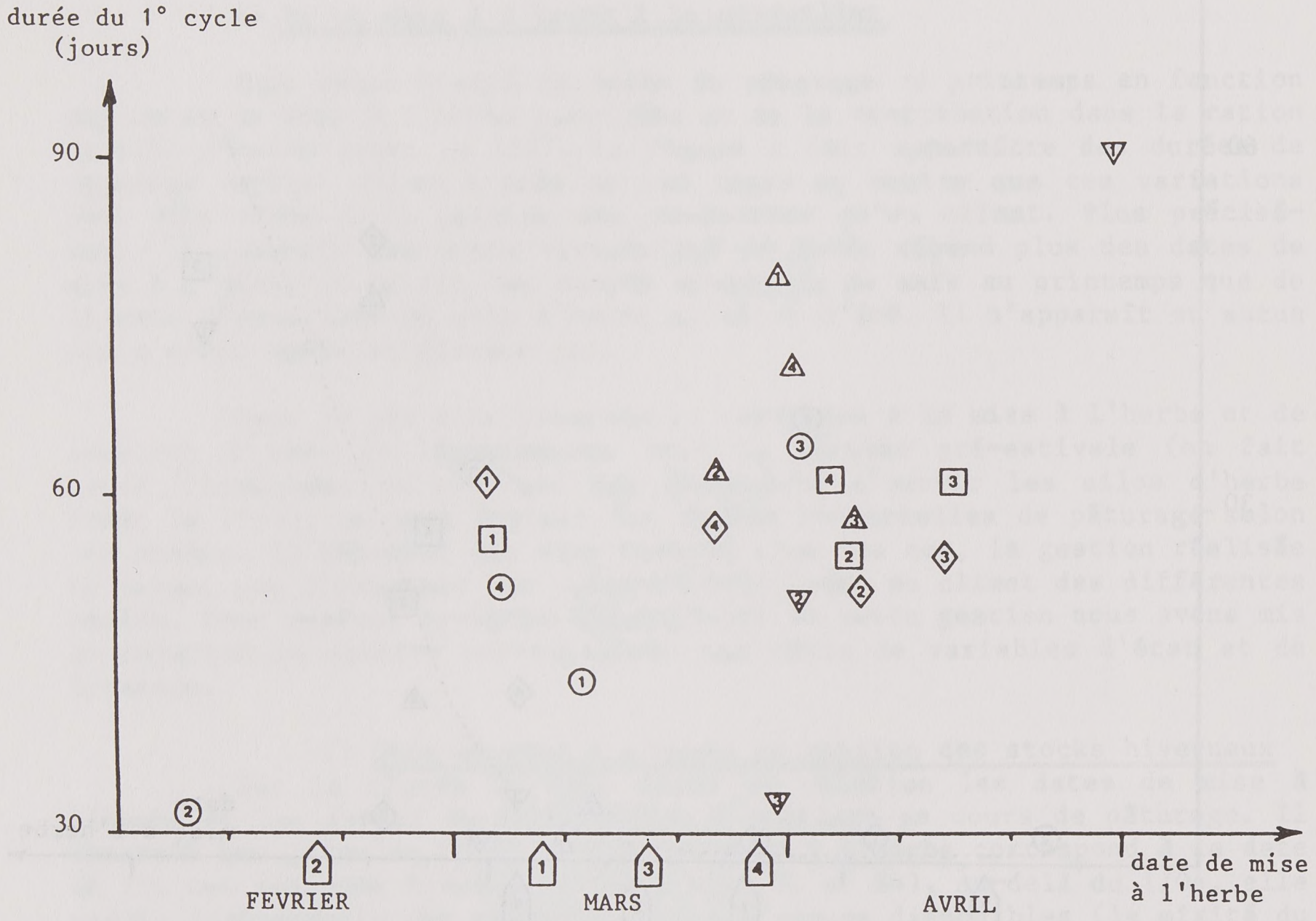


Figure 4 : Relation entre durée du 1° cycle et date de mise à l'herbe

○, □, ◇, △, ▽ : éleveurs B, F, H, D, I ; (i) : date de mise à l'herbe potentielle pour l'année i.

Nous notons que les durées d'exploitation du premier cycle tendent à être plus longues lorsque la mise à l'herbe a été tardive (figure 4). Les durées d'exploitation du premier cycle varient de 1 mois à 2,5 mois ; les durées les plus longues étant observées le plus souvent pour les cas de mise à l'herbe les plus tardives. Avec des dates de mise à l'herbe voisines (vers le 1/4), on note que les durées d'exploitation du 1er cycle sont plus importantes en 81 et 84 qu'en 82 et 83, ceci en accord avec les potentiels de croissance à cette période (tableau 2).

Ces observations conduisent à s'interroger sur le recours à des ajustements de surface qui auraient permis d'avancer la fin du pâturage du 1er cycle et donc d'en améliorer la valeur fourragère. Par exemple,une année donnée, en cas de mise à l'herbe tardive, on aurait pu s'attendre à

une réduction de la surface pâturée par vache relativement aux autres années. L'analyse des relations entre les disponibilités en ensilage au 10/4 (nombre de jours/vache) et le chargement au premier cycle (figure 5) montre que pour seulement deux éleveurs (B et F) on note une surface pâturée plus faible dans le cas de réserves en stock importantes. Ceci signifie que s'il n'y avait pas eu cet ajustement, les dates de fin de premier cycle auraient été encore plus tardives que celles observées.

Pour l'éleveur D, nous n'observons pas d'ajustement, malgré de fortes variations du nombre de jours de distribution d'ensilage. Inversement, on note des différences de surfaces pâturées entre années alors que la période de distribution du maïs ne change pas.

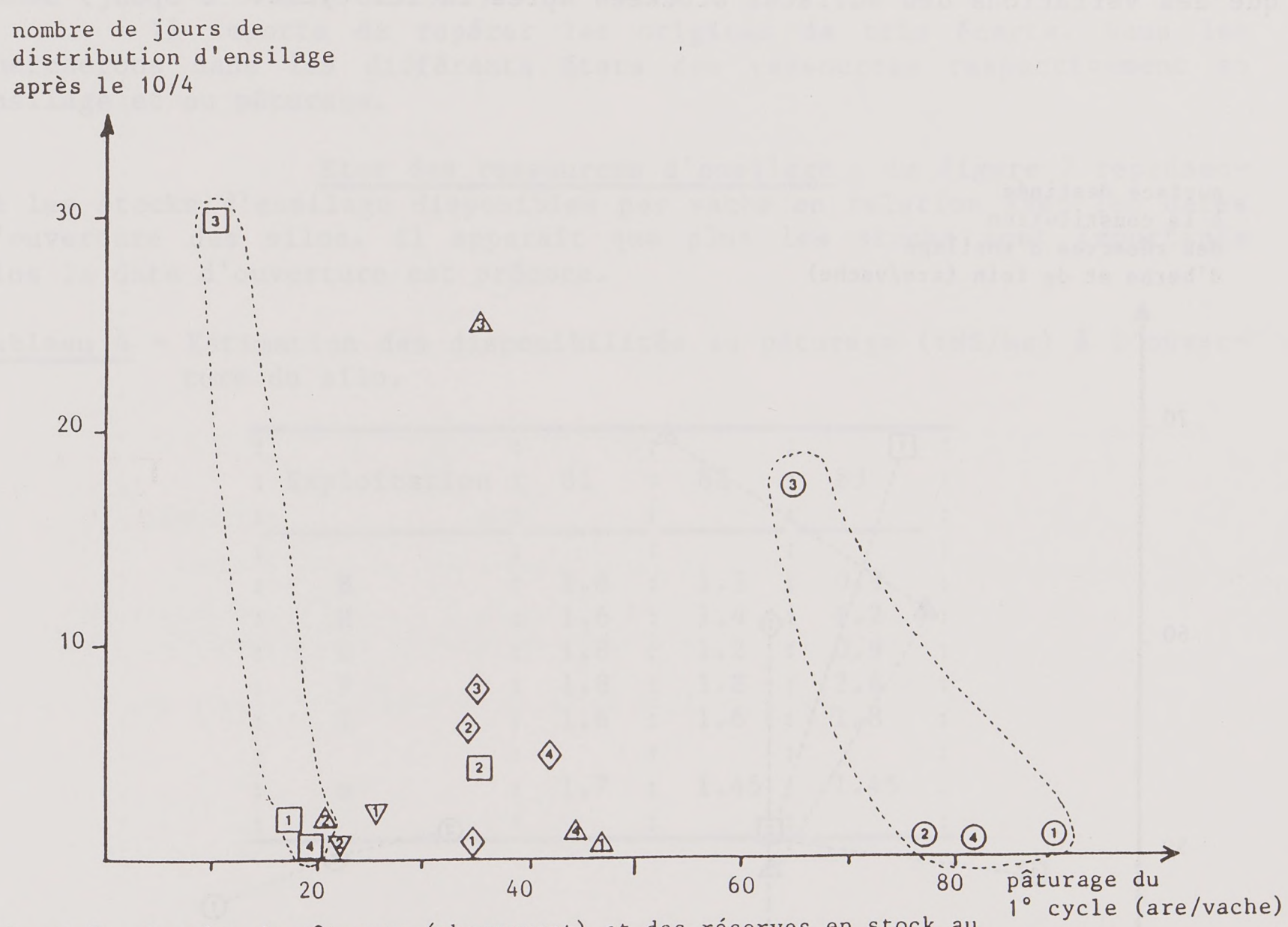


Figure 5 : Gestion du pâturage (chargement) et des réserves en stock au printemps (en cas de mixité du régime, la quantité d'ensilage est ramenée en nombre de jours de ration totale).

○ , □ , ◇ , △ , ▽ : éleveurs B, F, H, D, I.

3) Utilisation des surfaces après le ler cycle

Pour des caractéristiques climatiques et une surface donnée, le niveau des réserves en stock dépendra du nombre de coupes réalisées en fonction des couverts fourragers concernés et de l'exploitation des repousses en pâturage.

On peut formuler l'hypothèse que la surface destinée à la constitution des réserves joue un rôle de régulation pour le pâturage après le premier cycle. Pour la tester, nous avons évalué les quantités disponibles au pâturage en mai-juin compte tenu d'une hypothèse de prélèvement par vache. Cette donnée représente une estimation plancher des quantités sur pied, compte tenu du gaspillage et du refus qui ont pu avoir lieu. La représentation de ce critère en fonction de la surface réservée aux stocks qui est utilisée comme surface complémentaire pour le pâturage (figure 6) montre que les stocks ne jouent pas un rôle régulateur comme on avait pu le penser.

On peut conclure que les variations annuelles des disponibilités globales pour le pâturage dépendent plus des modalités d'exploitation aux cycles précédents des parcelles concernées en interaction avec le climat, que des variations des surfaces stockées après le 1er cycle.

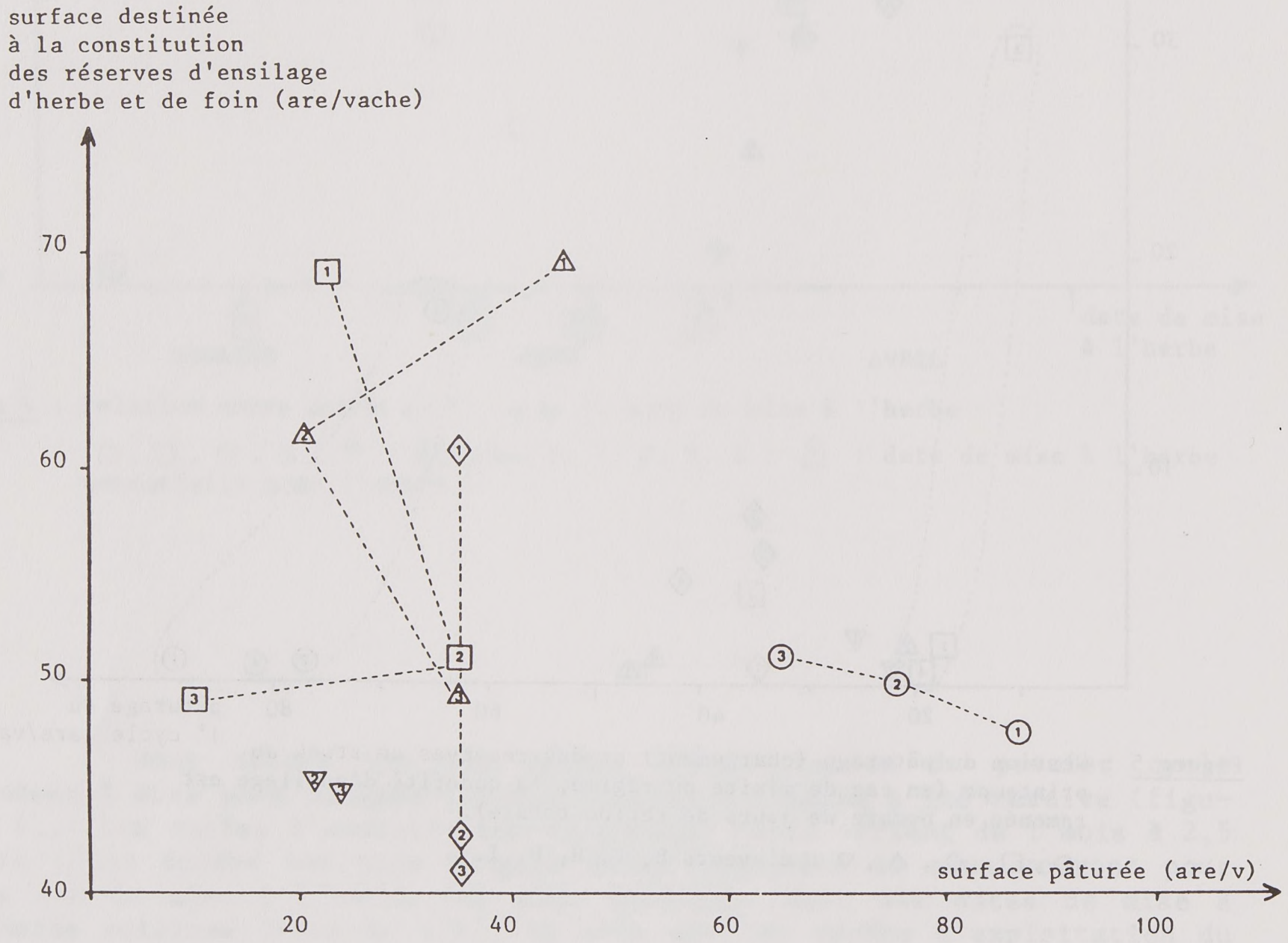


Figure 6 : Relation entre les surfaces en herbe destinées à la pâture et aux réserves au printemps.

○ , □ , ◇ , △ , ▽ : éleveurs B, F, H, D, I.

4) Contribution du pâturage dans la ration en début d'été

Nous avons utilisé 2 critères pour caractériser le pâturage à cette période : la date d'ouverture du silo et l'importance du pâturage dans l'alimentation aux mois de juin et juillet.

a) Date d'ouverture du silo

Les dates moyennes d'ouverture des silos sont respectivement les 15/7, 1/7 et 25/7 pour les étés 1981 à 1984. On remarque que la date moyenne d'ouverture du silo correspond à la date présumée d'apparition de la sécheresse pour une RU de 150 mm (tableau 2) sauf pour 1981 où la sécheresse est apparue plus tardivement que la date d'ouverture des silos. On observe toutefois de fortes disparités entre éleveurs pour une même année (jusqu'à 3 mois en 1981).

Il importe de repérer les origines de tels écarts. Nous les chercherons dans les différents états des ressources respectivement en ensilage et ou pâturage.

Etat des ressources d'ensilage : la figure 7 représente les stocks d'ensilage disponibles par vache en relation avec les dates d'ouverture des silos. Il apparaît que plus les stocks sont importants plus la date d'ouverture est précoce.

Tableau 4 - Estimation des disponibilités au pâturage (tMS/ha) à l'ouverture du silo.

Exploitation	81	82	83
B	1.8	1.3	0.9
H	1.6	1.4	1.2
D	1.8	1.2	0.9
F	1.8	1.8	2.6
I	1.6	1.6	1.8
m	1.7	1.45	1.45

Etat des réserves fourragères sur pied pour le pâturage : durant les deux semaines précédant l'ouverture du silo, nous avons évalué les quantités d'herbe sur pied à partir des données parcellaires de chargement instantané, de durée de pâturage. Ces données sont rassemblées dans le tableau 4.

Il apparaît que l'offre d'herbe à pâturer a été très différente selon les élevages puisque les troupeaux sont entrés sur des parcelles avec des disponibilités variant de 900 kg à 2600 kg/ha. En moyenne, relativement aux disponibilités au pâturage, les silos ont été ouverts plus tôt en 1981, l'année la plus humide. Les variations entre éleveurs sont toutefois importantes une année donnée.

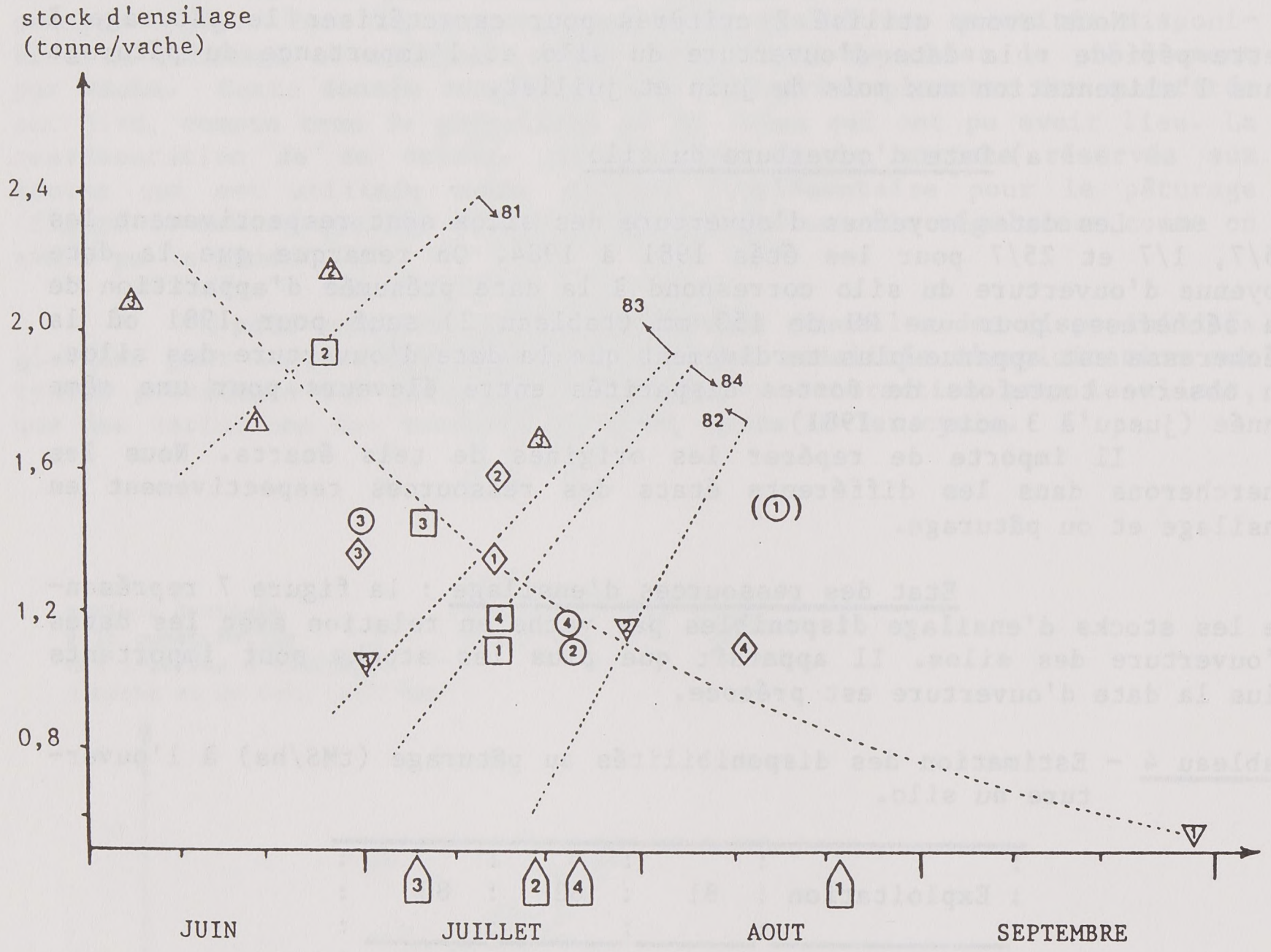


Figure 7 : Stocks d'ensilage d'herbe et dates d'ouverture du silo d'herbe.

○ , □ , ◇ , △ , ▽ : éleveurs B, F, H, D, I ; ((1)) représente un cas particulier : l'ensilage d'herbe est destiné à l'alimentation estivale et hivernale).

(i) : date estimée d'apparition de la sécheresse l'été i pour une RU de 150mm.

Nous avons étudié les quantités disponibles sur les parcelles pâturées en fonction des réserves (silo d'herbe, foin utilisé par les mères) en début d'été (figure 8). Il apparaît que le niveau d'utilisation du pâturage a été d'autant plus important que les réserves en stock étaient faibles.

La mise en relation de la date d'ouverture du silo avec les 2 variables d'état précitées montre que cette date est plus dépendante des quantités d'ensilage que de l'herbe disponible au pâturage. Par ailleurs, nous n'observons pas de hiérarchie entre années selon le climat pour chacune de ces variables d'état.

Dans des situations extrêmes (stock faible en ensilage et peu de disponibilité au pâturage), la date d'ouverture du silo était retardée par la mise en oeuvre d'autres ajustements (distribution de foin pour les exploitations H et B en 1984). Cette observation renforce la conclusion précédente.



Figure 8 : Disponibilité en stock et pâture à l'ouverture du silo d'herbe.

○ , □ , ◇ , △ , ▽ : éleveurs B, F, H, D, I.

b) Contribution alimentaire du pâturage aux mois de juin et juillet.

Nous avons mis en relation la contribution du pâturage dans la ration avec la nature des couverts pâturés (la figure 9).

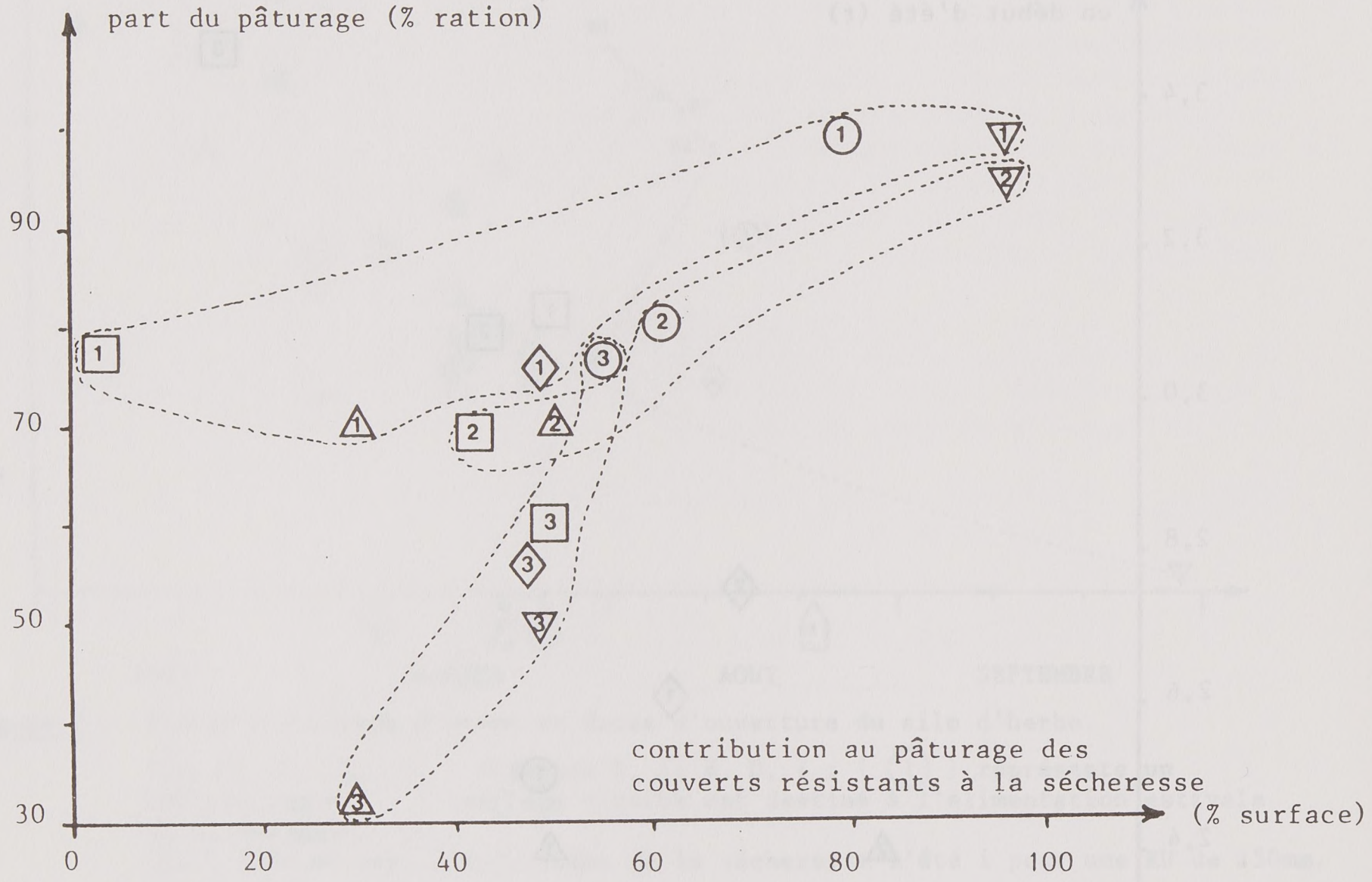


Figure 9 : Importance du pâturage en juin-juillet et type de couverts utilisés. Pour une RU de 100 mm, les valeurs de l'ETR sont respectivement de 230, 125 et 65 mm pour les années 81, 82, 83.

○, □, ◇, △, ▽ : éleveurs B, F, H, D, I.

ensemble des exploitations d'une année donnée.

Il apparaît que pour une année donnée, la contribution du pâturage augmente avec l'utilisation des couverts les moins sensibles à la sécheresse (luzerne en culture pure ou en association, trèfle violet en association). L'intensité de cette relation varie selon les années et semble d'autant plus grande que la sécheresse est importante (1981 et 1983).

Nous avons mis en relation l'importance des stocks d'ensilage constitués avec la contribution au pâturage, pour la période de juin juillet des couverts les plus résistants à la sécheresse. Pour plusieurs cas, il apparaît qu'un niveau élevé de stocks constitués correspond à un faible taux d'utilisation de couverts résistants à la sécheresse. Il y aurait donc une stratégie de constitution des stocks d'ensilage en fonction des types de couverts disponibles pour le pâturage.

B - De la mi-juillet au début d'hivernage.

Les données du tableau 2 montraient à ces périodes une forte différenciation des potentiels de croissance selon la hiérarchie décroissante suivante : 1982 année la plus favorable puis 1981 et 1983.

Pour la période allant du 15/7 au début de l'hivernage, nous avons évalué la contribution du pâturage en équivalent jours de rationnement total (total des jours compris dans cette période pendant lesquels les stocks utilisés auraient suffi à nourrir le troupeau sans le complément de pâturage). Ces évaluations constituent les données indiquées en ordonnée à la figure 10.

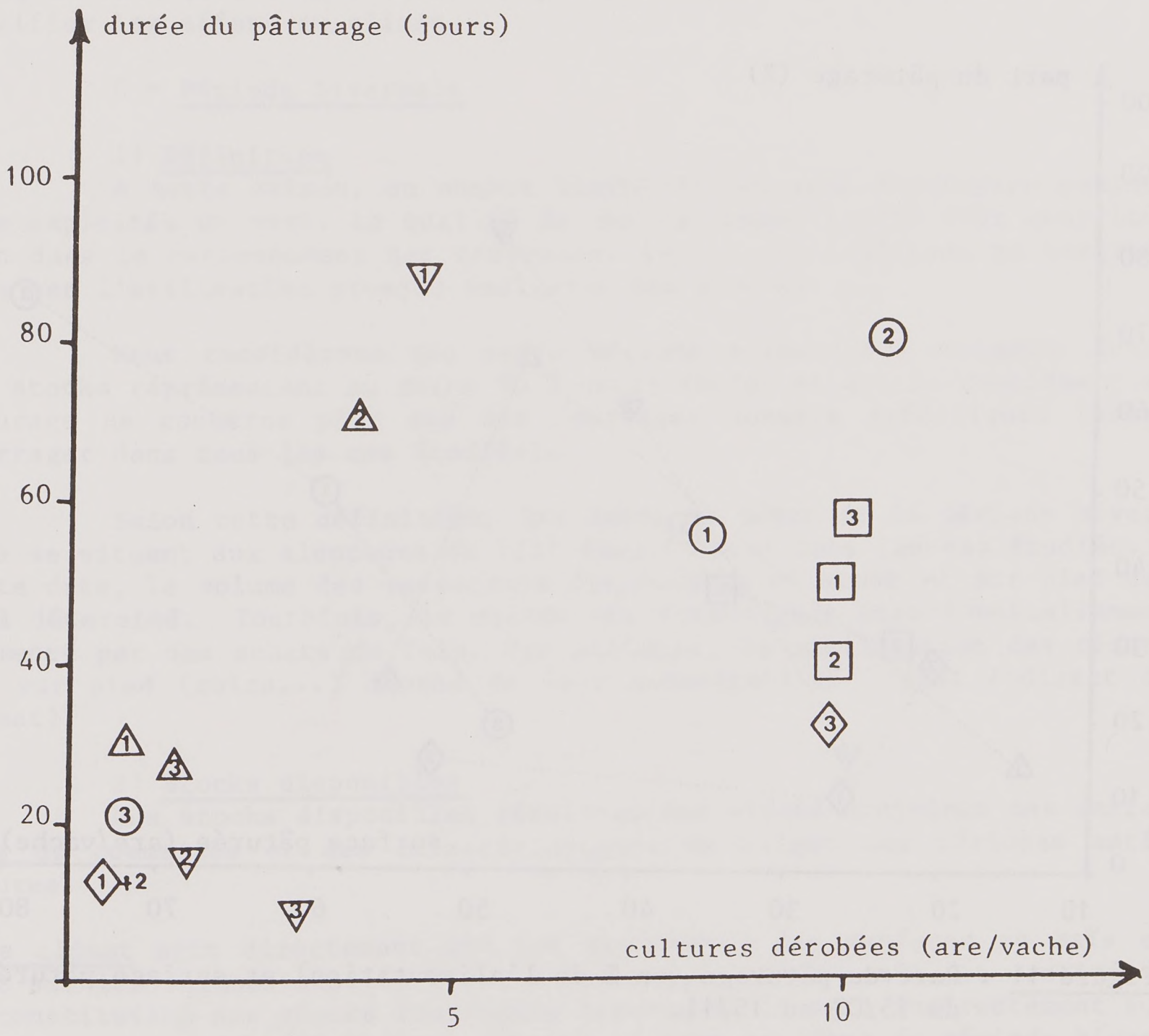


Figure 10 : Importance du pâturage en fonction des cultures dérobées.
○ , □ , ◇ , △ , ▽ :éleveurs B, F, H, D, I.

L'importance de cette contribution est très variable selon les élevages et les années. Dans certains cas, la part du pâturage est insignifiante. On note de fortes différences entre années pour un même éleveur (B, D, I). On ne peut donc parler a priori de stratégies. Cette variabilité n'est pas non plus en relation apparente avec le contexte climatique. Aussi, pour l'expliquer, nous émettons 2 hypothèses relatives au rôle des cultures dérobées et à l'importance de la surface pâturée.

1) Rôle des cultures fourragères dérobées.

L'importance de la contribution alimentaire du pâturage (nombre de jours) en fonction des surfaces de cultures dérobées est représentée sur la figure 10. Bien que la contribution des cultures dérobées ne représente pas plus de 25 à 50 % du pâturage, il apparaît une tendance à l'augmentation de la part du pâturage quand leurs surfaces augmentent.

2) Importance de la surface pâturée

La figure 11 montre une relation assez grossière entre la contribution alimentaire du pâturage et la surface pâturée. Cette relation est particulièrement nette pour les exploitations B, F et I. D'une manière générale, on n'observe pas de différence nette entre années. Cependant

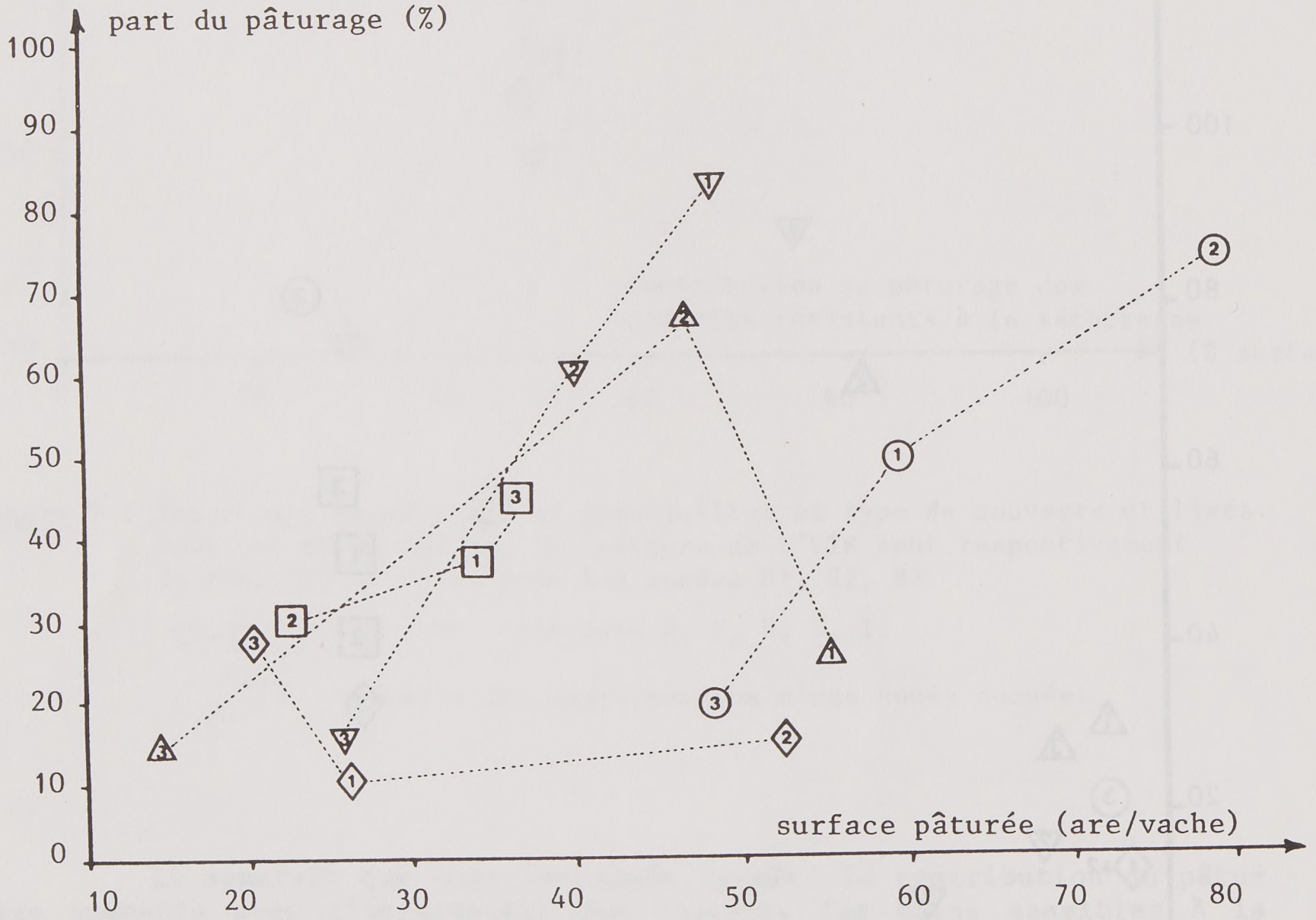


Figure 11 : Part du pâturage (en % de l'alimentation) et surface pâturée du 15/07 au 15/11.

○ , □ , ◇ , △ , ▽ : éleveurs B, F, H, D, I.

1983, année sèche, apparaît comme l'année où la part du pâturage a souvent été la moins élevée. Cette observation est à mettre en relation avec la sécheresse mais aussi avec la surface moindre affectée au pâturage. En effet, les couverts peu résistants à la sécheresse ne sont utilisés que les étés où le déficit hydrique est faible.

3) Effet des types de couverts utilisés

Des modifications d'assolement fourrager ont permis d'expliquer pour certaines exploitations que les niveaux de contribution du pâturage soient restés assez semblables au cours d'années pourtant différenciées selon l'importance de la sécheresse estivale (cas de B et de F, augmentation des associations pour H en 82 par rapport à 81 et réduction pour I en 83 par rapport à 82, augmentation notable des cultures dérobées pour H en 83 par rapport à 81 et 82.

La contribution du pâturage en été résulte donc des effets conjoints du climat, de l'assolement fourrager et de la gestion des stocks. Mais il est remarquable de constater que les modifications d'assolement, telles qu'elles sont précisées ci-dessus, ne contituent pas uniquement des anticipations pour les disponibilités fourragères de la campagne. Elles correspondent aussi à d'autres impératifs (coût de production...). Les changements d'assolements réalisés peuvent, selon les années, atténuer ou amplifier les effets du climat.

C - Période hivernale

1) Définition

A cette saison, un nombre limité de couverts fourragers peuvent être exploités en vert. La qualité de ces fourrages limite leur contribution dans le rationnement des troupeaux. Aussi, cette période se caractérise par l'utilisation presque exclusive des stocks.

Nous considérons que cette période alimentaire commence quand les stocks représentent au moins 80 % de la ration et que le complément au pâturage ne concerne plus que des fourrages annuels spécifiques (colza fourrager dans tous les cas étudiés).

Selon cette définition, les dates de début de la période hivernale se situent aux alentours du 1/11 dans presque tous les cas étudiés. A cette date, le volume des ressources disponibles en stock et sur pied est déjà déterminé. Toutefois, le volume des stocks peut être éventuellement augmenté par des achats de foin. Par ailleurs, la mobilisation des réserves sur pied (colza...) dépend de leur accessibilité (effet indirect du climat).

2) Stocks disponibles

Les stocks disponibles résultent des effets conjoints des variables de commandes et des caractéristiques du climat aux périodes antérieures.

- Le climat agit directement sur les rendements des surfaces en maïs et donc sur les volumes ensilés lorsque toute la surface semée est destinée à la constitution des stocks fourragers hivernaux. Il agit indirectement sur le niveau des stocks d'ensilage d'herbe restant en début de période hiver-

nale compte tenu des disponibilités au pâturage, elles-mêmes dépendantes du climat.

- Les variables de commande : les ajustements réalisés en cours de campagne ont souvent tenu compte de l'objectif d'un niveau minimum de stocks hivernaux, comme cela apparaît nettement au moment de la décision d'ouverture du silo d'herbe en été si de bons rendements en maïs ne semblent pas assurés.

La décision de fermeture provisoire du silo avant son épuisement et la pression de pâturage pendant la période automnale répond souvent au même souci.

Il en est de même pour les décisions de semis de cultures dérobées destinées à la constitution de ressources hivernales "sur pied".

3) Ajustements réalisés

Les éleveurs sont alors amenés à établir des bilans fourragers (même sommaires ou empiriques) afin de contrôler s'ils pourront assurer l'équilibre entre ressources et besoins du troupeau qui permettra d'atteindre leurs objectifs de production. Contrairement aux autres périodes, les ajustements ne se font pas face à des composantes climatiques influant sur les niveaux de ressources disponibles instantanément ou à court terme, mais en prévision d'une période pour laquelle ces ressources sont déjà constituées.

Dans le cas où le volume des ressources paraît faible en regard des besoins du troupeau, les éleveurs doivent procéder à des ajustements pour rétablir l'équilibre souhaité. Dans les cas étudiés, nous avons observé qu'ils n'envisageront qu'en dernière extrémité la réduction des quantités distribuées par animal. En effet, si la période hivernale correspond à la fin de la campagne fourragère, elle correspond au début de la campagne laitière qu'il ne faut pas compromettre pour des raisons d'optimisation zootechnique et économique.

Il reste alors 3 voies possibles : le recours à la réduction de la demande animale par les mises à la réforme, l'augmentation des ressources par l'achat de foins ou la réduction de la durée de la période hivernale par la précocité et l'importance de la fumure azotée en prévision d'une mise à l'herbe avancée. Le choix se fait d'après la situation conjoncturelle (perception du risque de rupture de stock en cours, phase d'augmentation de cheptel ou de pression de sélection, contraintes financières, etc...).

Inversement, dans le cas où le volume des stocks est plus important, la date de mise à l'herbe peut être retardée par rapport à la date potentielle et la durée de la période hivernale s'en trouve alors allongée. C'est ce que montre la figure 12 qui met en relation le niveau de stocks disponibles par eq.V à l'entrée de la période hivernale avec la date de mise à l'herbe corrigée (dans le cas des éleveurs B2 et H3, la part du pâturage après le 15/10 a été importante, tout se passe donc comme s'il y avait sous estimation des stocks). On peut en conclure que les termes d'un bilan offre fourragère-besoins des animaux en fonction du niveau d'effectif recherché n'ont pas conduit à déclencher un ajustement

des surfaces ensilées en maïs pour limiter le volume des ressources à un niveau "plafond". L'analyse des surfaces ensilées en maïs par rapport aux surfaces ensemencées montre qu'il y a ajustement mais principalement afin de disposer au minimum des mêmes quantités chaque année. Il semble que, volume des stocks hivernaux et durée de la période ne soient estimés que pour leur niveau "plancher" et que les éleveurs se mettent dans la situation d'avoir des excédents d'herbe potentiels importants au printemps.

Il apparaît enfin que les ressources sont estimées de façon très empirique, en référence aux équilibres réalisés les années précédentes dont la reproduction est l'objectif minimum des éleveurs.

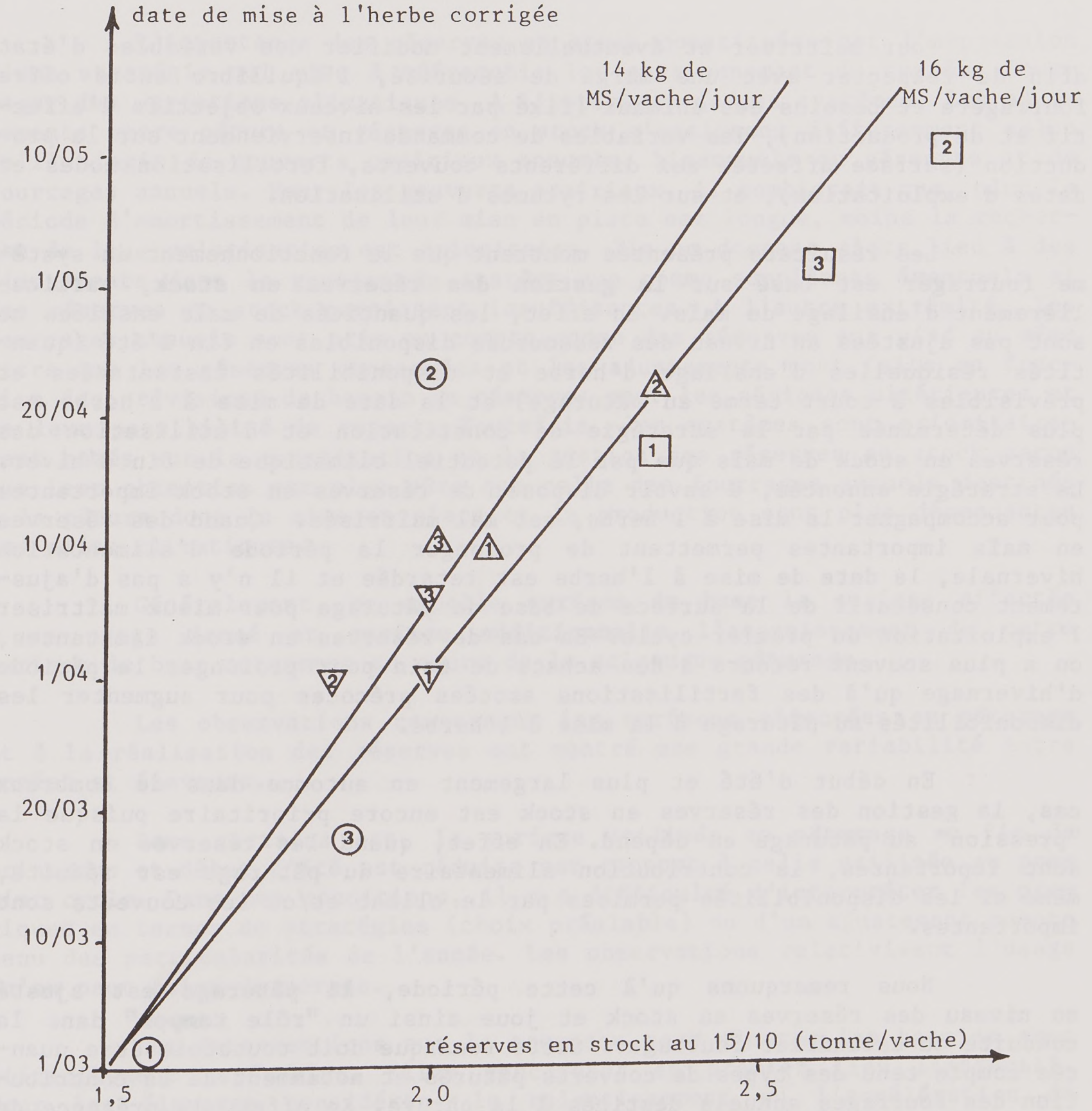


Figure 12 : Relation entre la date de mise à l'herbe et les réserves en stock au 15/10.

○, □, ◇, △, ▽ : éleveurs B, F, H, D, I.

IV - DISCUSSION

A - Repères utilisés par les éleveurs pour gérer leur système fourrager en réponse à la variabilité du climat.

A l'échelle d'une petite région, les systèmes fourragers étudiés paraîtraient **très homogènes.** Cependant, les analyses précédentes montrent une **grande diversité** des variables d'état aux différentes étapes du calendrier fourrager entre élevages et entre années: niveaux de réserves en stock (foin et ensilage) et des disponibilités au pâturage. Cette diversité résulte des stratégies fourragères définies en regard des objectifs de production et également des effets du climat directs (disponibilités fourragères) et indirects (mobilisation et répartition des ressources utilisées).

Pour maîtriser et éventuellement modifier ces variables d'état afin de respecter avec une marge de sécurité, l'équilibre entre offre fourragère et besoins des animaux (fixé par les niveaux objectifs d'effectif et de production), les variables de commande interviennent sur la production (surface affectée aux différents couverts, fertilisation modes et dates d'exploitation), et sur les rythmes d'utilisation.

Les résultats présentés montrent que le fonctionnement du système fourrager est basé sur **la gestion des réserves en stock**, particulièrement d'ensilage de maïs. En effet, les quantités de maïs ensilées ne sont pas ajustées au niveau des ressources disponibles en fin d'été (quantités résiduelles d'ensilage d'herbe et disponibilités instantanées et prévisibles à court terme au pâturage) et la date de mise à l'herbe est plus déterminée par la stratégie de constitution et d'utilisation des réserves en stock de maïs que par le potentiel climatique de fin d'hiver. La stratégie annoncée, à savoir disposer de réserves en stock importantes pour accompagner la mise à l'herbe, est mal maîtrisée. Quand des réserves en maïs importantes permettent de prolonger la période d'alimentation hivernale, la date de mise à l'herbe est retardée et il n'y a pas d'ajustement consécutif de la surface de base de pâturage pour mieux maîtriser l'exploitation du premier cycle. En cas de réserves en stock limitantes, on a plus souvent recours à des achats de foin pour prolonger la période d'hivernage qu'à des fertilisations azotées précoces pour augmenter les disponibilités au pâturage à la mise à l'herbe.

En début d'été et plus largement en automne dans de nombreux cas, la gestion des réserves en stock est encore prioritaire puisque la "pression" au pâturage en dépend. En effet, quand les réserves en stock sont importantes, la contribution alimentaire du pâturage est réduite, même si les disponibilités permises par le climat et/ou les couverts sont importantes.

Nous remarquons qu'à cette période, **le pâturage** est ajusté au niveau des réserves en stock et joue ainsi un **"rôle tampon"** dans la conduite du calendrier fourrager. Cette remarque doit toutefois être nuancée compte tenu des types de couverts pâturés et notamment de la contribution des fourrages annuels destinés à la pâture. En effet, la présence de ces derniers en culture dérobée ou principale, résulte de la mise en oeuvre antérieure et prévisionnelle d'une variable d'action : affectation de

surfaces et décision de semis. Les éleveurs s'attachent alors à leur valorisation qui, en fonction des surfaces ensemencées et des rendements permis par le climat, peut conduire à réduire le rythme de distribution de l'ensilage, voire même à fermer provisoirement le silo. Les éleveurs procèdent à cet ajustement avec des degrés variables selon les ressources qu'ils ont constituées et leurs observations du comportement alimentaire des animaux et de l'évolution de la production en réponse aux rations alimentaires ainsi offertes.

Il faut rappeler enfin que les ajustements entre dynamique d'utilisation des réserves en stock et pression au pâturage sont soumis à l'objectif d'obtention d'un niveau plancher de stocks pour la période hivernale et donc à la perception qu'ont les éleveurs du volume d'ensilage de maïs qu'ils pourront constituer.

L'importance des réserves en stock constituées est l'expression d'une stratégie qui vise à affranchir le fonctionnement du système fourrager des variations climatiques. A l'intérieur de ces systèmes, les ajustements entre pâture et réserves en stock s'analysent différemment selon qu'il s'agit de couverts prairiaux annuels, bisannuels ou pérennes et de fourrages annuels. Pour les couverts prairiaux, il semblerait que, plus la période d'amortissement de leur mise en place est longue, moins la recherche de leur valorisation est prioritaire. Ils ne donnent alors lieu à des ajustements dans la gestion du système que comme suppléants éventuels si les réserves en stock paraissent insuffisantes. A l'autre extrémité, les fourrages annuels sont pris en compte comme des réserves sur pied au même titre que les réserves conservées et les ajustements sont faits en fonction des prévisions de besoin en réserves pour les périodes ultérieures et de leur possibilité de report. Toutefois, les systèmes sont prioritairement basés sur la constitution et la gestion des réserves en stock parce que leur obtention est plus sûre que celle des fourrages annuels destinés à la pâture dont la mise en place et la production sont plus dépendantes des aléas climatiques.

Généralement, on appelle **surface de base** la surface affectée à un usage donné et **surface additionnelle** l'accroissement de cette surface de base notamment au cours de la saison de pâturage.

Les observations concernant les surfaces affectées au pâturage et à la réalisation des réserves ont montré une grande variabilité entre années et éleveurs.

Dans certains cas, la surface utilisée en pâturage en fin de printemps et début d'été est réduite par rapport à celle utilisée au premier cycle. Dans ces conditions, il y a difficulté d'interpréter les pratiques en termes de stratégies (choix préalable) ou d'un ajustement compte tenu des particularités de l'année. Les observations relativisent l'usage qu'on peut faire de normes.

Les interventions sur le troupeau pour ajuster les besoins sont difficilement repérables. Elles concernent en premier lieu l'effectif. Pour les élevages considérés, le ralentissement ou l'accélération de l'augmentation des effectifs par rapport aux prévisions permet de contrôler le niveau des besoins. Les deux cas ont été observés. Les décisions de

réforme sont aussi un moyen de contrôler les besoins mais souvent, d'autres facteurs que les disponibilités fourragères interviennent, notamment les besoins en trésorerie. De même, selon que les génisses et les vaches taries sont conduites séparément ou non des femelles en lactation, une meilleure valorisation des rations de base peut être permise.

B - Caractéristiques des systèmes fourragers : sécurité, simplicité, rigidité

La qualité première de ces systèmes fourragers, axés sur une stratégie de constitution et de gestion de réserves en stock importantes est la **sécurité.** Ils permettent en effet d'absorber les effets des variations climatiques sans que la production laitière ne soit pénalisée, comme le montrent les observations de fin de périodes estivales en 1982 et 1983 et de fin d'hivernage des années tardives (1983 et 1984). La sécurité des systèmes se révèle particulièrement importante lors des périodes de transition entre campagnes fourragères ; les mises à l'herbe sont presque toujours réalisées à des dates ultérieures à celles qui auraient été permises par les conditions climatiques de l'année.

La **simplicité,** induite par l'importance donnée aux réserves en stock, est la deuxième qualité de ces systèmes. Cette simplicité concerne la conduite des surfaces fourragères dans la mesure où les décisions d'intervention sur les parcelles sont réduites. Elle concerne également la conduite de l'alimentation du troupeau. En effet, la qualité des fourrages stockés peut être assez bien connue des éleveurs (estimation ou analyse) et elle est presque toujours stable au cours de leur période d'utilisation. La maîtrise de la complémentation des rations constituées à partir de ces fourrages est à la portée de la plupart des éleveurs. Il n'en est pas de même pour les fourrages pâturés. En effet, dans le contexte que nous avons décrit, la maîtrise du pâturage n'est pas facile et en outre, ne constitue pas un objectif au même titre que celle de la constitution des réserves en stock. Hormis la période de mise à l'herbe et de début de printemps, la contribution du pâturage est irrégulière : de courtes périodes de pâturage seul ou de pâturage en association avec l'utilisation des réserves en stock se succèdent cependant que les couverts utilisés varient fréquemment. Il en résulte une grande variabilité et une mauvaise connaissance de la valeur des rations constituées. Ainsi, ces systèmes deviennent-ils d'autant plus faciles à gérer que l'importance donnée aux réserves en stock augmente. Pour mieux gérer le pâturage, il importerait de disposer d'indicateurs moins frustes et plus nombreux que ceux utilisés actuellement.

Les éleveurs sont particulièrement sensibles à ces deux qualités de sécurité et simplicité. Elles réduisent leur charge mentale que la phase de modernisation de leurs exploitations tend à accroître.

En contrepartie, le défaut de ces systèmes fourragers est leur **rigidité.** Les bilans de campagne fourragère nous ont montré que les années climatiques favorables n'étaient pas valorisées. L'analyse de la gestion saisonnière des ressources n'a pas permis d'identifier d'ajustement conjoncturel destiné à tirer parti d'une période climatique favorable.

Peut-on, tout en respectant les structures de ces systèmes de production et les objectifs de sécurité et simplicité, apporter à la conduite des systèmes fourragers, des corrections qui permettent, par l'apport d'une plus grande **souplesse**, de tirer un meilleur parti des contextes climatiques favorables ? C'est ce que nous envisageons dans la suite de notre étude.

C - Scénario et conditions pour une gestion valorisant mieux les "effets années"

Sans trop perturber leurs structures, nous envisageons d'assouplir la gestion de ces systèmes, afin de leur conférer une meilleure adaptabilité aux caractéristiques climatiques. Pour cela, nous envisageons le scénario d'un déroulement de fonctionnement des systèmes au cours de la campagne fourragère. La conception de cette prospective nous conduit à garder la notion de campagne fourragère, utilisée antérieurement pour l'établissement des bilans de campagne, tout en reconsidérant la date de départ. Compte tenu des interdépendances que nous avons signalées, nous choisissons la date où la surface de maïs à ensiler est décidée.

A notre avis, il s'agit d'une **période clef** parce qu'il y a là, le plus souvent, le moins de difficultés pour tenir compte des arrières-effets des décisions antérieures. Il est en effet possible, dans une certaine mesure, de réduire ou d'augmenter les quantités de maïs ensilé de façon à s'adapter au solde des autres réserves en stock (ensilage d'herbe et foin).

Les quantités d'ensilage de maïs récoltées sont ajustées en fonction de l'estimation prévisionnelle des besoins des animaux, des reliquats hivernaux des ressources déjà constituées qui pourront y pourvoir et de la stratégie alimentaire pour la période de mise à l'herbe (gestion de la transition entre alimentation hivernale et pâturage). Du 1/11 au 10/4 (cas des dates potentielles tardives de mise à l'herbe), il suffit de disposer d'environ 2,1 t de MS par éq.V pour assurer une sécurité totale. La date de mise à l'herbe s'effectue dès que les conditions climatiques le permettent indépendamment du niveau des réserves en stock restantes. Lorsqu'une mise à l'herbe précoce est réalisable, il est possible de valoriser cet atout en combinant plusieurs moyens : fertilisation azotée, réduction de la surface de base pour le pâturage, répartition des 2 types de ressources (stock et pâturage) durant la période de transition et durée de cette période. Notons aussi que le silo de maïs peut être refermé avant son épuisement.

Cette gestion de printemps a automatiquement des répercussions sur la réalisation des réserves en stock puisque les surfaces ensilées ou fauchées en dépendront. Plus tard, la date d'ouverture du silo d'herbe est ajustée prioritairement en fonction des ressources disponibles au pâturage et éventuellement de l'état de la culture du maïs. Dans le cas où le volume des réserves en stock est faible, les cultures dérobées peuvent apporter un complément. Puis, à nouveau, les quantités de maïs ensilées sont ajustées aux autres réserves en stock disponibles. Une sécurité complémentaire peut être assurée par un volume de foin systématiquement supérieur aux besoins requis.

Ce scénario est indépendant des couverts utilisés, il ne porte que sur un mode de raisonnement de la gestion des systèmes fourragers. Toutefois, on constate que si, ainsi assouplis, ces systèmes peuvent rester sûrs, ils deviennent beaucoup moins simples parce que plus exigeants quant à la surveillance des états des ressources et la maîtrise des effectifs. Il importerait donc d'évaluer quelle sanction économique on peut attendre de ces modifications visant à permettre une meilleure valorisation des potentiels climatiques. L'étude du gain permis au niveau du chargement autonome de la SFP serait un premier élément de réponse pour cette estimation.

CONCLUSION

Le travail réalisé sur un petit nombre d'élevages contribue à formuler et développer des enseignements méthodologiques pour l'étude dees systèmes fourragers.

Tout d'abord, il nous paraît **insuffisant de raisonner les différentes phases du calendrier fourrager en terme de durée.** Par exemple, pour les périodes d'affouragement hivernal et estival, on peut observer des durées similaires correspondant à des dates calendaires différentes. De même, les chargements à chaque période du pâturage dépendent, théoriquement, étroitement des modalités d'exploitations antérieures et des effets directs ou indirects du climat (effet direct sur les disponibilités fourragères, effet indirect sur les ajustements possibles entre surfaces pâturées et surfaces ensilées ...). Du fait de ces règles de fonctionnement des systèmes fourragers, il nous semble qu'il faille être très prudent pour fixer et utiliser des normes de durée ainsi que les normes de chargement (que ce soit pour le pâturage ou pour la constitution des réserves en stock). Cette recommandation rejoint les conclusions de HODGSON (1985) qui considère, au niveau expérimental, le chargement comme un moyen d'ajustement entre l'état de la prairie et l'état des animaux et non comme une variable expérimentale définie a priori.

Généralement, la variabilité du climat est étudiée à partir d'études fréquentielles ou bien, dans certains cas, ne sont envisagés que les caractéristiques climatiques typiques (sécheresse, froid exceptionnels). L'étude réalisée montre que les **variations climatiques** couramment observées constituent en elles-même un problème du fait de leur **caractère aléatoire.** C'est la raison pour laquelle nous pensons qu'il faille développer des études sur les différentes **voies d'adaptation.**

Nous avons analysé en détail les articulations entre les différentes phases du calendrier fourrager et montré leur interrelations. En particulier, nous avons démontré comment l'état des ressources disponibles à un moment donné oriente leur utilisation à une période ultérieure. Plus généralement, une décision à une date donnée modifie souvent l'état du système à une période ultérieure (conséquence engendrées) et le **champ des décisions possibles.** Inversement, nous avons repéré comment une anticipation sur l'utilisation future des réserves en stock pouvait modifier l'utilisation présente d'autres catégories de ressources (cas du pâturage et de l'ouverture du silo d'herbe). Ces quelques règles de fonctionnement des systèmes fourragers conduisent, à **ne pas considérer indépendamment certaines actions de développement.** Ainsi, une opération de développement sur la maîtrise de la mise à l'herbe ne peut être dissociée d'une action sur la gestion des réserves en stock sous peine d'échec.

Les multiples interactions potentielles entre les disponibilités fourragères, leur utilisation et le climat conduisent à élaborer des réflexions sur les manières de prendre en compte les effets des variations climatiques. Les modèles biologiques ou statistiques concernant la croissance de l'herbe permettent de relier un état du couvert végétal à des opérations techniques et une ou plusieurs variables climatiques. Ces relations ne peuvent être utilisées qu'a posteriori dans la mesure où le climat ne peut être prévu du moins sur une longue durée. De ce fait, en

complément de ces recherches qui ont valeur explicative, il importe de prévoir au niveau d'un système fourrager les différentes voies pour s'adapter à ces variations du climat et ainsi de corriger leurs effets si nécessaire. Cette recherche revient à apprécier les états des différentes ressources à un moment donné, à définir à partir de quels seuils il est nécessaire d'intervenir pour les modifier et quels sont les moyens envisageables (coût, délais, efficacité).

REMERCIEMENTS

Nous remercions MM. A. BOURGEOIS et E. LANDAIS pour les remarques qu'ils nous ont faites lors de la lecture de ce document et tout particulièrement P-L. OSTY pour l'attention et les critiques qu'il a apportées lors de la réalisation et la rédaction de ce travail. Nous remercions également R. VIARD pour la réalisation des figures.

Nous exprimons aussi nos remerciements envers les éleveurs chez qui les observations ont été réalisées dans la mesure où la répétition dans le temps des enquêtes, qu'exige ce type de travail, ne leur apporte pas toujours de contre-parties satisfaisantes.

BIBLIOGRAPHIE

ATTONATY J-M., 1980. Qu'est-ce que le système fourrager ?
Perspectives Agricoles, Spécial système fourrager, janvier 1980.

BARBAULT R., BLONDEL J., BOULIGAND Y et al., 1981. Logique et unité de l'écologie.
Séminaire des Houches, 28 mars-3 avril, Doc. multigr. E.N.S. Laboratoire de Zoologie. 30p.

BONNEFOUS J-M., 1976. Systèmes fourragers en zone non irrigable du Midi pyrénéen.
Fourrages, n° 67, 155-178.

DELORME Y., FABRE B., NOCQUET J., 1983. Le système fourrager. In Agriscope (1), 1, 54-63.

DURU M., 1982. Approches du fonctionnement des systèmes fourragers dans les exploitations d'élevage des Pyrénées Centrales. In : séminaire du Département d'Agronomie de l'I.N.R.A., 16-18 mars. Ronéo, 14p.

DURU M., CHARPENTEAU J-L., 1981. The farming system in the Pyrenees : a model of the constitution and utilisation of hay stocks.
Ag. Syst. (7), 137-156.

DURU M., GIBON A., OSTY P-L., 1986. Pour une approche renouvelée de l'étude du système fourrager. Communication au colloque : Diversification des Modèles de Développement Rural. Comité DMDRdu MRT, Paris, 17-18 avril. (à paraître).

DURU M., LANGLET A., 1986. Climat, rythme de coupe et croissance d'une fétuque élevée : cycle reproducteur et repousses végétatives.
Fourrages n° 107, 49-80.

FLAMANT J-C., BISSON M., PRUD'HON M., 1982. Rôle et importance du climat sur les productions animales et au sein des systèmes d'élevage : analyse de 3 situations. In : Actions du climat sur l'animal au pâturage
Séminaire Theix, 31/3-1/4. INRA publications, 7-24.

FORRESTER J W., 1980. Principes des systèmes.
Presses Universitaires de Lyon.

GILLET M., HUGUET L., BREISCH H., LE ROY A., POSNY Ph., 1980. Peut-on concilier pâture et plein emploi des graminées fourragères ? Nouvelle approche d'un vieux problème II.
Fourrages n° 81, 3-20.

HODGSON J., 1985. The significance of sward characteristies in the management of temperate sown pastures. Proceedings of the XV International Grassland Congress. Kyoto 24. 31/08. 63-67.

LEMAIRE G., SALETTE J., 1981. Analyse de l'influence de la température sur la croissance de printemps de graminées fourragères.
C.R. Acad. Sci. Paris, t. 292, 843-846.

I.N.R.A. Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles
Dépôt légal : 3ème trimestre 1987
ISBN : 2-85340-965-1

ETUDES ET RECHERCHES

Département de Recherches
sur les Systèmes Agraires et le Développement

Les travaux du Département de Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement sont centrés sur le fonctionnement des systèmes au sein desquels s'organise et évolue l'activité productive des agriculteurs. Trois niveaux sont privilégiés : les pratiques productives, l'exploitation agricole et le système agraire local.

L'ambition de ces recherches est de produire des connaissances et des méthodes opératoires pour les personnes impliquées dans le développement et l'aménagement.

Il s'agit donc de travaux pluridisciplinaires ouverts sur le qualitatif et l'exploratoire.

« *Etudes et Recherches du Département SAD* » est une série qui présente des démarches et des résultats de recherche. Le souci pédagogique complète la volonté d'information.

Si chaque parution peut ne présenter qu'un aspect du champ des recherches du Département, l'ensemble illustrera l'originalité et la cohérence d'un champ scientifique.

Titres parus dans la collection

1 - Fonctionnement de l'exploitation agricole et simulation de son évolution
J. BROSSIER, E. CHIA
1984, 52 p.

2 - Maîtrise de l'excès d'eau. Protection périphérique des parcelles par captage et fossés de ceinture
B. TEILHARD de CHARDIN, J. VERON
1985, 28 p.

3 - Influence du milieu physique et des pratiques agricoles sur la végétation des prairies de fauche des hautes vallées des Alpes du Nord
Ph. FLEURY, J.-M. DORIOZ, B. JEANNIN
1985, 52 p.

4 - Comment étudier des exploitations agricoles d'une région ? Présentation d'un ensemble méthodologique
J.P. DEFFONTAINES, M. PETIT
1985, 47 p.

5 - La variabilité microclimatique en montagne. Son expression par la phénologie du dactyle des prairies permanentes
P. FLEURY
1986, 48 p.

6 - La petite région vue à travers le tissu de ses exploitations. Un outil pour l'aménagement et le développement rural
B. CRISTOFINI
1986, 44 p.

7 - Images de recherche et images de communication
J.P. DEFFONTAINES, C. RAICHON
1986, 48 p.

8 - Potentialités agroclimatiques des prairies permanentes et possibilités de récolte dans le Doubs et le Jura
Anne MATHIEU, H. JUIN, B. JEANNIN
1987, 46 p.