

ÉTUDE ÉCONOMIQUE SUR LES CHAINES DE RÉCOLTE DES FOURRAGES

C'EST L'UNE DES MISSIONS DU DÉPARTEMENT D'ÉCONOMIE RURALE DE L'I.N.R.A. QUE D'ÉtudIER LES TECHNIQUES DE PRODUCTION. CELA COMPREND L'ÉTUDE DES *solutions* apportées par les divers processus de production et surtout l'étude des *mécanismes* qui régissent l'obtention de ces solutions. Une application a été faite au Laboratoire de Grignon, en collaboration avec le Centre de Gestion de Haute-Savoie, pour analyser les répercussions de différentes techniques de récolte des fourrages sur le système de production des exploitations laitières de ce département (1).

On a utilisé pour cette étude un programme linéaire qui peut répondre au double objet défini plus haut si l'on peut bâtir un modèle correct, c'est-à-dire représentatif des choix et des contraintes. De plus, c'est un procédé optimisant à objectifs d'ordre économique qui correspond le plus souvent à une orientation bien compréhensible des agriculteurs.

I. — CONSTRUCTION DU MODÈLE.

A. — L'optique *rentabilité des techniques* exige que puissent être confrontées plusieurs techniques dans ce qu'elles ont chacune de spécifique.

Aussi, est-on amené à développer beaucoup dans le modèle la partie à étudier pour distinguer de façon aussi précise et réaliste que possible les exigences et les effets de chacune des techniques retenues. Ici, il s'agissait essentiellement de récolte de foin dont on a supposé que trois types pourraient exister : la récolte de foin séché au sol et bottelé, la récolte d'herbe préfanée ramassée en vrac et ventilée à l'air chaud, la récolte pour déshydratation. Les deux premières ont été considérées comme exclusives, mais chacune pouvait être utilisée seule ou être complétée par la troisième. Chacun de ces quatre types de récolte s'exerçait sur quatre types de fourrages herbacés : le ray-grass, la prairie temporaire, la luzerne et la prairie naturelle.

Le schéma classique de la programmation linéaire est le suivant : étant donné l'appareil de production (terre, travail, machines et installations) et les productions possibles utilisant cet appareil, quelle est la combinaison des productions qui, dans un système équilibré, apporte le résultat économique le plus grand dans les conditions moyennes. Dans le cas étudié ici, un certain nombre de complications ont dû être introduites pour représenter de façon plus réelle les conséquences des diverses techniques retenues *pour la récolte des foins*.

1) Tout d'abord, l'année de conditions moyennes nous est apparue comme inadaptée. L'expérience des agriculteurs a conduit à distinguer deux types d'années selon le nombre de jours disponibles pour la fenaison de printemps (année favorable : soixante-cinq à soixante-quinze jours, défavorable : soixante et un à quarante-sept jours) entre le 1^{er} mai et le 15 juillet. C'est pendant les mauvaises années que les techniques les plus modernes rendent les services les plus appréciables. Des études de météorologie ont montré un rapport de 3 et 7 sur 10 pour les années favorables et défavorables. Cette distinction entre types d'années n'intervient, bien entendu, que pour l'exploitation du système de production et non pour sa constitution qui doit tenir compte simultanément des deux types d'années : on ne change pas d'assolement, ni de chaîne de récolte, ni même d'effectif d'animaux selon le temps qu'il fera l'année suivante.

2) La période de fenaison principale observée dans la pratique est très longue. Au cours de cette période, le matériel végétal évolue. Cinq sous-périodes de quinze jours ont été délimitées, correspondant chacune à un état d'avancement de la végétation (rendement sur pied, qualité).

3) Les conditions d'exécution des chantiers ne sont pas à tous coups identiques : on peut avoir la chance de récolter une parcelle sans être gêné par la pluie si l'on tombe dans une séquence de jours favorables. La longueur des séquences nécessaires à la récolte de bon foin (bonne qualité, pertes peu importantes) dépend de la sous-période envisagée mais aussi de la technique de récolte : elle décroît dans notre étude de quatre jours (1^{re} sous-période, foin au sol) à un jour (5^e sous-période, foin séché). Le nombre de ces séquences dans chaque sous-période varie avec le type d'année.

Les récoltes qui ne sont pas exécutées entièrement dans ces longues séquences sont donc mouillées et supportent des pertes notables en qualité et en quantité, plus importantes encore les mauvaises années que les bonnes. En l'absence de références connues, l'augmentation certaine des travaux nécessaires dans ces conditions n'a pas été prise en compte. On verra au tableau X du rapport comment ces pertes ont été estimées différentes pour chaque sous-période et pour chaque type de prairie selon le mode de récolte utilisé.

4) La récolte des regains en foin a été traitée plus simplement ; on a considéré un seul type d'année moyenne et observé suffisamment de séquences longues pour estimer que toutes les récoltes seraient faites dans de bonnes conditions. Toutefois, le volume et l'échelonnement des récoltes dans l'été varient selon la date (sous-période) de la première coupe ; d'autre part, les mauvaises années, par la pluviométrie de leur printemps, apportent 10 % d'herbe sur pied supplémentaire.

5) La diversité des fourrages sur pied et les degrés de pertes qualitatives aboutissent à une distinction de vingt qualités de foin repérées par leur teneur en U.F. et en M.A.D./M.S. Il a donc été prévu vingt types de rations à base de foin pour les animaux consommateurs, rations équilibrées et complétées par des céréales (orge et éventuellement maïs) et des tourteaux d'arachide. Les animaux sont supposés sensibles à la qualité de leur nourriture. Pour exprimer ce fait, on a retenu une absorption journalière différente de foin, impliquant une plus grande exigence de complémentation pour les rations à mauvais foin, voire même une diminution de production laitière ou un allongement de la période de croissance des génisses.

La récolte pour déshydratation s'exerce sans limitation dans le cadre de contrat permanent (bonnes et mauvaises années) pour des surfaces complètes (première coupe et regains). L'exploitant est déchargé des travaux

sauf du transport des produits finis. La déshydratation peut concerner les prairies, dont le produit supposé non broyé est assimilé au foin de qualité correspondante moyennant coût de façonnage de 180 F/t M.S. Elle concerne aussi le maïs-fourrage qui, dans la limite de 1 hectare de maïs pour 2 hectares de prairie, supporte le coût de 180 F/t et au-delà un coût de 323 F/t. Ce maïs peut soit entrer dans une ration de base spéciale, soit être substitué à l'orge dans la complémentation des rations de foin.

Nous avons prévu de tester l'intérêt de la *récolte d'ensilage* jusqu'à maintenant interdite dans la région. Elle s'applique exclusivement sur le maïs qui entre dans une ration spéciale.

Ces vingt-deux rations à base de fourrages conservés constituent l'alimentation d'hiver. L'alimentation d'été est unique, à base de pâturage de graminées et éventuellement de maïs-fourrage vert. Notons aussi que les génisses de moins de quinze mois sont envoyées l'été en alpages.

B. — Pour étudier les *mécanismes de constitution* des solutions, le modèle a été testé dans quatre types d'entreprises où la structure de l'appareil de production est différente.

Deux types principaux sont caractérisés par un rapport terre/main-d'œuvre différent : d'une part 25 hectares dont 13 de S.T.H. et un travailleur (soit 4 U.T.H./100 hectares), d'autre part 40 hectares dont 20 de S.T.H. et deux travailleurs (5 U.T.H./100 hectares). Dans chaque cas, deux stabulations non limitées ont été alternativement envisagées : une étable classique exigeant vingt minutes de travail par vache et par jour et une étable modernisée où le temps nécessaire tombe à douze minutes. Cette distinction contribue aussi à modifier le rapport travail/terre, la modernisation dégageant plus de temps disponible pour les travaux des champs en proportion du nombre de vaches retenues dans la solution.

Les productions de lait et de génisses (mais des achats sont aussi possibles pour le renouvellement) sont concurrencées par la production de blé, d'orge et de maïs-grain. Il n'est pas prévu de commerce de foin, ni de déshydraté, mais l'achat de grain pour la complémentation des rations ou de paille pour les litières est envisagé. Il n'est pas prévu non plus de spéculation viande, les veaux étant vendus à huit jours.

Les caractéristiques détaillées des productions — l'emploi des facteurs, les rendements et prix, les calendriers des travaux et d'alimentation, les disponibilités en main-d'œuvre — et quelques détails originaux de la modélisation se trouvent dans le rapport précité ; nous ne les exposons pas ici. Nous pouvons signaler pourtant la difficulté de leur établissement, surtout en ce qui concerne les fourrages. Malgré ce travail d'observation déjà réalisé par le Centre de Gestion et les C.E.T.A. du département, n'étaient disponibles que certaines des références, établies dans des conditions moyennes ou bonnes. Nous avons constaté en particulier l'absence d'information sur l'organisation et les résultats des chantiers qui se déroulent en mauvaises conditions. D'ailleurs, certaines références ont dû être utilisées alors qu'elles avaient été établies dans d'autres lieux : I.N.R.A., I.T.C.F., paysans suisses...

Nous arrivons alors à la question : dans de telles conditions, quelle orientation devraient prendre les entreprises considérées, et quelles influences les différentes techniques de récolte ont-elles sur cette orientation ?

II. — LES SOLUTIONS OBTENUES.

A. — L'élaboration des solutions optimales.

Comme l'exige la théorie et le rend bien la programmation linéaire, la solution optimale sera obtenue par une bonne valorisation des facteurs de production disponibles en quantités limitées. Dans notre modèle, deux ressources seulement sont rares : la terre et le travail. Les solutions recherchent donc une utilisation optimale de ces ressources.

La meilleure utilisation que l'on puisse faire du travail disponible est de le consacrer aux céréales, peu exigeantes en travail et d'un bon rapport : la valorisation de l'heure consacrée à ces cultures est particulièrement élevée. Une telle orientation présente cependant des inconvénients : la main-d'œuvre n'est utilisée que dans des périodes limitées sous forme de pointes de travail ; d'autre part on n'utilise pas la S.T.H.

La meilleure utilisation de la terre est, par contre, la production laitière, d'autant plus si une abondante main-d'œuvre permet de cultiver les fourrages les plus productifs et de les récolter dans les meilleures conditions : le chargement atteint ainsi une valeur élevée qui rentabilise bien le facteur terre :

on atteint 1,9 vache/hectare S.F.P. dans les solutions les plus chargées. On ne trouve pas, dans ces conditions, d'élevage de génisses pour lequel l'utilisation du sol est plus importante pour un produit de plus faible valeur.

Mais en fait il faut user des deux facteurs concurrents et complémentaires : on observe donc la présence simultanée des céréales et des vaches laitières. Cette présence apparaît dans des proportions variables avec la structure de l'appareil de production (tableau I). Les entreprises de 25 hectares, où le travail est relativement plus rare, développant relativement plus la culture des céréales que la production de lait (on n'utilise même pas toute la S.T.H. disponible dans trois des solutions) et inversement pour les exploitations de 40 hectares : on se trouve justement dans les dimensions de transition.

TABLEAU I
ORIENTATION DES SOLUTIONS

<i>Dimensions ha T.L. + S.T.H.</i>	25		40		25		40	
	<i>C</i>	<i>M</i>	<i>C</i>	<i>M</i>	<i>C</i>	<i>M</i>	<i>C</i>	<i>M</i>
Etables								
	<i>Foin au sol (S)</i>				<i>Foin au sol + déshydratation (SD)</i>			
Céréales % S.A.U. .	47	40	43	29	44	24	39	9
Vaches/ha S.A.U. .	0,72	0,96	0,9	1,17	0,8	1,4	1,07	1,72
Vaches/ha S.F.P. .	1,51	1,60	1,57	1,66	1,42	1,84	1,76	1,90
Résultat écon. (F) .	45.022	53.512	84.444	97.168	46.448	60.787	88.275	109.026
	<i>Foin ventilé (V)</i>				<i>Foin ventilé + déshydratation (VD)</i>			
Céréales % S.A.U. .	46	29	37	14	Déshydrat.	22	36	14
Vaches/ha S.A.U. .	0,8	1,16	1,02	1,45	non	1,40	1,05	1,62
Vaches/ha S.F.P. .	1,58	1,64	1,61	1,76	utilisée	1,78	1,64	1,88
Résultat écon. (F) .	50.076	62.328	94.026	111.868		63.553	94.131	112.600

Les différences d'étables entraînent le même phénomène : pour une même dimension d'entreprise, le troupeau de vaches est plus important en étables modernes qu'en étables classiques. On notera même que l'influence du type d'étable est prépondérante : en regard des critères techniques, le classement apparaît le suivant : 25 C, 40 C, 25 M, 40 M pour chaque mois de récolte. Les résultats économiques, eux, sont fonction d'abord de la dimension de l'entreprise et ensuite du type d'étable : 25 C, 25 M, 40 C, 40 M.

Notons enfin que le choix des espèces céréalières est fonction de la plus ou moins grande concurrence qu'exerce la production laitière. D'une façon générale, on donne la préférence à l'orge de printemps et au maïs-grain : on préfère réserver l'automne aux semis de prairies. Le blé n'intervient que dans les solutions médianes (25 M et 40 C) car, d'après les règles de rotations, il s'assoie avec les prairies. Dans les exploitations 25 C, la S.T.H. suffit à nourrir les vaches et il n'y a point besoin de prairie, donc pas de possibilité de blé. Dans les exploitations 40 M, la terre est trop rare pour être consacrée au blé ; on ne produit que des céréales de complémentarité fourragère sur les surfaces nécessaires aux rotations de prairies.

S'il y a des différences entre structures, il y a par contre une constante : c'est la grande quantité de travail utilisé. Dès que quelques heures sont libres (entre les pointes dues aux céréales) ou libérées par l'utilisation de processus modernes (récolte ou stabulation), ces disponibilités sont utilisées dans un accroissement de l'exploitation des fourrages qui permet une augmentation du cheptel : le troupeau de la solution 40 C - VD représente à lui seul 14 heures par jour de travail d'étable pour ses quarante-deux vaches. C'est d'ailleurs là un point critiquable de nos solutions et, de l'avis de certains, il eût fallu limiter cet emploi annuel de la main-d'œuvre par une contrainte plus sévère. En fait, d'autres solutions ont été calculées avec une limitation portant sur l'effectif du troupeau ; indirectement, cette contrainte a diminué la charge de travail. Nous utiliserons ces solutions plus loin.

B. — L'analyse des solutions et l'influence des chaînes de récolte.

C'est dans cette optique que peut être appréciée l'influence globale des divers modes de récolte de fourrage. Par rapport à la récolte du foin au sol, la ventilation et la déshydratation d'une part exigent moins de temps et rendent ainsi la main-d'œuvre relativement moins rare, d'autre part permet-

tent une récolte plus efficace de fourrage de meilleure qualité (le nombre de séquences est plus grand et les pertes quantitatives et qualitatives sont moindres), ce qui entraîne une augmentation possible du chargement des surfaces fourragères et par conséquent une plus grande valorisation de la terre. On observe donc une progression du nombre de vaches au détriment de la surface des céréales. Le classement observé sur les critères techniques (S - V - VD - SD) montre cet avantage des techniques modernes. Il souligne aussi que la déshydratation est la plus efficace lorsqu'elle complète la technique de séchage au sol : pour une même quantité récoltée, elle économise plus de travail qui peut être affecté au travail d'étable. Elle devrait donc être beaucoup plus utilisée dans ce cas que dans l'entreprise déjà équipée d'une ventilation.

Par contre, les résultats économiques ont un classement différent : S - SD - V - VD. Cela signifie que les augmentations de production de la terre et de la main-d'œuvre dues aux techniques modernes sont amputées des coûts supplémentaires entraînés par ces techniques, coûts d'autant plus élevés que le processus est « moderne » (déshydratation plus que ventilation) et qu'il est plus employé (D complément de S plus que de V). Le tableau XXII du rapport indique effectivement une variation des charges variables de la récolte d'une tonne de matière sèche moyenne qui, de 13 à 15 F dans les systèmes S, passent à 25-30 F dans les systèmes V, 90-100 F dans les systèmes VD et 100-140 F dans les systèmes SD.

Une conséquence de cette course au chargement est que la fenaison s'étend sur l'ensemble des cinq sous-périodes. Il apparaît ainsi que le stade « optimal » de récolte de chaque espèce est en fait celui où la quantité à ramasser est la plus grande plutôt que celui de sa plus grande richesse, ce qui affaiblit l'argument souvent avancé d'une meilleure récolte par les procédés modernes.

Cet argument, toutefois, n'est pas entièrement faux. Si on préfère la quantité à la qualité, il n'en reste pas moins que, si nos données de base sont bonnes, une amélioration de la qualité moyenne des foins engrangés est provoquée par la ventilation et plus encore par la déshydratation lorsqu'elle intervient de façon importante. Des calculs montrent que la valeur pondérée moyenne des foins au sol se situe autour de 0,45 U.F. et moins de 60 g M.A.D. par kg de M.S. et celle des foins ventilés autour de 0,5 U.F. et plus de 0,60 g M.A.D. par kg de M.S.

Mais une double action explique ce résultat. La ventilation permet assurément de récolter avec moins de pertes qualitatives les fourrages sur pied ; mais par ailleurs la ventilation pousse à développer l'effectif des animaux : il faut donc cultiver des fourrages plutôt que d'exploiter seulement la prairie naturelle, comme c'est le cas lorsque le troupeau est petit. D'après nos normes encore, ces prairies temporaires et luzerne ont, en début de végétation au moins, une qualité supérieure à celle de la prairie naturelle ; ainsi la qualité moyenne peut-elle être améliorée par la modification des espèces récoltées. Le calendrier des récoltes montre bien ce souci puisque l'ordre retenu est en gros : ray-grass, luzerne, prairie temporaire, prairie naturelle, les trois premiers fourrages étant récoltés de préférence pendant les séquences de beau temps pour utiliser au mieux le potentiel qualitatif.

Cette recherche d'un compromis entre qualité et quantité présente au niveau de l'emploi un intérêt important. Les tensions sur le travail de récolte sont moins importantes dans les systèmes modernisés que dans le système traditionnel, malgré l'augmentation des quantités à engranger. Le travail global est toujours aussi important, mais il s'exerce dans une proportion accrue à l'intérieur de l'étable ; l'agriculteur court donc moins de risques et peut se contenter de récoltes effectuées pendant les séquences de beaux jours... s'il peut les prévoir.:

Un dernier point fort intéressant concerne l'utilisation de la déshydratation. Cette technique entre dans toutes les solutions (sauf une) où elle était permise et elle s'applique à la prairie naturelle et au maïs, rarement à la luzerne, jamais à la prairie temporaire ou au ray-grass. Cela peut paraître surprenant mais est explicable. La déshydratation est surtout intéressante pour le maïs dont les bons rendements ne sont utilisables que par cette technique. On cherche donc des prairies à déshydrater pour pouvoir bénéficier si possible du tarif prairie + maïs, selon les dispositions présumées du contrat (relation de surface) : on choisit la prairie naturelle pour une double raison. C'est d'abord celle qui, ayant le moins de production à l'hectare, coûtera le moins cher en frais de déshydratation à l'hectare (paiement à la quantité) ; d'autre part, la déshydratation économise du travail ; or tous les chantiers de récolte ont les mêmes besoins en travail quel que soit le rendement : il vaut donc mieux valoriser ce travail sur des grosses récoltes (P.T.) que sur des petites (P.N.) ; par ailleurs, le ray-grass étant fané en début de saison, le travail que sa déshydratation économiserait ne pourrait pas être utilisé de façon productive. De tout cela il ressort que la déshydratation est une tech-

nique trop coûteuse pour les prairies et, peut-être, qu'un contrat du type imaginé ici n'est pas bon pour l'entreprise de déshydratation.

L'analyse plus détaillée des solutions et des conséquences des différentes méthodes de récolte peut aussi être faite, même au niveau du type d'année. Sans entrer dans tous les détails, nous pouvons faire deux remarques.

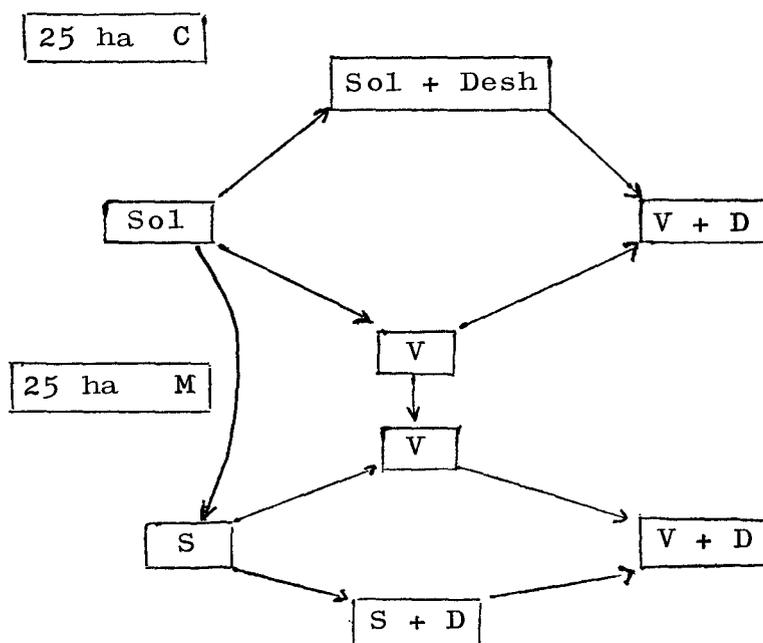
Une remarque technique d'abord : l'exploitant dispose au début du printemps d'une surface fourragère à utiliser en foin et en pâture. Cette utilisation n'apparaît pas devoir être la même selon le type d'année dans lequel on se trouve (si on peut le prévoir) : dans les années peu pluvieuses, on récolte plutôt le foin sur prairie naturelle et les vaches pâturent les prairies cultivées ; dans les années pluvieuses, les vaches pâturent plutôt la prairie naturelle, le foin étant fait avec les prairies cultivées. Cette variation peut être expliquée par la nécessité de bien valoriser, les années pluvieuses, le travail disponible en particulier au début du printemps, à un moment où la production des prairies naturelles est encore faible. Le mode de récolte ou la structure de l'entreprise n'ont pas d'influence sur ce phénomène.

Une remarque économique ensuite : les résultats économiques des années pluvieuses sont à peu près aussi élevés que ceux des années peu pluvieuses et les dépassent même dans trois solutions avec déshydratation. Cela tient essentiellement à la permanence de la production laitière, dont le niveau n'est affecté par les très mauvais foins que dans les solutions où le travail est vraiment très rare (S), et dont les charges sont à peu près constantes, sauf pour la ventilation plus coûteuse en atmosphère humide (V). On ne peut donc parler de bonnes et mauvaises années. Et encore les différences sont-elles aggravées par l'interdiction d'un certain nombre d'échanges avec l'extérieur. Les tensions sur les disponibilités en main-d'œuvre ou en ressources fourragères (dont l'embauche temporaire ou l'acquisition ne sont pas permises) sont particulièrement fortes les années pluvieuses et atteignent des sommes au niveau desquelles on ne doit pas avoir de difficultés pour en acquérir sur le marché.

III. — LA STRATEGIE SOUHAITABLE DES ENTREPRISES.

Les solutions obtenues permettent de réfléchir à ce que pourrait être la modernisation des entreprises. D'après les solutions ainsi obtenues, il appa-

raît que les exploitations modernisées en équipement de récolte ou/et en équipement de stabulation ont des résultats économiques supérieurs dus à l'accroissement de leur cheptel. On peut dresser des graphiques tels que celui ci-dessous indiquant sur chaque flèche le gain moyen annuel supplémentaire dans la solution finale par rapport à la solution initiale.



Mais les résultats économiques calculés par notre modèle ne comportent que des charges variables. Or, d'une solution à l'autre, il y a des modifications de l'appareil de production et du nombre de vaches, du capital engagé. Pour passer d'une solution à l'autre par modernisation, et donc empêcher le gain annuel supplémentaire, il faut faire des investissements.

Sur la base de conventions peut-être discutables, les montants de capitaux ont été calculés a posteriori dans chaque cas. Les investissements à réaliser pour le passage d'une solution à l'autre apparaissent comme assez importants,

surtout du fait des animaux et de leur logement, et, rapprochés des gains supplémentaires induits, ne peuvent pas être jugés comme particulièrement rentables.

Une autre série de solutions a donc été calculée en limitant cet accroissement du bétail, donc en réduisant le montant des investissements à consentir. Si le financement des investissements est ainsi plus facile à réaliser, les gains supplémentaires sont bien moindres et la rentabilité de ces investissements n'est pas meilleure.

De même, toute autre restriction qui limiterait l'obtention des solutions optimales — par exemple celle souhaitée sur le volume de travail quotidien disponible — ne pourrait que faire baisser le résultat économique et n'améliorerait pas la rentabilité des investissements nécessaires à la modernisation.

Seules les solutions avec ensilage de maïs apparaissent attirantes... mais pourra-t-on encore faire du fromage et rentabiliser le lait dans ces mêmes bonnes conditions ?

P. JULLIAN,
*Chargé de Recherches,
Laboratoire d'Économie Rurale, Grignon.*