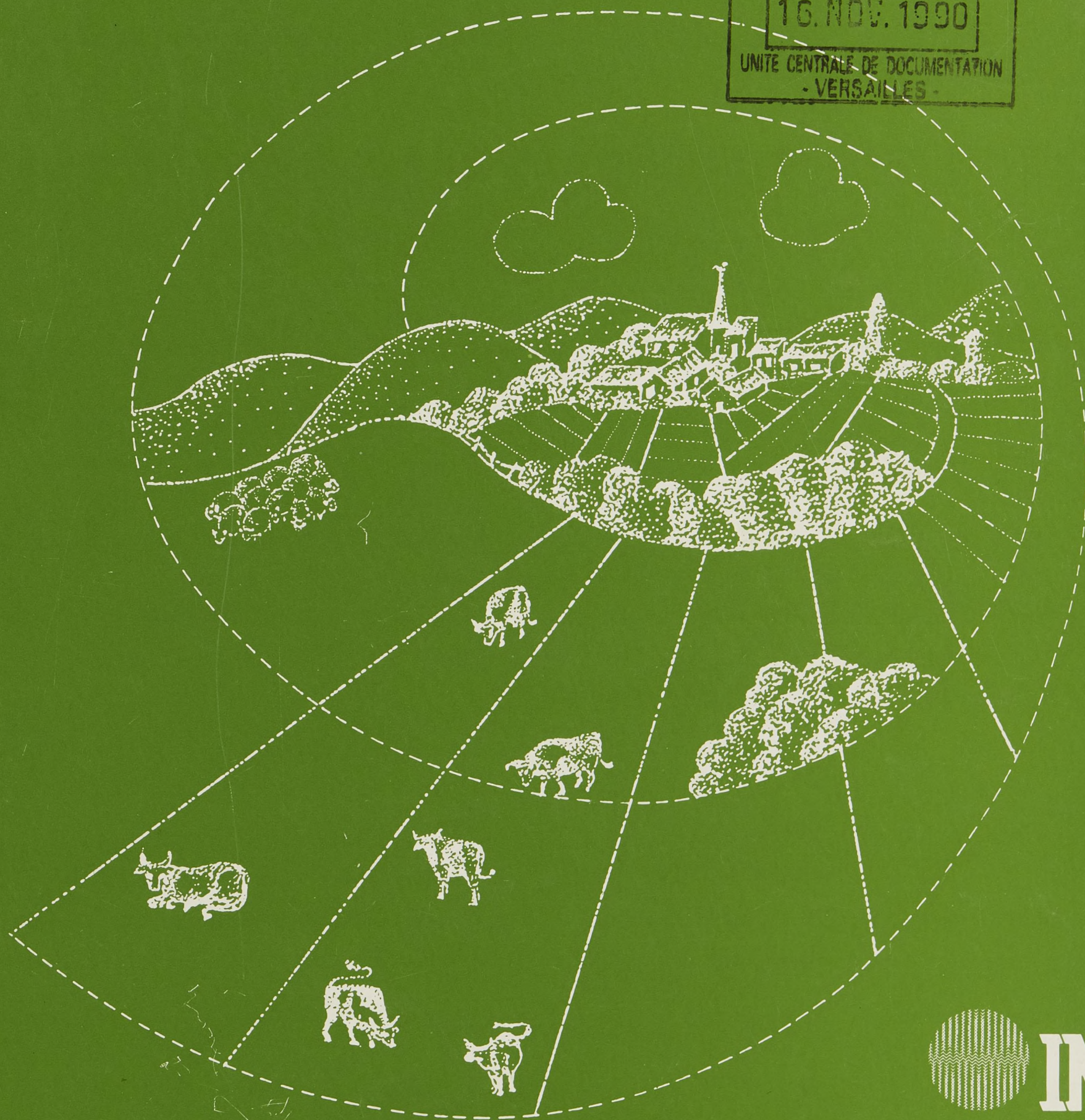
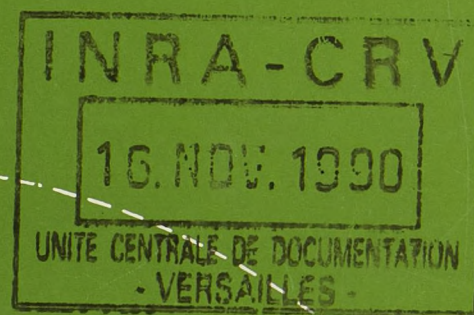


8-4339

Pilotage de l'alimentation des vaches laitières

Recherche d'indicateurs bio-techniques
en exploitations agricoles

J. GILBERT, H. BROSSIER



Département de Recherches
sur les Systèmes Agraires
et le Développement

INTRODUCTION..... 0

CHAPITRE I : Préliminaires sur les indicateurs bio-techniques

PILOTAGE DE L'ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES

Recherches d'indicateurs bio-techniques en exploitations agricoles

J. GILIBERT *, H. BROSSIER **

CHAPITRE III : Proposition d'utilisation alternative de 3
indicateurs

CONCLUSION..... 13

Bibliographie..... 14

Annexes..... 17

* I.N.R.A. / S.A.D., Le Robillard, 14170 ST PIERRE SUR DIVES

** UCANOR, B.P. 5028, 14021 CAEN Cedex

PILOTAGE DE L'ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES

Recherches
d'indicateurs bio-techniques
en exploitations agricoles

J. GILBERT *, M. BROUILLON **

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	6
-------------------	---

CHAPITRE I : Réflexions sur les indicateurs bio-techniques

A - Buts et contraintes des intervenants techniques en fermes.....	8
B - Terminologie.....	9
C - Nature des indicateurs.....	10
1 - Les indicateurs de structure	
2 - Les indicateurs de fonctionnement	
D - Qualités des indicateurs.....	12
E - Conclusion sur les indicateurs.....	12

CHAPITRE II : Réflexions sur le pilotage de l'alimentation des vaches laitières en fermes

A - Position du problème.....	14
1 - Le pilotage d'un système complexe	
2 - Un troupeau laitier est bien un système complexe	
B - Les prévisions alimentaires.....	16
C - La courbe standard de lactation : outil de base pour la pré- vision et le suivi des productions laitières.....	17
D - Les ajustements alimentaires à partir des résultats laitiers.....	20
E - Un exemple pratique : le LACTOPLAN 3.....	20

CHAPITRE III : Proposition d'utilisation simultanée de 3 indicateurs

A - Proposition d'extension du concept de courbe standard aux taux protéique et à l'état corporel.....	26
1 - Esquisse d'une courbe standard de taux protéique	
2 - Esquisse d'une courbe standard d'état corporel	
B - Utilisation simultanée des 3 niveaux mensuels.....	33
1 - Correction des effets systématiques, principalement le stade de lactation	
2 - Augmentation de l'information par rapport au seul niveau de production laitière	
3 - Quelle est l'information apportée par les indicateurs	
4 - Quelques exemples de possibilités d'usage	

CONCLUSION.....	42
Bibliographie.....	44
Annexes.....	47

INTRODUCTION.....	6
CHAPITRE I : Réflexions sur les indicateurs bio-techniques	
A - Buts et contraintes des interventions techniques en élevage.....	8
B - Terminologie.....	9
C - Nature des indicateurs.....	10
1 - Les indicateurs de structure.....	10
2 - Les indicateurs de fonctionnement.....	10
D - Qualités des indicateurs.....	11
E - Conclusion sur les indicateurs.....	12
CHAPITRE II : Réflexions sur le pilotage de l'élevation des vaches laitières en fermes	
A - Position du problème.....	14
1 - Le pilotage d'un système complexe.....	14
2 - Un troupeau laitier est bien un système complexe.....	14
B - Les prévisions alimentaires.....	16
C - La courbe standard de lactation : outil de base pour la prévision et le suivi des productions lactières.....	17
D - Les ajustements alimentaires à partir des résultats lactiers.....	20
E - Un exemple pratique : le LACTOPLAS.....	20
CHAPITRE III : Proposition d'utilisation stimulante de 5 indicateurs	
A - Proposition d'extension du concept de courbe standard aux deux protéines et à l'état corporel.....	26
1 - Extension d'une courbe standard de deux protéines.....	26
2 - Extension d'une courbe standard à l'état corporel.....	26
B - Utilisation stimulante des 5 éléments retenus.....	27
1 - Correction des effets systématiques, principalement le stade de lactation.....	27
2 - Régulation de l'alimentation par rapport au réel niveau de production lactière.....	27
3 - Quelle est l'information apportée par les indicateurs.....	27
4 - Quelques exemples de possibilités d'usage.....	27
CONCLUSION.....	43
Bibliographie.....	44
Annexes.....	47

Pilotage de l'alimentation des vaches laitières. Recherche d'indicateurs bio-techniques en exploitations agricoles.

Résumé

Face à l'évolution du contexte économique, les éleveurs et leurs conseillers sont amenés à pratiquer une gestion technique de plus en plus fine des troupeaux laitiers. Après avoir présenté des réflexions sur les indicateurs biotechniques en général, on montre les difficultés pour maîtriser l'alimentation en fermes des vaches laitières et l'utilisation dans le pilotage des troupeaux, du raisonnement déductif pour les prévisions, et du raisonnement inductif des effets aux causes pour l'ajustement.

La "courbe standard de lactation" est utilisée à grande échelle depuis de nombreuses années pour les prévisions et le suivi de la production laitière en fermes; un exemple de pilotage hebdomadaire à partir de la production de lait est présenté.

L'extension du concept de "courbe standard" est envisagée pour le taux protéique du lait et l'état corporel des vaches; des abaques provisoires permettent de transformer les données brutes en "niveaux". Bien qu'on ne dispose pas encore d'exemples complets et étayés d'utilisation conjointe des 3 indicateurs pour le pilotage, des exemples de la méthode sont proposés, avec suivi sur un rythme mensuel. Toutes les données sont concentrées sur une seule figure. Avec 3 indicateurs l'information et le pilotage sont améliorés par rapport au seul "niveau" de lait. Des études diversifiées et rigoureuses en fermes seront nécessaires pour l'utilisation en routine de la méthode.

Management of dairy cow feeding. Seeking bio-technical indicators in the farms.

Summary

Given the changing economic context, farmers and their advisers are compelled to manage dairy herds in increasingly sophisticated ways. Following general considerations on bio-technical indicators, the authors show the difficulties of controlling the feeding of dairy cows on the farms. Deductive reasoning is used in making predictions for herd management, and inductive reasoning is applied to linking effects with causes for adjustments.

The "standard lactation graph" has been widely used for many years to predict and monitor milk production on farms: an example of weekly adjustment on the basis of milk production is given.

The extension of the concept of "standard graph" to milk protein content and cow body condition is considered. Provisional abacuses allow to transform rough data into "levels". Although lacking comprehensive and documented examples of feeding management based on association of the 3 indicators, some examples of the method are presented, with monitoring on a monthly basis. All the data have been bunched together on a single graph. Using 3 indicators allows to improve information and adjustment, compared with the use of milk level only. Further detailed investigations on the farms will be necessary for routine application of this method.

INTRODUCTION

Le lait est une des principales productions agricoles mondiales, tant pour le volume que pour la valeur biologique et la diversité des utilisations. Il est essentiellement produit par les vaches laitières dont le développement en nombre et en productivité a été fulgurant au cours de ce siècle.

L'aide à la gestion prendra de plus en plus d'importance en relation avec la situation actuelle ("nouvelle donne") de l'économie agricole : "le besoin d'aide au niveau des diagnostics et des méthodes de gestion des systèmes fourragers et d'élevage est largement aussi important que l'élaboration des techniques et produits nouveaux" (BERANGER, les recherches à l'I.N.R.A. sur la prairie et leurs perspectives d'évolution, rapport interne INRA, mai 1988).

La gestion d'une exploitation répond à différentes finalités qu'il faut hiérarchiser selon leur niveau. On peut distinguer les finalités fondamentales (fins), intermédiaires (buts) et partielles (objectifs) ; toute finalité d'un niveau apparaît comme un moyen permettant d'atteindre les finalités d'un niveau supérieur (WALLISER, 1977). Dans une ferme laitière, on peut citer comme fin : "reproduire l'exploitation en faisant vivre une famille", comme but : "gérer un troupeau de 40 vaches", comme objectif : "mettre en oeuvre une ration efficiente". La présente étude fera référence au troisième niveau (objectifs), c'est-à-dire, en gros, qu'elle sera limitée à un domaine technique, en l'occurrence le pilotage de l'alimentation des vaches laitières.

Pour bien situer le cadre de la présente réflexion, il convient de préciser quelques concepts de base.

L'ensemble (ou un sous-ensemble) de l'exploitation agricole est considéré comme un **système complexe piloté** ; "tout fonctionnement est, à la fois, production, échange et équilibration, c'est-à-dire qu'il suppose sans cesse des décisions ou choix, des informations et des régulations" (PIAGET, 1970).

Le "**pilotage**" du système par l'éleveur amène au concept d'**indicateur** ; "l'interprétation des opérations techniques se fait en termes de **variables de commande** 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" (DURU, ROHMER, 1987).

Les **régulations**, qui permettent au système de perdurer, sont de deux ordres interactifs : elles peuvent être décidées (techniques) ou non (biologiques). Les **indicateurs** utilisés ici sont qualifiés de **bio-techniques**, concept qui sera développé dans le chapitre I.

Dans le domaine de l'alimentation des ruminants, les différentes connaissances scientifiques et techniques sont déjà très intégrées dans des systèmes de rationnement visant à l'équilibration des apports et des besoins. Ce corps de connaissance est directement utilisable pour la prévision et la gestion par application aux éléments techniques connus et maîtrisés. La part de ces éléments connus est forte dans les stations de recherches, déjà moindre dans les étables

sophistiquées à contrôle informatisé et faible dans les étables ordinaires. La présente réflexion vise à améliorer certaines pratiques des éleveurs pour adapter ces connaissances à la gestion courante de leur exploitation.

Dans les fermes laitières, la gestion de l'alimentation des vaches mobilise prioritairement la réflexion et le temps des éleveurs ; à son propos, la demande d'aide aux décisions est considérable. Les causes en sont multiples ; on peut ainsi résumer les principales.

L'alimentation est un gros poste de dépenses ; "elle représente environ 2/3 des charges de la production laitière en tenant compte des charges de mécanisation dans le coût des fourrages (ITEB, 1987).

La gestion du système fourrager occupe une part appréciable du temps de travail dans une exploitation laitière.

Le progrès des connaissances en alimentation des ruminants est très rapide et toujours en avance sur sa mise en oeuvre dans les fermes.

Le potentiel génétique est en accroissement régulier ; il impose à l'éleveur des contraintes alimentaires très importantes et, en conséquence, la mise en oeuvre de techniques alimentaires de plus en plus élaborées.

Enfin, l'établissement des quotas laitiers impose un changement de stratégie aux éleveurs qui veulent augmenter (ou maintenir) leur revenu : à une augmentation de production, ils substituent la recherche d'une meilleure efficience globale de leur système de production ; "la situation encourage les agriculteurs à penser davantage à la maîtrise des coûts qu'aux gains de production et de produit, à la diversité qu'à l'uniformité technique..." (GRET, IRAM, 1988).

La présente étude s'adresse en priorité aux ingénieurs et techniciens qui interviennent en fermes pour l'action seule ou la recherche-action (agents du développement, des organismes économiques, des instituts techniques et de l'INRA), ainsi qu'aux éleveurs qui souhaitent réfléchir à l'adaptation des connaissances techniques à la gestion technique.

CHAPITRE I - REFLEXIONS SUR LES INDICATEURS BIO-TECHNIQUES

A - Buts et contraintes des intervenants techniques en fermes

Dans le domaine qui nous concerne, deux catégories d'acteurs interviennent dans les fermes que l'on séparera grossièrement en "Conseillers" et en "Chercheurs".

Les buts des deux catégories d'acteurs sont différents.

Les "Conseillers" (conseillers agricoles, contrôleurs laitiers, conseillers des organismes économiques), visent à aider l'éleveur pour la gestion de son entreprise ; ils ont besoin de comprendre le fonctionnement du système de production ; ils utilisent pour cela des méthodes éprouvées. Les "Chercheurs" (INRA, ITEB, Chambres d'Agriculture) veulent approfondir la connaissance du fonctionnement avec des méthodes souvent en cours de mise au point.

Les buts des "Conseillers" peuvent être exprimés par des citations extraites de la méthode ATEL (*) (ITEB, 1979). Le but général est "d'aider les éleveurs à clarifier l'analyse de leur situation en vue d'une meilleure prise de décision". La méthode se propose de "donner à l'éleveur des moyens supplémentaires pour distinguer les "facteurs peu visibles" et les identifier". En effet, pour l'éleveur, le raisonnement est plutôt un passage direct de l'observation des faits au choix de l'action, à travers un savoir d'expérience ; on essaiera de "confronter les faits observés à la connaissance théorique que l'on a des mécanismes biologiques concernés" et de "montrer à l'éleveur que la prescription découle d'un raisonnement et de lui donner les moyens de le suivre".

Les "Chercheurs" ont été amenés à mettre en oeuvre la méthode du "suivi". En particulier, "de nombreux zootechniciens du SAD ont ressenti le besoin d'un outil méthodologique permettant d'étudier dans le temps les inter-relations entre l'élaboration technique de la production animale et les décisions et pratiques de l'éleveur sur le cycle annuel" (INRA, 1985). "Méthode empirique au départ, le "suivi", que l'on peut définir comme une enquête répétée au cours d'une même campagne agricole, est devenu un outil important de l'étude zootechnique de l'activité agricole, de la zootechnie des rythmes et des événements" selon la formule proposée par FLAMANT (rapport de l'URSAD Toulouse, cité dans INRA, 1985)".

Les contraintes pesant sur les deux catégories d'acteurs sont similaires.

Les données recueillies à grande échelle dans les fermes sont annuelles, en raison des règles nationales de comptabilité et du cycle annuel de production pour les végétaux et les bovins. Le passage plusieurs fois par an, avec l'observation, sur des pas de temps plus courts, des techniques mises en oeuvre et des résultats techniques, permet d'améliorer compréhension et conseil :

(*) ATEL : Démarche d'Appui Technique aux Eleveurs Laitiers, mise au point par l'ITEB et les EDE de la région Midi-Pyrénées.

- meilleur explication des résultats annuels selon le principe de la compréhension d'un ensemble, donnée par des informations sur ses éléments ;
- identification d'une partie du "savoir-faire" de l'éleveur exprimable en langage technique, ce qui permet de le mettre en relation avec les lois zootechniques ;
- rapprochement du rythme des diagnostic techniques avec celui des décisions de l'éleveur, ce qui permet à ce dernier une gestion raisonnée plus fine.

Des contraintes évidentes du budget, d'emploi du temps ou de rentabilité des agents limitent le nombre et la durée des passages dans les exploitations. Pour que des passages "légers" ne soient pas superficiels, conseillers et chercheurs ont besoin d'indicateurs pertinents.

B - Terminologie

Pour ce qui concerne l'approche systémique des organismes en général, on se reportera à LE MOIGNE (1978) ; DURAND (1983); WALLISER (1977) ; pour l'application aux exploitations agricoles à OSTY (1978) ; INRA (1985) ; GIBON, ROUX et VALLERAND (1987). On rappellera simplement qu'un système ouvert piloté a une structure, une organisation, des lois internes déterminant son fonctionnement qui est donc prédictible pour une large part. Mais un tel système est aussi sujet à d'importantes perturbations aléatoires, comme les écarts par rapport aux moyennes climatiques, la pathologie, les variations de prix des fournitures et des produits..., qui rendent imprévisibles les états précis du système à un instant donné. De fréquents réajustements sont nécessaires pour assurer la marche de l'ensemble. Pour prendre des décisions durant le déroulement annuel, il est nécessaire d'observer les états du "système opérant" à travers un "système d'information".

On rappellera encore qu'un système est en constante évolution et que c'est pour la commodité du travail que l'on distingue la structure et le fonctionnement ; en fait, la structure est à la fois le support et la conséquence de l'activité.

La structure d'un système (ou d'un sous-système) à un instant donné peut être décrite par ses composants, leurs inter-relations et par son réseau de communication.

Le fonctionnement est une notion dynamique ; c'est l'évolution dans le temps des diverses composantes permettant de remplir des fonctions correspondant à des objectifs (principaux ou secondaires) (OSTY, 1978).

A un instant donné, l'état des éléments et des flux est un résultat de l'activité du système. Seuls certains résultats seront choisis comme indicateurs.

Le terme d'indicateur (substantif ou adjectif) a des sens divers ; il s'applique, en particulier, à l'outil de toute mesure de "grandeurs mesurables" (ex : chaîne d'arpenteur pour les longueurs) et au procédé de toute mesure de "grandeurs repérables" (ex : colonne de mercure pour la température). Nous l'emploierons plutôt ici dans les sens utilisés par les économistes : "un

indicateur économique est une donnée quantifiable relative à une situation économique ou à son évolution". Il s'agira, pour nous, d'une donnée simple, que l'on sait quantifier de façon reproductible, rapide, avec un coût modéré et qui "mesure", "reflète", mais surtout "synthétise" un ensemble de phénomènes complexes, difficilement quantifiables, souvent avec un long délai et un coût élevé. Les valeurs prises successivement par de tels indicateurs permettent d'apprécier le fonctionnement (les mouvements et les flux sont le plus souvent compris comme une succession de positions immobiles juxtaposées). Les variables observées sont des résultats de l'activité du système, utilisés comme indicateurs pour les décisions conséquentes de gestion.

Le néologisme bio-technique. Comme "une technique est l'ensemble des procédés (manières d'agir) et des méthodes d'un métier" (Larousse), l'agriculteur est celui qui applique des techniques (selon des itinéraires techniques) à du matériel vivant (végétaux, animaux, micro-organismes) en vue d'obtenir un produit qui est toujours d'origine biologique. A un instant donné, l'état d'organismes vivants ou de produits biologiques de la ferme sera la résultante de la mise en oeuvre de techniques (pratiques) et de la dynamique propre du matériel biologique.

C - Nature des indicateurs

On peut différencier les indicateurs de structure et de fonctionnement.

1) Les indicateurs de structure permettent, en fait, de définir l'agencement des moyens de production. Pour cela, le zootechnicien dispose de variables calculées, élaborées par des collègues d'autres disciplines. Fruits de longues années de réflexion et de recherches, normalisées, éprouvées dans la pratique par différents utilisateurs, elles ont l'avantage d'être comprises de la même façon par tous, (par exemple : Surface Fourragère Principale ; Surface Toujours en Herbe % S.F.P. ; valeur des installations par Vache Laitière ; nombre de Vaches Laitières par Unité Travailleur Agricole ; nombre de Vaches Laitières par Exploitation...). Des variables supplémentaires sont à inventer cependant, dans le cas de pratiques particulières (troupeaux collectifs...) ou lorsque l'on doit effectuer des études plus fines de structure (par exemple formes et distances des parcelles, M. BENOIT, 1982).

2) Les indicateurs de fonctionnement peuvent être classés de différentes manières. Dans le cadre présent de "suivis" d'exploitations, nous retiendrons une classification hiérarchique avec une finesse croissante liée à la précision que l'on recherche pour la compréhension du phénomène.

a) Les indicateurs d'efficacité biologique, annuels (VALLERAND, 1987) mettent en rapport, sur le plan strictement animal, des productions avec des moyens de production. On peut citer, pour une vache laitière : énergie produite en % de l'énergie consommée par l'animal ; en élevage ovin à viande : viande produite par brebis et par an en % du poids vif moyen des mères... Ces approches sont utiles mais n'informent pas sur les conditions d'obtention des performances.

b) **Les indicateurs d'efficacité du Système Biologique de Transformation, annuels**, mettent en rapport des productions à des moyens de production de diverses natures (quantité de lait à 7 % de matière utile produite par vache présente et par an, quantité de lait produite par ha de SFP, quantité de concentré utilisé par litre de lait...). Ils sont largement utilisés car ils permettent une première observation sur les modalités d'obtention des performances. On notera qu'ils ont peu de sens pris isolément ; ils doivent être appréciés les uns par rapport aux autres.

c) **Les indicateurs technico-économiques, annuels**, pris au sens strict, mettent en rapport des variables économiques (coûts, produits, revenus) avec des variables techniques (productions et moyens de production). Ils peuvent aller du plus général, telle que la "marge brute de l'atelier laitier par ha SFP", jusqu'au particulier : le "prix de vente moyen annuel du litre de lait" renseigne sur sa richesse et sa salubrité (MAZEREAU, 1987). Par extension, sont utilisés comme indicateurs technico-économiques des rapports entre variables purement techniques, mais pour lesquelles les analyses des auteurs ont démontré des liens avec les résultats économiques (par exemple le "lait fourrager par ha SFP", CEMAGREF, CDERG, INRA, 1983).

Les différents indicateurs de fonctionnement précités, associés aux indicateurs de structure, permettent la constitution de typologies séparant les systèmes d'élevage en groupes principaux, l'établissement de lois générales reliant des variables annuelles, la détection des exploitations très ou peu performantes. Ainsi, le Centre de gestion de la Manche (MAZEREAU, 1987) identifie 3 groupes d'exploitations en regard du revenu agricole par hectare et relie l'appartenance à ces groupes à la combinaison de deux résultats technico-économiques. Ces indicateurs sont, par contre, peu opérants pour étudier le fonctionnement bio-technique : ils se réfèrent à des performances zootechniques, à des productions, à des revenus, c'est-à-dire à des flux contrôlés généralement sur des pas de temps annuels, ce qui traduit plus des bilans que des processus fonctionnels explicatifs.

d) **Les indicateurs bio-techniques d'état** visent à donner à l'observateur les moyens de comprendre et gérer à un niveau plus fin. Ils se caractérisent par leur référence à une observation instantanée (à l'échelle de temps de la mesure). Nous proposons d'englober dans le concept d'indicateur d'état ce qui a trait à la production (tonne de matière sèche par jour, lait par jour), à la qualité (stade phénologique d'une prairie, taux protéique), aux réservoirs (stock fourrager, stock de graisse des vaches), aux interactions (état des prairies pâturées à un instant donné). On peut rappeler que cette intégration de la production instantanée à la notion "d'état" existe chez les praticiens et se reconnaît dans le langage : vache à 25 litres, taurillons à 1200 grammes...

Les indicateurs bio-techniques d'état traduisent, à la manière de galvanomètres, des situations qualitatives ou des états d'équilibre dans le sous-système d'élevage au moment du passage. Ils seront établis par des observations directes sur le matériel biologique sensu stricto (alimentation, animaux, produits...) ; ce sont des descripteurs, à un instant donné, de la situation, de l'état du troupeau et des éléments affluents et effluents.

D - Qualités des indicateurs

L'approche scientifique impose la quantification : méthode objective de mesure quand cela est possible - telle une production de lait - et méthodes subjectives pouvant aboutir à une évaluation chiffrée pour ce qui relève d'une estimation, d'un jugement - telle une note de conformation.

Les indicateurs doivent satisfaire aux qualités exigées pour toute mesure : pertinence, objectivité, univocité, sensibilité, fidélité.

Des exigences supplémentaires sont relatives à leur usage direct pour la gestion :

La simplicité est une exigence absolue en raison de leur emploi routinier par un grand nombre d'acteurs.

L'accessibilité : la mesure doit être bon marché, rapide et ne doit pas perturber le fonctionnement habituel de la ferme.

Le lien direct avec la technique et avec l'économie. Un indicateur sera plus volontiers utilisé par les éleveurs s'ils en retirent des informations instantanées à la fois sur les techniques passées et futures et sur les gains et pertes financières. Ainsi, des chutes anormales de la production laitière, des taux et de l'état corporel indiquent une insuffisance alimentaire à corriger et informent de pertes financières l'éleveur qui vend du lait, du taux, et des vaches de réforme.

La précision est un point très important ; elle doit être adaptée à la variabilité du phénomène et permettre de révéler des changements qui nécessitent une décision de gestion.

On doit s'efforcer de satisfaire le mieux possible à l'ensemble (maximaliste) de ces exigences, tirées à la fois des sciences exactes et de la pratique de terrain.

E - Conclusion sur les indicateurs

En règle générale, le choix des indicateurs à utiliser pour la gestion fine en fermes est à effectuer parmi ceux (nombreux et plus ou moins sophistiqués) déjà définis dans les stations expérimentales.

L'utilisation des indicateurs bio-techniques de fonctionnement (d'état) n'est pas limitée à la gestion. Ils peuvent permettre en particulier :

- de comparer les situations en fermes avec celles des phénomènes contrôlés en stations expérimentales et avec des situations modélisées ;
- de rechercher les relations entre les différents indicateurs, des points de vue statique et dynamique, les relations entre ceux-ci et les pratiques des éleveurs, les résultats de la production et son efficacité économique ;

- d'apprécier les comportements différentiels du matériel biologique selon les types d'exploitations caractérisés par une typologie préalable.

La gestion, notamment sur le court terme, peut être affinée par le suivi régulier d'indicateurs, révélant des écarts par rapport à des prévisions, des franchissements de bornes acceptables... et permettant de porter un jugement sur des causes complexes mal connues à partir de résultats facilement mesurables. C'est le **raisonnement inductif** des effets aux causes qui sera maintenant développé à propos de l'alimentation des vaches laitières. On verra qu'un tel raisonnement doit être mené avec la plus grande prudence. Il faut se défier des liaisons rapides et abusives "effets-causes", afin d'éviter erreurs de diagnostic, décisions techniques inadaptées et dégradation de la situation.

CHAPITRE II - REFLEXIONS SUR LES PRATIQUES DE PILOTAGE DE L'ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES EN FERMES

A - Position du problème

1) Le pilotage d'un système complexe.

Quiconque a géré une ferme sait qu'il est plus facile de construire un bâtiment que de conduire le troupeau que l'on met dedans.

Construire un bâtiment, science de l'ingénieur classique, consiste à établir des plans à partir des connaissances scientifiques et techniques, à prendre des coefficients de sécurité à tous les niveaux, puis à construire selon un acte unique : le bâtiment va tenir sa durée prévue de vie avec une probabilité voisine de 1.

La gestion d'un troupeau renvoie à la notion de système complexe piloté dans le temps.

Dans un tel cas, la complexité est telle que les marges d'incertitudes sont élevées, en raison des inter-réactions entre les nombreux composants, de connaissances partielles sur certains d'entre eux, de perturbations imprévisibles ou même inconnues. On sait beaucoup mieux expliquer un phénomène complexe que le prévoir (météorologie, macro-économie).

La notion de pilotage renvoie à l'analogie du navire : pour aller d'un point de départ à un point d'arrivée, le pilote utilise les connaissances scientifiques et techniques et les informations sur la situation du moment (bateau, mer, air...) pour tracer sa route prévisionnelle et pour établir le mode de conduite au départ (vitesse, cap...). Il n'est pas maître de tous les éléments : le navire s'écartera de la route prévisionnelle, plus ou moins selon la finesse de la prévision; il refait le point régulièrement, constate l'écart aux prévisions et décide de modifier les éléments de conduite et la route prévisionnelle. Le pilotage comporte, au moins à chaque point d'étape, l'établissement et l'évaluation de la correspondance entre des résultats attendus et obtenus. Les uns et les autres font appel à des connaissances. On a bien une confrontation entre une logique scientifique et une logique de gestion. Avec un raisonnement que l'on peut qualifier de déductif, on manipule des causes qui, par le jeu des lois connues des phénomènes, détermineront les résultats souhaités. Avec un raisonnement inductif, on constate des résultats que l'on cherche, par les lois connues, à relier aux causes pour de nouveau agir sur elles. Ce va-et-vient est la seule voie de maîtrise de l'inconnu et de l'incertain du fonctionnement d'un système complexe. "Un système... ne se déduit pas des référentiels bio-techniques même supposés complets, justement parce qu'il a pour fonction de gérer les perturbations" (DURU et al, 1987).

2) Un troupeau laitier est bien un système complexe

Le système opérant, c'est-à-dire l'ensemble des phénomènes matériels en action, est d'une grande complexité. Il est constitué de l'ensemble des vaches laitières (à des stades physiologiques variés), de l'ensemble des prairies (de valeur inégale dans le temps et l'espace), des stocks fourragers, de l'alimentation fourragère et concentrée, de la pathologie (évolutive), du confort des animaux, des interventions directes sur les animaux (traite), du climat etc... Les interactions entre ces différents composants sont multiples (génétiques-milieu, prairie-animaux, fourrages-concentrés, pathologie-performances, pour ne citer que des interactions binaires).

Ce système opérant a comme objectif principal la transformation d'aliments (fourrages, concentrés) en lait, avec évidemment la meilleure efficacité économique. Ce processus de transformation a fait l'objet de recherches considérables, débouchant en particulier, en France, sur la publication, sous la direction de R. JARRIGE (I.N.R.A., 1988) du livre "Alimentation des bovins, ovins et caprins". Ces recommandations prennent en compte les interactions entre facteurs zootechniques, entre facteurs alimentaires et entre les deux catégories de facteurs. Le "modèle de transformation" est donc assez bien connu, il est de première utilité dans les programmes prévisionnels et dans le choix des "variables d'action" à mettre en oeuvre dans le pilotage (changer de parcelle, diminuer le concentré, corriger l'apport minéral...).

Il n'est en effet pas possible de gérer l'alimentation d'un troupeau laitier sans le recours à un pilotage plus ou moins fin, selon un rythme plus ou moins rapide, et cela pour quatre raisons: l'effet troupeau, l'information partielle, l'information manquante et les facteurs "humains".

Le troupeau n'est pas seulement une somme d'animaux soumis à des règles de gestion individuelles, mais une entité dont la gestion globale entraîne des contraintes rejaillissant sur celles des individus. Par exemple, la ration de base hivernale est souvent estimée et distribuée globalement, alors que l'on connaît les grandes différences de consommations individuelles. L'utilisation de rations complètes, dans les conditions de la pratique, accentue cet effet de lissage, de brouillage des lois zootechniques.

L'information partielle provient de la précision variable, et souvent mauvaise, que l'on a des quantités des divers éléments de la ration effectivement consommées, principalement en ce qui concerne les fourrages conservés et a fortiori le pâturage. A titre d'exemple, plusieurs méthodes, selon le cas, permettent d'estimer la quantité d'ensilage consommée : pesée fréquente de la totalité, nombre d'unités de distribution, avancement du silo, référence aux tables (efficace pour le maïs). Dans le cas de l'avancement du silo, on a une multiplication d'erreurs relatives sur les estimations du volume par jour, de la densité, de la teneur en matière sèche, des pertes aboutissant à des erreurs globales pouvant atteindre 25 %. En ce qui concerne la qualité, particulièrement des fourrages, les conditions de la pratique déterminent un nombre généralement insuffisant d'analyses en regard des besoins d'information qui seraient nécessaires au conseiller ou à l'éleveur.

L'information manquante peut être de tous ordres : quantité et qualité de l'herbe pâturée, pathologie insidieuse, météorologie liée au confort des animaux...

Les facteurs humains jouent un rôle notable dans le décalage fréquent entre les dispositions techniques préconisées et ce qui est fait réellement. Il peut être volontaire de la part de l'éleveur (souci de simplification, d'économie...) ou provenir d'erreurs systématiques (week-ends, remplacement) ou aléatoires (pannes des divers matériels, mauvais étalonnages des distributeurs...).

Il existe un gradient continu entre d'une part, les fermes à haute technologie, pour lesquelles la connaissance du système opérant est bonne et le pilotage est assuré par des ajustements rapides allant jusqu'au détail et, d'autre part, les fermes peu informées, où le pilotage se fait plus "à vue" avec des pas de temps plus longs et par des décisions techniques plutôt "en grandes masses".

B - Les prévisions alimentaires

Les prévisions sont établies conjointement par le conseiller et l'éleveur en tenant compte des connaissances en alimentation et des facteurs imposés : "l'ensemble des facteurs imposés est ce qui canalise la solution en aidant à situer sa position optimum" (GOGUELIN, 1967). Vis-à-vis des animaux, ils s'appuient principalement sur les stades physiologiques probables et sur les prévisions de productions laitières individuelles et collectives. On aboutit à une "courbe objectif" de production laitière pour le troupeau à partir de la combinaison des "courbes objectifs" individuelles. Pour ces dernières, la finesse de prévision est variable en fonction de la ferme concernée : elle peut aller du calcul précis de la production à partir du **potentiel génétique apprécié par la "production initiale"** et des rations prévues successives, jusqu'à une prévision grossière par simple reconduction de la production de l'année précédente. De plus, la précision recherchée augmente en général quand diminue l'intervalle de temps auquel elle s'applique. Dans tous les cas, est utilisé, explicitement ou implicitement, le concept de "courbe standard de lactation" qui sera traité par la suite.

Les prévisions sur l'année ou la saison seront illustrées par quelques exemples. Dans le Calvados, deux modèles de "bilans fourrages prévisionnels hivernaux" sont proposés. Le premier a pour but d'éviter à l'éleveur d'être surpris avec un ou deux mois de manque de réserves fourragères : c'est une prévision en grandes masses avec un faible nombre d'unités de mesure : tous les animaux sont exprimés en UGB, tous les fourrages en Kg de matière sèche ; les besoins sont uniformément de 5 tonnes de matière sèche par UGB et par an. Le deuxième distingue les catégories d'animaux et de fourrages, précisant par la même occasion les rations fourragères par catégorie d'animaux ; dans la réalité, ce deuxième bilan prévisionnel n'est pas réalisé dans toutes les fermes. Dans la région Auvergne (CHAMPY, 1974), un "plan d'alimentation", concernant en général l'hiver, prévoit les rations de base et la distribution des concentrés pour 5 groupes de vaches classées selon leur production. En Suisse romande (MORIER, 1975), une méthode très élaborée de prévision prend notamment en compte le

niveau de consommation selon le stade de lactation, le lait produit, le poids vif ; elle inclut des mesures de consommation globale du troupeau (reliant consommations du troupeau et des individus), des analyses de fourrages, etc...

Les prévisions sur le mois sont établies avec des rations pour les individus ou pour des groupes de vaches établis selon des classes étroites de production (5 groupes au moins). La méthode bien connue peut être rappelée brièvement : à partir des besoins calculés, on estime la valeur de la ration de base (UFL, PDIE, PDIN, Ca, P), on l'équilibre avec un concentré correcteur, puis on calcule le concentré de production par différence. Un ajustement fin des apports aux besoins peut résulter d'une telle démarche si l'on a une bonne connaissance de la ration de base, c'est-à-dire si le conseiller dispose de temps et de moyens pour collecter des informations précises et effectuer des calculs fins. On a vu que les connaissances étaient imparfaites et le temps limité. L'efficacité porte donc à utiliser des "recettes" dans les cas d'incertitudes : pour le pâturage, on estimera par exemple la valeur de la ration de base à l'entretien plus respectivement 20, 16 et 12 kg de lait au printemps, en juillet-août et en septembre-octobre ; pour les minéraux, on distribuera 200 g par vache et par jour sur une saison. L'exigence d'une ration prévisionnelle est la robustesse (*) avant la précision. On retiendra cette phrase d'un responsable de Contrôle Laitier : "il faut donner des méthodes claires et simples aux contrôleurs".

C - La courbe standard de lactation : outil de base pour la prévision et le suivi des productions laitières.

L'année est le pas de temps cardinal (de conception, de réflexion, de mesures...) pris en compte par les intervenants en agriculture (cycles climatiques, végétatifs...). En particulier, les "études technico-économiques" annuelles sont en phase avec le cycle physiologique de la vache qui est lui-même annuel ; elles peuvent donc se satisfaire, grosso-modo, des performances laitières enregistrées sur cet intervalle de temps. Dès que l'on veut affiner les études sur des périodes plus petites, la production laitière doit être référencée au stade de lactation.

La "courbe standard de lactation" (**) s'appuie sur un modèle théorique (***) de l'évolution de la production laitière de la

(*) robuste se dit d'un organisme qui résiste bien aux causes d'agression ou d'altération (Larousse). Par extension, une ration prévisionnelle sera "robuste" si elle a de bonnes probabilités d'être effectivement mise en oeuvre (simplicité), si elle reste efficace avec une ration de base évolutive (prévision de minéraux par excès...) etc...

(**) Il faut éviter la confusion avec deux autres notions couramment utilisées, à savoir le "lait standard" qui est une quantité de lait ramenée à 7 % de taux de matière utile, et la "lactation standard" qui est la quantité de lait à 7 % produite par une vache en 305 jours : la courbe standard de lactation ne tient pas compte des taux.

(***) "Le processus de modélisation vise à remplacer le visible compliqué par de l'invisible simple" (DURAND, 1983).

"L'accroissement de la connaissance (donc de la maîtrise) ne sera manifeste que si elle s'exprime par l'établissement ou le perfectionnement d'un modèle" (MELESE, 1968, p. 99).

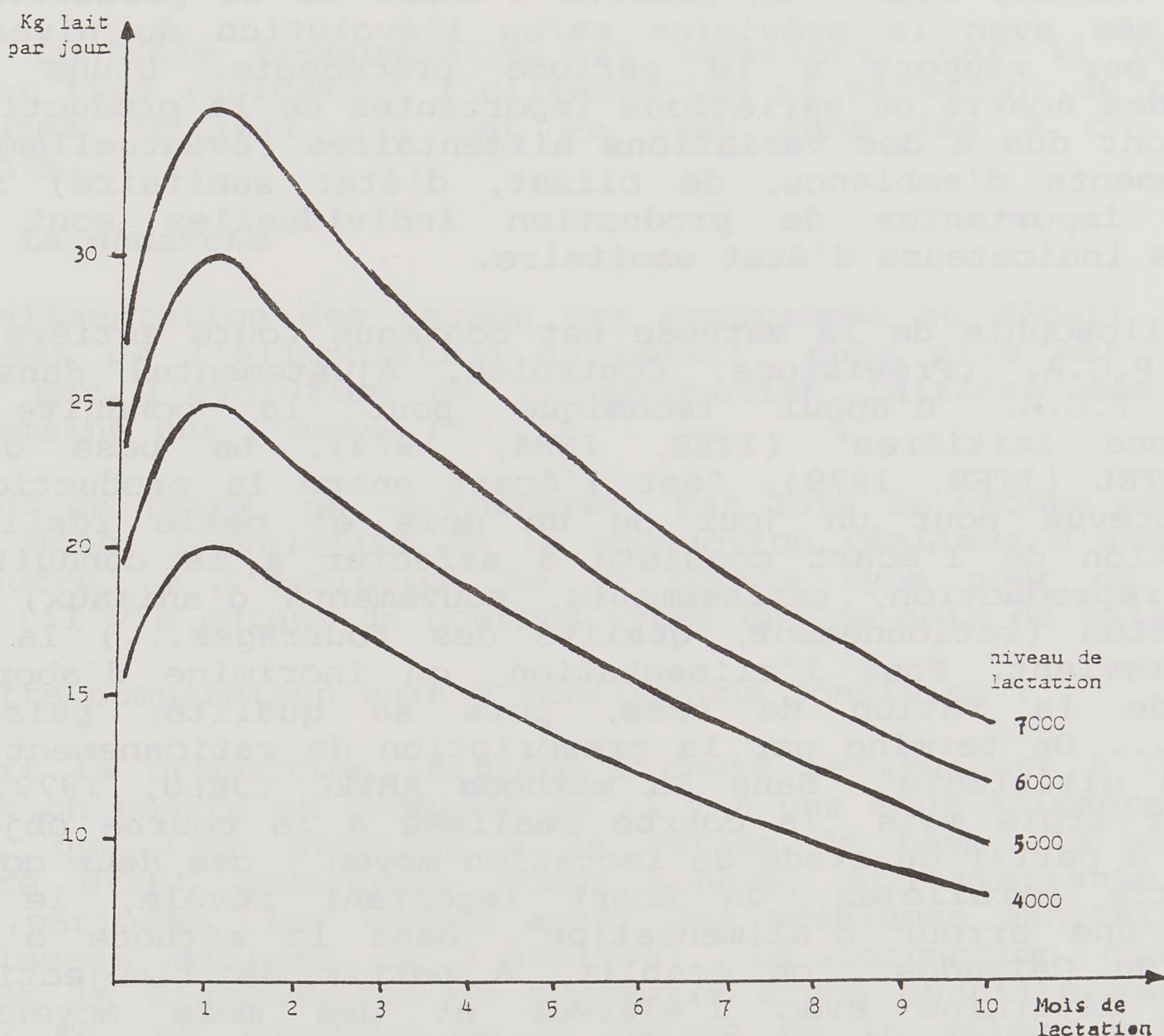
vache laitière entre la mise bas et le tarissement. Il décrit l'évolution idéale sur 10 mois de la production journalière d'une vache qui serait fécondée à la fin du troisième mois et tarie au 10ème mois, qui vivrait dans une "ambiance" stable (température, hygrométrie, durée du jour...), qui aurait une couverture stricte des besoins alimentaires pour un potentiel génétique donné, qui serait traitée de la même façon, qui ne subirait aucune "perturbation" pathologique. Le seul facteur de variation serait donc l'évolution des équilibres hormonaux au cours du cycle physiologique. Ce modèle théorique a été établi à partir de nombreuses observations effectuées en milieu contrôlé et à partir de valeurs statistiques calculées sur des données provenant d'un très grand nombre de fermes. Le concept de "courbe standard de lactation" est un outil indispensable pour la compréhension de l'élaboration de la performance annuelle. Faut-il ajouter qu'avec ses multiples usages, il figure en bonne place dans la "bibliothèque mentale de modèles" de tout zootechnicien ou praticien et fait partie des connaissances, implicites ou non, intervenant dans tout raisonnement sur la production laitière.

Comme tout modèle théorique, la "courbe standard de lactation" n'existe pas dans la nature : outre l'effet des facteurs évoqués supra (ambiance, alimentation, pathologie...), la forme de la courbe est différente selon les aptitudes raciales et individuelles (persistance notamment) ainsi que selon d'autres facteurs tels que l'âge des vaches, le mois de vêlage. Cela ne retire rien à son intérêt qui est fait de simplicité et d'utilité ; on citera ici CHALMERS (1987), résumant la conception instrumentaliste de la science : "les constructions théoriques, qui sont conçues pour nous donner une maîtrise expérimentale du monde observable, ne seront pas jugées en termes de vérité et de fausseté, mais plutôt en termes de leur utilité en tant qu'instrument".

Pour reprendre les termes de BACHELARD (1986), le modèle peut être enrichi en extension et en compréhension par le passage de l'objet "individu" initial à l'objet "troupeau", par l'établissement de modèles variés relatifs à des conditions particulières : courbes standard pour les premières lactations, pour les vêlages d'automne ou de printemps, etc...

A un instant t , une vache est au stade de lactation x et produit y litres par jour. On appelle "niveau de lactation" à un instant t la quantité théorique de lait produite au cours de la totalité de la lactation supposée se dérouler dans les mêmes conditions selon la courbe standard passant par le point défini par le stade de lactation (x) et la production laitière journalière (y). Pour un troupeau à un instant t , le même raisonnement est appliqué au stade de lactation moyen du troupeau (X) et à la production de lait moyenne du jour (Y). Les courbes sont utilisées comme des abaques (annexe 1) permettant d'obtenir un terme quelconque inconnu à partir des deux autres connus. La figure 1 donne des exemples de courbe standard pour quatre niveaux de lactation.

Figure 1 : exemples de courbes standard de lactation
(Source : Contrôle laitier Normandie, 1985).



Pour les prévisions, à partir du niveau de lactation souhaité et du mois (ou de la semaine) de la prévision, on obtient la production journalière prévue, pour l'individu ou le troupeau (somme des productions individuelles). Ainsi, pour un niveau souhaité de 7000 kg de lait par lactation, une vache devra produire, au 4ème mois de lactation, 26 kg de lait par jour. On peut de plus moduler ces prévisions mensuelles (hebdomadaires) en tenant compte des variations des années précédentes, des stratégies alimentaires...

Pour le suivi, outre la comparaison régulière des productions réelles aux prévisions établies selon supra, on peut obtenir chaque mois (semaine) le niveau de lactation réalisé, à partir du stade de lactation et de la production journalière (pour les individus ou pour le troupeau). Ainsi, une production réalisée de 20 kg de lait au 3ème mois de lactation correspond à un niveau de lactation de 5000 kg de lait. Cela permet de comparer le niveau réalisé :

- à des prévisions établies en termes de niveau de lactation
- à celui de la période précédente (augmentation, baisse...)
- à celui de la même période de l'année précédente (dans "le tableau de bord mensuel" de la chaîne Normalait, le niveau d'étable est mis en regard de celui du même mois de l'année précédente),
- à celui d'autres élevages (niveaux réalisés et variations dans le temps).

D - Les ajustements alimentaires à partir des résultats laitiers

A un instant donné, on observe l'écart de la production de lait réalisée avec la prévision et/ou l'évolution du niveau de lactation par rapport à la période précédente. D'une façon générale, des écarts ou variations importantes de la production du troupeau sont dus à des variations alimentaires (éventuellement à des changements d'ambiance, de climat, d'état sanitaire) ; les variations importantes de production individuelles sont plus souvent des indicateurs d'état sanitaire.

La philosophie de la méthode est contenue toute entière dans le sigle P.C.A. (Prévisions, Contrôles, Ajustements) dans les "Systèmes P.C.A. d'appui technique pour la conduite des exploitations laitières" (ITEB, INRA, 1974). La base de la démarche ATEL (ITEB, 1979), "est l'écart entre la production du troupeau prévue pour un jour ou un mois et celle réalisée". "L'explication de l'écart consiste à affecter à la conduite du troupeau (reproduction, tarissements, mouvements d'animaux) et à l'alimentation (rationnement, qualité des fourrages...) la part qui leur revient. Pour l'alimentation, on incrimine d'abord la quantité de la ration de base, puis sa qualité, puis les concentrés... On termine par la prescription de rationnement pour la période ultérieure". Dans la méthode ARTEC (JELU, 1979), on compare sur trois mois "la courbe réalisée à la courbe objectif construite à partir du stade de lactation moyen ; ces deux courbes doivent être parallèles. Un écart important révèle, le plus souvent, une erreur d'alimentation". Dans la méthode d'appui technique du Calvados, "on établit, à partir de l'objectif de production déterminé avec l'éleveur et des mois moyens de lactation, une courbe de production de lait par jour ; la courbe objectif peut être réalisée sur 3 mois sans difficulté" (GAILLON et ZICKLER, 1975). Même dans la méthode suisse de prévision alimentaire élaborée, on a recours mensuellement à l'observation, pour la production et la persistance, des écarts aux moyennes régionales, et l'on effectue les modifications de rations si nécessaire. Des chercheurs sur les systèmes fourragers utilisent le même type de raisonnement : "lorsque les autres causes sont éliminées, l'existence d'écarts montre des défauts dans l'alimentation des animaux qu'il faut ensuite relier au pâturage ou à la distribution de concentrés" (MATHIEU et REMY, 1986).

E - Un exemple pratique : le LACTOPLAN 3 (*)

1) Les objectifs

Le Lactoplan 3 a pour objectif d'utiliser au maximum le potentiel génétique d'une vache en utilisant le minimum de concentrés. Il s'adresse à des éleveurs laitiers très performants.

Il est basé sur le suivi fin de la production laitière. La méthode du Lactoplan 3 va donc être de contrôler les animaux toutes les semaines et de modifier leur ration en concentré pour

(*)Le LACTOPLAN 3 est un logiciel de suivi individuel des vaches laitières, mis au point par l'UCANOR (Union des Coopératives de Normandie) en 1984. Il est utilisé actuellement dans une centaine de troupeaux. Il fait partie d'une gamme de logiciels adaptés à différents objectifs de suivis : LACTOPLAN 1, 2, 3.

la semaine suivante, non pas en fonction de calculs théoriques mais en fonction de l'évolution constatée de la production sur la semaine précédente.

Le contrôle hebdomadaire est important, car il permet de réajuster très rapidement l'alimentation et notamment de rattraper des chutes de lait qui ont eu lieu dans les 3 ou 4 jours précédents.

2) La démarche

L'alimentation des vaches est programmée au départ à partir des normes de l'alimentation du bétail, puis elle est jugée et modulée par l'évolution de la production laitière des animaux d'une semaine sur l'autre (*).

Pour ce faire, on va comparer, par lots de vaches ayant vêlé le même mois, l'évolution de la production réalisée d'une semaine sur l'autre, à l'évolution de la courbe type pour ce mois de vêlages (il y a autant de courbes types que de mois de vêlages).

Cette comparaison aura 2 conclusions possibles :

Soit la production laitière a chuté par rapport à la courbe type, et on pourra en conclure qu'il y a une sous-alimentation des animaux, que l'on attribue à la ration de base, la valeur du concentré étant considérée comme connue, et invariante sur de courtes périodes (les vaches ayant des problèmes sanitaires sont naturellement exclues de l'analyse). La correction consiste à augmenter la distribution de concentré d'une quantité variant de 0,5 à 2 kg, en fonction de la baisse de la valeur estimée du fourrage ingéré.

Soit la production laitière est normale par rapport à la courbe type et on essaiera alors de faire produire le lait en consommant moins de concentrés. Pour cela, on réduira la ration en concentrés de ces animaux de 1 kg par jour la semaine suivante.

Il est évident que cette présentation de la méthode est schématique et qu'il existe en fait autour de ces principes, de nombreuses variantes, telles que la prise en compte de la production laitière des deux semaines précédentes, de divers cas particuliers de vaches...

3) Exemple d'application

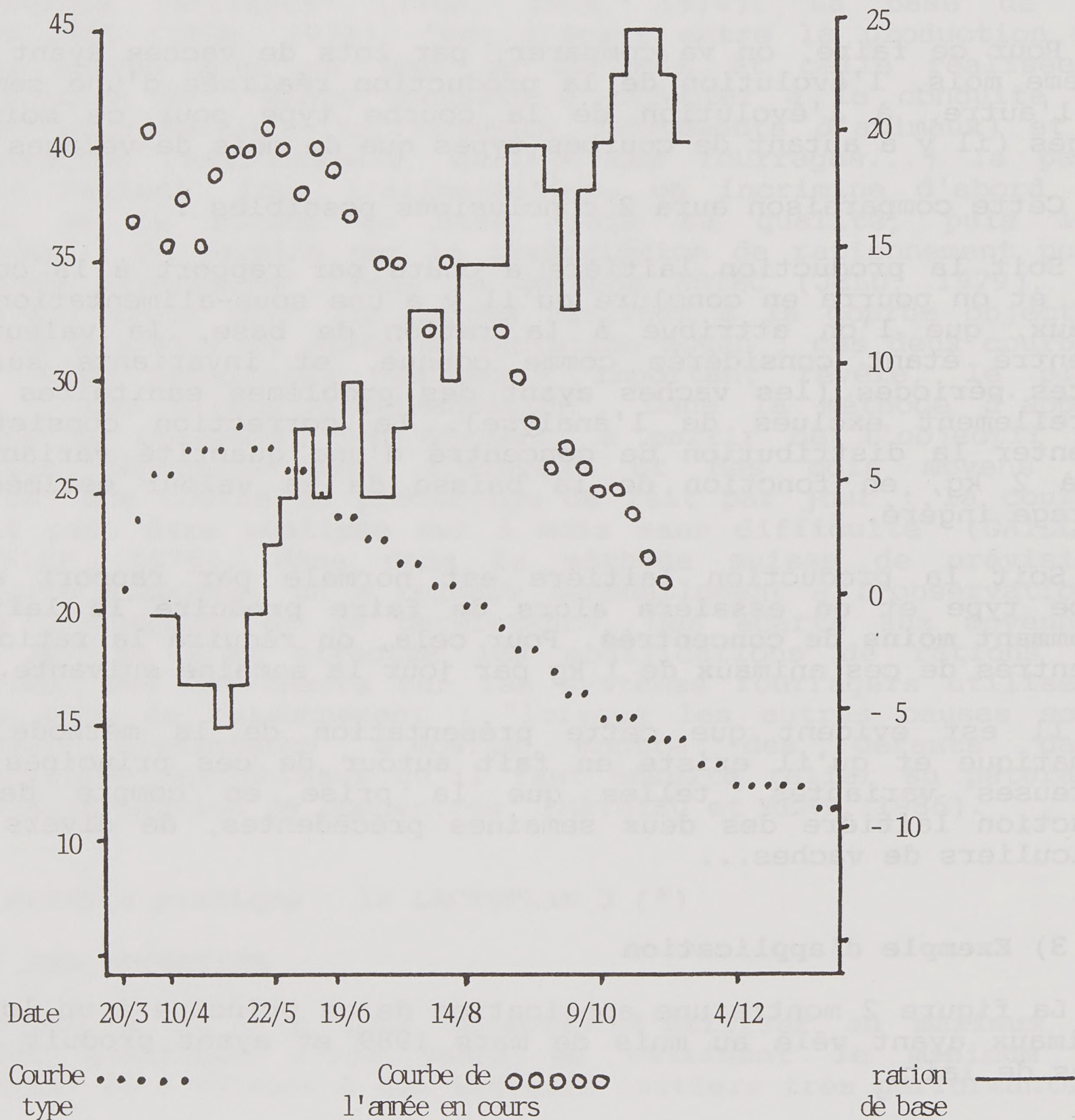
La figure 2 montre une application de ce principe à un lot de 4 animaux ayant vêlé au mois de mars 1989 et ayant produit 9000 litres de lait.

(*) Le suivi individuel des productions est indispensable pour une gestion très fine. On a constaté que le contrôle du tank à lait est insuffisant et qu'il est nécessaire de contrôler les animaux individuellement car, dans la même semaine, dans un même troupeau, on observe des lots de vaches en "chute" camouflés au niveau du tank par des lots en évolution favorable.

Figure 6 : Suivi d'un lot de 4 vaches ayant vêlé en mars : production laitière par jour : selon courbe type * : effectivement réalisée : assurée théoriquement par la ration de base.

Mois de vêlage : Mars 1989
Production lait (litres)

Ration de base



* Courbe type correspondant aux vêlages de mars et à une production totale de 6 000 litres.

La courbe en trait plein, appelée improprement *ration de base* (*) donne le niveau de production à partir duquel est distribué du concentré. Chaque baisse de cette courbe indique une évolution de la production laitière défavorable qui a entraîné une distribution de concentré supplémentaire. Chaque hausse de la courbe, indique une bonne évolution de la production qui a entraîné une baisse de distribution de concentré.

4) Exemples de résultats

4.1. Du point de vue technique

Par rapport à une complémentation correspondant à un plan de rationnement classique avec une prévision de production laitière, on a observé en début de lactation une distribution de concentré d'environ 3 kg supplémentaires pour une amélioration des pics de 4 à 5 litres.

En phase décroissante de lactation, du fait de l'ajustement permanent de concentré, on observe des économies de 3 à 4 kg par jour. Le tableau 1 donne des exemples effectifs de complémentation.

Tableau 1 : Pour cinq vaches ayant vêlé en novembre, exemples de complémentation concentré au pic de lactation et à la mise à l'herbe

Nom des Vaches	Date dernier vêlage	Pic de lactation		Semaine précédant la mise à l'herbe		Produc. à 305 j 1
		Production l/j	Concentrés Kg/j	Production l/j	Concentrés Kg/j	
Unique	04/11	50.0	13.0	46.4	4.7	11 734
Royale	22/11	45.0	10.0	39.2	4.8	9 936
Tyrolienne	04/11	41.0	9.0	35.4	4.8	9 740
Virgule	10/11	39.0	9.0	32.4	0.5	9 077
Utile	07/11	36.0	8.0	32.5	1.0	8 247

4.2 Du point de vue financier

En moyenne, sur les 150 troupeaux utilisant la méthode depuis plus d'un an, on a observé une amélioration, hors évolution normale, de 500 F par vache de la marge "lait moins concentré". Cette amélioration est due autant à une meilleure production de lait qu'à des économies de concentrés.

(*) Cette courbe figure, de manière conventionnelle, la valeur estimée de la ration de base à partir des variations de la production réelle.

Les tableaux 2 et 3 donnent les résultats de deux élevages.

Tableau 2 : Résultats de l'élevage A, où l'emploi de la méthode Lactoplan 3 a débuté en 1984

	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Moyenne économique (litres)	6 082	5 883	6 285	6 508	6 825	7 321
Concentrés (Kg)	1 449	991	1 163	1 184	914	1 208
Ration de base (litres)	3 225	3 960	3 813	4 062	5 033	5 015
Marge Lait - concentré (F)	7 521	8 118	8 523	9 360	11 240	12 135

La marge "lait-concentré" a augmenté régulièrement. Au cours de la première années (1984), la moyenne économique de production laitière a légèrement diminué et le concentré a fortement diminué ; dans les années ultérieures, la moyenne économique a augmenté régulièrement (1500 litres en 4 ans, dont la plus grande part doit être attribuée à l'alimentation).

L'évolution de la quantité du concentré dépend surtout de la qualité des fourrages ; il joue alors pleinement son rôle de "complémentaire" entre la production de lait et la qualité des fourrages.

Tableau 3 : Résultats de l'élevage B, où l'emploi de la méthode Lactoplan 3 a débuté en octobre 1987

	Oct. 1986 - Sept. 1987	Oct. 1987 - Sept. 1988	Oct. 1988 - Sept. 1989
Moyenne économique (litr.)	7 780	7 664	7 933
Concentrés (Kg)	1 599	1 350	1 451

Le troupeau B a un niveau de production initiale plus élevé que le troupeau A. Au cours de la première année de Lactoplan 3, on a une légère baisse de production et une forte économie de concentré ; au cours de la deuxième année, la production a nettement augmenté.

On peut préciser que, dans les troupeaux A et B, les taux de réforme et de renouvellement restent en dessous de 25 %.

5) La mise en oeuvre de la méthode

L'UCANOR, pour mettre en oeuvre cette méthode d'"Ajustement Permanent de Concentré", a mis au point un logiciel disponible sur micro-ordinateur : le LACTOPLAN 3.

Cette méthode est à l'heure actuelle diffusée, un peu sur des micro-ordinateurs en exploitations, et surtout par l'intermédiaire de services centraux.

Ce service téléphone à l'agriculteur chaque semaine, à heure régulière, traite les données du contrôle et renvoie par téléphone un nouveau plan de distribution en concentrés. Le modèle de fiche hebdomadaire est donnée en Annexe 2.

Signalons enfin que le LACTOPLAN 3 peut être couplé à des compteurs à lait et des DAC. La complémentation est alors automatiquement réajustée. On peut alors vraiment parler de Complémentation Assistée par Ordinateur (C.A.O.).

Cependant, cette méthode ne peut être utilisée par des éleveurs visant les hautes performances de production et d'efficacité alimentaire et acceptant un suivi individuel des animaux et des modifications hebdomadaires des rations. De plus, elle ne prend en compte que la quantité de lait produite.

CHAPITRE III - PROPOSITION D'UTILISATION SIMULTANEE DE 3 INDICATEURS

A - Proposition d'extension du concept de courbe standard au taux protéique et à l'état corporel

Au cours du cycle physiologique de la vache, deux autres caractères ayant aussi des significations biologiques, techniques et économiques, varient conjointement avec la production laitière : la richesse du lait (le taux butyreux (TB) et le taux protéique (TP)) et l'état corporel. Leurs variations sont amples et rapides en relation avec les déséquilibres apports-besoins liés au niveau métabolique élevé de vaches laitières de plus en plus productives.

Leur prise en compte est généralisée pour les taux, rare encore pour l'état corporel. En stations, ces variables servent de test, avec la production laitière, pour toutes les expérimentations sur les vaches laitières. En fermes, chercheurs, conseillers et éleveurs en tiennent compte comme discriminants, comme objectifs, comme indicateurs. Les taux sont généralement utilisés sur la période annuelle, soit en terme de taux moyen annuel de la production globale, soit en terme de taux moyen des lactations (x kg de lait à y % de TB et z % de TP), soit au travers du calcul de la lactation exprimée en lait standard à $70^\circ/\infty$.

L'emploi des résultats mensuels est beaucoup moins fréquent et très empirique. Il est, de fait, difficile d'interpréter un taux mensuel individuel et, a fortiori, un taux mensuel de troupeau : on cherche à se reporter au stade moyen de lactation (sans disposer de références quantitatives) et à la saison ; on compare aux valeurs du mois précédent, à celles du même mois de l'année précédente. L'état corporel est encore moins utilisé puisque les mesures ne sont pas effectuées en routine ; le technicien peut constater un troupeau plutôt maigre ou plutôt en bon état, relier implicitement à un stade de lactation moyen approximatif, mais ces réflexions entrent peu ou pas dans le diagnostic et les recommandations, toujours en raison du manque de références quantitatives ; seuls les cas extrêmes (vaches en consommation, TP à 28 %) jouent le rôle d'indicateurs d'alerte.

Ces attitudes sont en retrait par rapport à celles des éleveurs pour lesquels les taux mensuels (liés directement aux recettes) et l'état corporel (associé à la bonne conduite normale d'animaux et aux recettes en réforme) sont des préoccupations permanentes ; dans ces domaines, on ne leur apporte pas actuellement d'aide à la décision très efficace.

La richesse du lait et l'état corporel des vaches ne seront mieux utilisés pour la gestion des troupeaux laitiers que si l'on sait référencer les observations au stade de lactation. On peut envisager de bâtir un modèle homologue de celui établi pour le volume de la production laitière, c'est-à-dire proposer des courbes standard de TP et d'état corporel.

1) Esquisse d'une courbe standard de taux protéique

Les facteurs de variation du taux protéique du lait sont connus ; cf. notamment JARRIGE et ROSETTI 1957, DECAEN et JOURNET 1966, JOURNET 1984, REMOND 1984, LE DORE et al 1986, RNED Bovin INRA ITEB 1986. Au cours de la lactation, le TP présente une évolution caractéristique : élevé après le vêlage, il baisse rapidement pour atteindre un minimum au 2ème mois et s'élève progressivement jusqu'à la fin de la lactation. Ce schéma général est modifié par l'action de facteurs liés à l'animal (aptitudes génétiques, âge, stade de gestation, production laitière, état sanitaire) et par celle de facteurs externes (saison, alimentation, rythme de traite).

En particulier, le TP présente généralement une évolution saisonnière propre (éclairage, température) avec, en gros, un maximum à la fin de l'automne et un minimum en début d'été.

On s'intéresse ici aux effets propres moyens du stade de lactation et de la saison. Ils sont caractérisés par l'écart entre le TP de chaque mois de lactation avec le TP moyen de la lactation et par l'écart entre le TP de chaque mois de l'année avec le TP moyen annuel.

Pour l'effet du stade de lactation, l'ITEB a retenu une abaque d'écarts, à partir des courbes établies par l'INRA sur les données individuelles de stations (DERVE et al, 1988). Dans le même temps, et de façon indépendante, nous avons effectué le même travail sur des laits de troupeaux en Normandie. Les résultats concordent remarquablement, tant par l'emplacement du "zéro" que par la répartition des valeurs (figure 3) (*). La seule discordance concerne le premier mois de lactation : nos résultats proviennent de laits de troupeaux référencés à des "mois moyens de lactation".

Pour l'effet propre de la saison, l'ITEB, d'après les courbes INRA, propose les écarts précisés dans la figure 4.

Selon le même raisonnement que pour le "niveau de lactation", on appellera "niveau de taux protéique" à un instant t le taux moyen théorique de la totalité de la lactation dans les mêmes conditions, avec le TP supposé varier selon les courbes standard en fonction du mois de lactation et de la saison. A partir d'un TP réalisé (individuel ou de troupeau), référencé à un mois de lactation donné et à un mois de réalisation donné, on effectue les deux corrections avec les courbes standard. Ainsi, un TP de 34 % réalisé au 3ème mois de lactation en novembre aura un niveau de TP de :

$$34 + 2,1 - 0,85 = 35,25 \text{ \%}.$$

(*) Le modèle proposé par les uns et les autres doit être qualifié d'exploratoire : il ne prend pas en compte le régime alimentaire ni le mois de vêlage..., d'où l'intérêt des observations plus fines menées actuellement par l'ITEB et les EDE sur des résultats de contrôle laitier dans la Manche, les Pays de Loire et le Sud-Ouest. On retrouve ici la dialectique simplicité-précision : jusqu'où faut-il complexifier un modèle sans altérer sa faisabilité. Avec des modèles plus diversifiés, améliore-t-on réellement la précision tout en maintenant le caractère "opérationnel" de la méthode ? (SEYRIES, communication personnelle).

Figure 3 : Effet du stade de lactation sur le taux protéique.

- Ecart par rapport au taux protéique moyen de la lactation (g/kg).
- "courbe standard" de taux protéique.

mois de lactation	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11
I.T.E.B.		1,3		- 2,6		- 2,1		- 1,3		- 0,4		+ 0,4		+ 1,2		+ 2		+ 2,8		+ 3,5		+ 4,3
nos résultats	0	- 1,4	- 2,8	- 2,6	- 2,4	- 2,0	- 1,6	- 1,2	- 0,8	- 0,4	0	+ 0,4	+ 0,8	+ 1,2	+ 1,6	+ 2	+ 2,4	+ 2,8	+ 3,2	+ 3,5		

Taux protéique g/kg
Ecart p.r. TP Moyen
lactation.

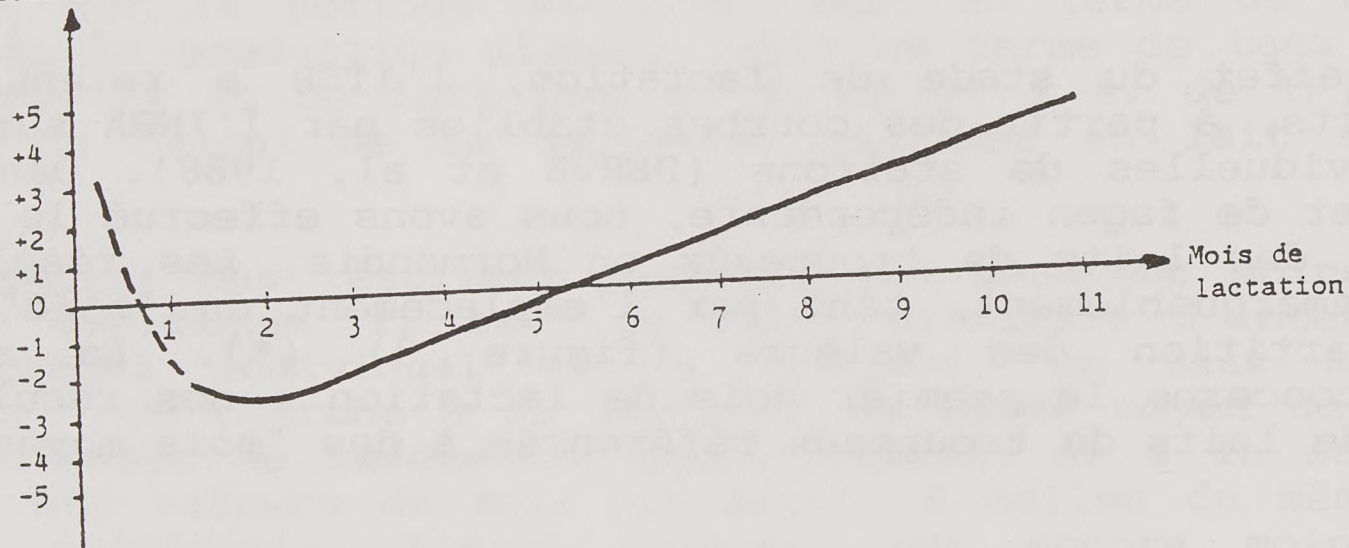
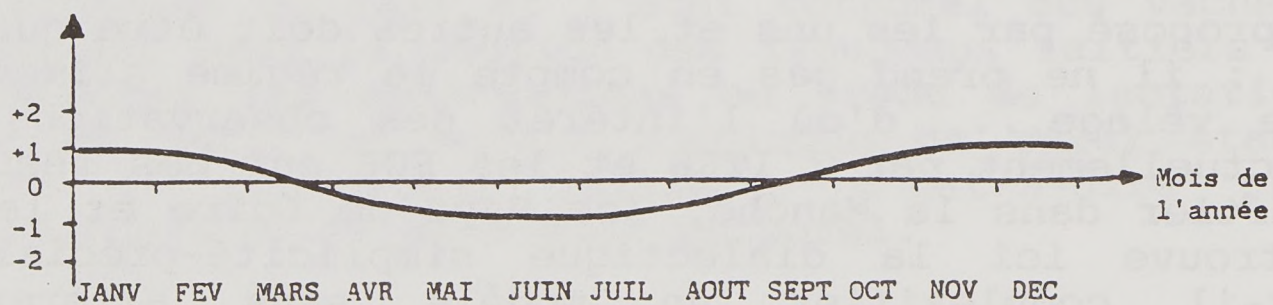


Figure 4 : Effet propre de la saison sur le taux protéique.

- écart par rapport au taux protéique moyen annuel (g/kg).
- "courbe standard" de taux protéique.

MOIS	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Ecart TP %	+0,85	+ 0,5	0	- 0,5	-0,85	- 1	-0,85	- 0,5	0	+ 0,5	+0,85	+ 1

Taux protéique g/kg
Ecart p.r. TP Moyen
annuel.



Ce "niveau de TP" ainsi calculé est très largement indépendant du stade de lactation et de la saison. Il variera essentiellement en fonction des facteurs génétiques et alimentaires. On peut alors raisonner en termes de "niveau de TP" (comparaison entre animaux, entre périodes, entre années, entre élevages) de la même manière que l'on raisonne en termes de "niveau de lactation".

Cette méthode peut être d'une application générale et informatisée. Pour les adhérents du contrôle laitier, le TP est mesuré chaque mois pour chaque vache ; la moyenne pondérée du troupeau est rapportée dans les résultats valorisés mensuels ; le "niveau de TP" pourrait sans difficultés être calculé en routine (un logiciel est déjà préparé par l'ITEB). Pour les éleveurs non-adhérents au contrôle laitier, le "niveau de TP" du troupeau peut aisément être calculé à partir du mois moyen de lactation et du TP mensuel mesuré par les laboratoires inter-professionnels (2 à 4 mesures par mois).

2) Esquisse d'une courbe standard d'état corporel

Les productions des femelles varient beaucoup au long d'un cycle annuel. Pour les vaches laitières en particulier, les besoins énergétiques journaliers peuvent varier du **simple au quadruple** (JOURNET, REMOND, 1978) ; malgré une modulation possible de l'alimentation, l'ajustement apports-besoins n'est jamais réalisé parfaitement et l'animal doit mettre en jeu un processus d'anabolisme-catabolisme de réserves corporelles, essentiellement graisseuses, afin de réaliser un pseudo-équilibre énergétique complexe entre des flux intéressant l'ingéré, les réserves corporelles et la production.

Au cours du cycle physiologique, l'état corporel a une évolution caractéristique. Il baisse rapidement après le vêlage quand l'appétit de la vache est insuffisant par rapport à la forte production laitière. A partir du 2^{ème} ou du 3^{ème} mois, avec l'augmentation de l'appétit et la baisse de production, il se stabilise puis augmente jusqu'au tarissement et au vêlage suivant. Cette évolution est influencée par des facteurs liés à l'animal et par les facteurs externes au premier rang desquels il faut placer l'alimentation, essentiellement le niveau énergétique de la ration ingérée. L'effet de régimes ou d'aliments spécifiques intervient également (l'ensilage de maïs est favorable à l'état des animaux).

L'ITEB et l'INRA (BAZIN, 1984) ont codifié une méthode de jugement de l'état d'engraissement des vaches Pie-noire par simple observation visuelle, permettant d'échapper aux fortes contraintes pratiques des méthodes par pesée ou palpation. Par observation à une distance de quelques mètres, on affecte une note de 0 à 5 (six classes) par une vue arrière et une note de 0 à 5 (six classes) par une vue latérale (dans chaque cas, les sites anatomiques à observer sont codifiés de façon précise) ; on fait ensuite la moyenne de ces deux notes selon une échelle graduée en demi-points (note finale sur 5 avec 11 classes). Cette méthode d'estimation de la teneur en lipides est évidemment moins précise que celle faisant intervenir l'eau lourde ou le diamètre des adipocytes. Elle permet cependant une bonne estimation des pertes ou reconstitutions des lipides corporels, avec un coefficient de corrélation de 0,90 entre les différences de notes et les différences de lipides corporels (CHILLIARD, ROBELIN, REMOND,

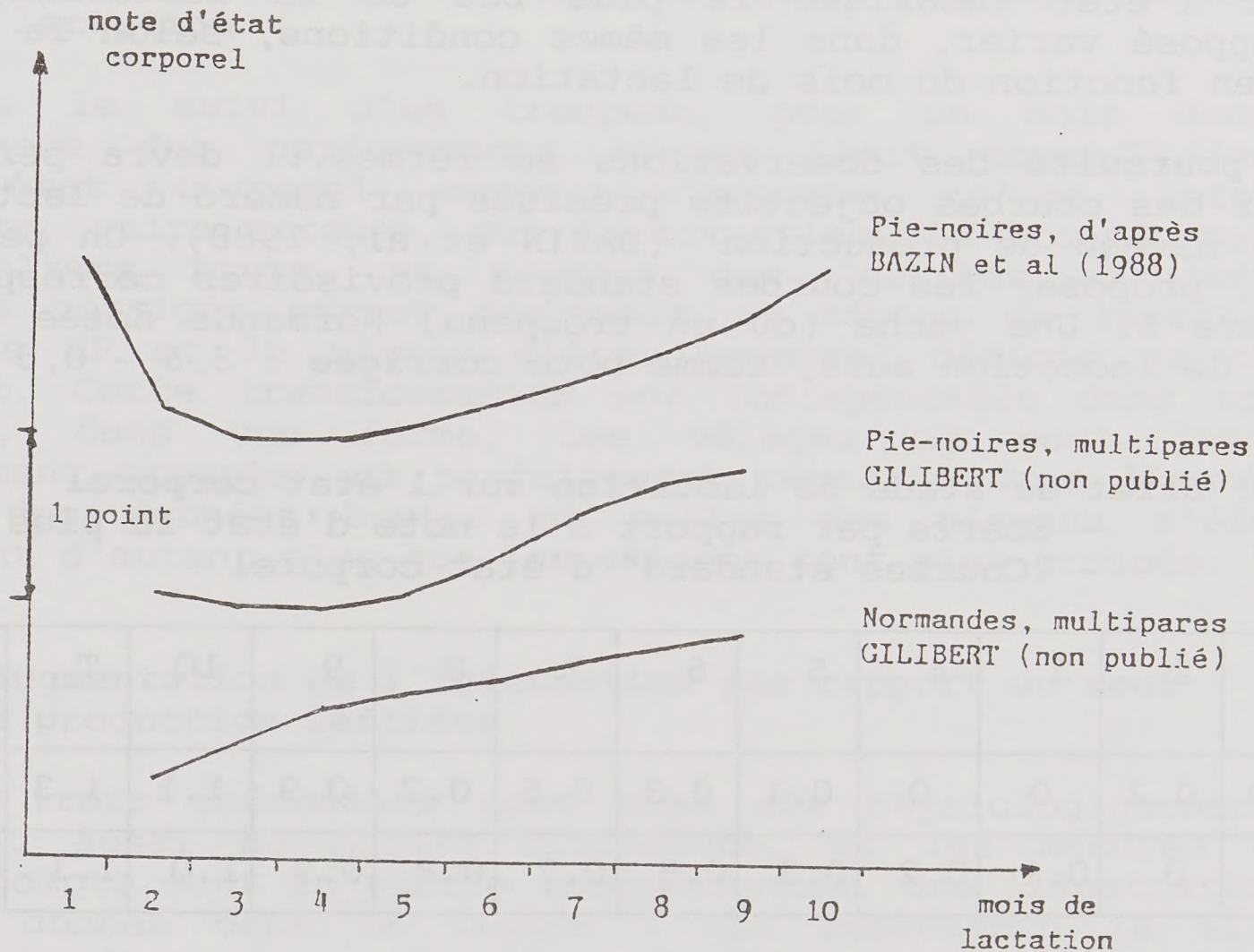
1984). Les notes sont étroitement corrélées avec celles obtenues avec la palpation ($r = 0,97$, REMOND et al, 1988). La méthode est reproductible (corrélation supérieure à 0,96 entre les notes de deux opérateurs, *ibid.*) ; "elle est très rapide et très bon marché; elle est actuellement la seule à pouvoir être utilisée dans la pratique de l'élevage ; elle paraît intéressante pour apprécier l'état d'engraissement de lots d'animaux (*ibid.*). "Despite the fact that condition scoring is a subjective measure of body condition, it offers a very inexpensive method of accessing body condition, and particularly body fat in cattle, with a degree of precision acceptable for many purposes... It is now widely recommended by the agricultural advisory services in the United Kingdom, as an aid to beef and dairy cow management" (WRIGHT and RUSSEL, 1984).

L'observation régulière de l'état d'engraissement peut être un indicateur du niveau alimentaire de la période précédente, de l'ensemble des pratiques touchant à l'alimentation et, éventuellement, des "maladies du système". Les périodes et les amplitudes du phénomène peuvent, soit rester dans des limites acceptables pour la reproductibilité du fonctionnement du troupeau, soit, dans le cas contraire, avoir des conséquences néfastes par effets en retour sur le troupeau avec influence sur la production laitière, la santé et la reproduction (REMOND et al, 1988). Dans cette optique, des chercheurs du SAD ont mis en oeuvre le suivi de l'état d'engraissement des brebis dans les Pyrénées et les Cévennes (GIBON, 1981 ; DEDIEU, 1984 ; GIBON et al, 1985).

La notation de l'état corporel des vaches laitières étant d'un usage récent, très peu d'études de son évolution au long de la lactation lui sont consacrées. Comme études portant sur un grand nombre de troupeaux privés, nous disposons des résultats de BAZIN et al (1988, communication personnelle, sous presse) et de nos travaux personnels (non publiés). Les résultats de BAZIN (figure 5) portent sur 3233 notes attribuées à 650 vaches dans 15 troupeaux (vaches Pie-noires, tous âges confondus). Nos résultats, pour les vaches multipares, portent sur 1003 notes et 351 vaches Pie-noires et sur 861 notes et 398 vaches normandes, dans 30 fermes (figure 5)(*). On observe une bonne concordance des courbes quant à l'amplitude de variation qui est de 0,8 à 0,9 point entre le mois le plus bas et le 9ème mois de lactation. Pour les animaux Pie-noire, la courbe d'après BAZIN croît plus lentement que la nôtre, très probablement en raison des vaches primipares pour lesquelles nous avons observé une récupération d'état beaucoup plus lente (GILIBERT, non publié). Pour les vaches normandes, la courbe est sensiblement convexe, la récupération d'état plus rapide étant à relier à une production laitière inférieure.

(*) En attendant la mise au point, par l'ITEB, de grilles spécifiques de jugement d'état corporel pour les vaches Montbéliardes (en préparation) et les vaches Normandes (en projet), nous avons utilisé sur vaches Normandes la grille relative à la race Pie-noire.

Figure 5 : Evolutions moyennes d'état corporel de vaches laitières en fermes en fonction du stade de lactation



Pour établir une grille de correction provisoire, il faut choisir un "zéro" de référence correspondant à un stade physiologique sensible de la vache laitière du point de vue de l'état corporel ; quatre stades clés (non indépendants) peuvent être retenus :

- l'état avant vêlage : l'animal doit avoir suffisamment de réserves pour pouvoir les mobiliser en début de lactation quand la capacité d'ingestion est inférieure aux besoins de production. CHENAIS (1987) estime que "pour les vaches ayant un potentiel supérieur à 5 500 kg de lait, l'objectif est d'avoir des animaux notés de 3,5 à 4,5 avant vêlage ;

- l'état au pic de lactation : si les réserves sont épuisées à ce stade, toute insuffisance alimentaire se traduit par une forte baisse de la production laitière avec des répercussions possibles sur la santé de l'animal ;

- l'état à la mise à la reproduction : il est en relation avec la réussite de l'insémination ; MULVANY (1977, 1978) a trouvé, dans un système d'exploitation donné, une corrélation de 0,79 entre le taux de conception et la note d'état ;

- l'état au tarissement. Les possibilités d'engraissement pendant les deux mois avant le vêlage sont limitées par la diminution de l'appétit et, pour le dernier mois, par les besoins du fœtus. Il est donc nécessaire que l'état au tarissement soit suffisant ; "la reconstitution des réserves doit commencer dès le milieu de la lactation. Une vache laitière haute productrice a besoin de 4 à 5 mois pour reconstituer ses réserves corporelles" (FAVERDIN et al, 1987).

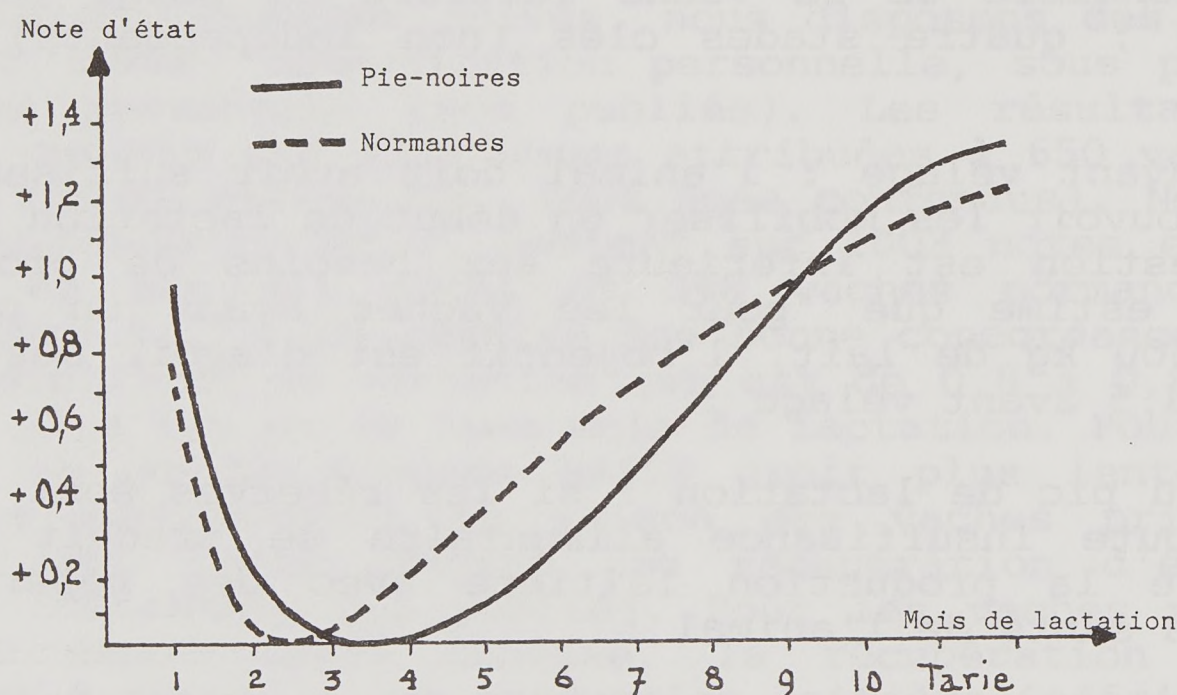
Nous choisissons de prendre comme "point zéro" le troisième mois de lactation, voisin à la fois du pic de lactation et de la mise à la reproduction. On appellera "niveau d'état corporel" à un instant t l'état théorique le plus bas de la lactation, avec l'état supposé varier, dans les mêmes conditions, selon la courbe standard en fonction du mois de lactation.

"La poursuite des observations en fermes... devra permettre de définir des courbes objectifs précises par numéro de lactation, voire par niveau de production" (BAZIN et al, 1988). On peut, en attendant, proposer les courbes standard provisoires correspondant à la figure 6. Une vache (ou un troupeau) Normande notée 3,6 au 6ème mois de lactation aura, comme note corrigée : $3,6 - 0,5 = 3,1$

Figure 6 : Effet du stade de lactation sur l'état corporel

- Ecart par rapport à la note d'état la plus basse
- "Courbes standard" d'état corporel

Mois de lactation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	T
Pie-noire	1.0	0.2	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.3
Normandes	0.8	0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2



A l'inverse de la production laitière et des taux, la notation de l'état corporel n'est pas effectuée en routine. La facilité de la formation des notateurs, la fiabilité de la notation si l'on assure des séances collectives de "recalage", la rapidité et le faible coût de la mise en oeuvre doivent permettre d'utiliser cette méthode de façon routinière dans les suivis de réseaux de fermes et dans le conseil de gestion technique.

B - Utilisation simultanée des 3 niveaux mensuels

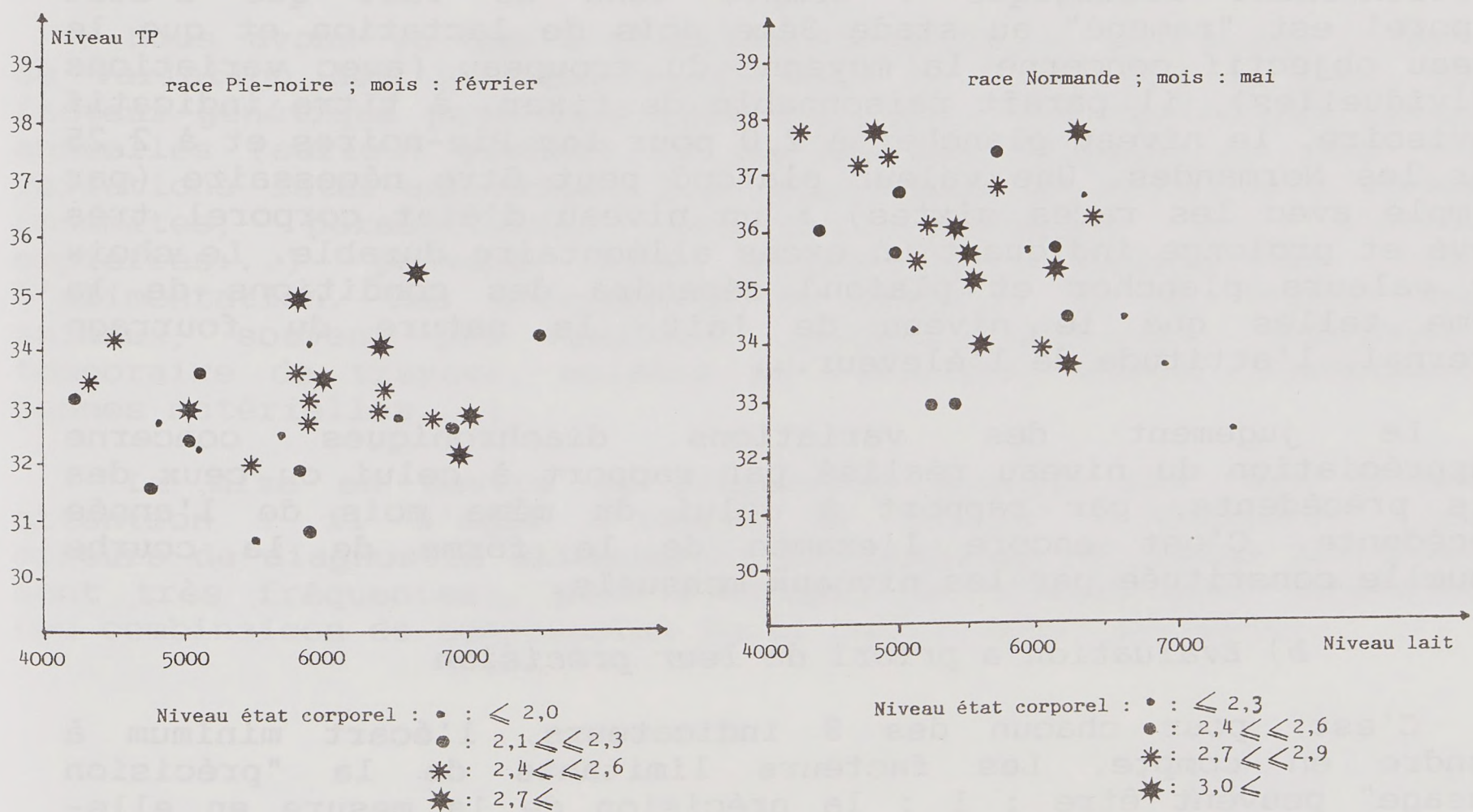
1) Correction des effets systématiques, principalement le stade de lactation

Dans le suivi d'un troupeau, pour un mois donné, la connaissance des performances brutes (lait moyen/VL/jour, TP moyen, état corporel moyen) n'apporte qu'une information incomplète, voire erronée, sur la situation. La transformation de ces résultats bruts, au travers des "courbes standard", en résultats corrigés permet d'obtenir le niveau de lactation, le niveau de TP et le niveau d'état corporel définis au chapitre précédent. Cette transformation est indispensable dans tous les cas car, dans une ferme, les vêlages ne sont jamais ni parfaitement groupés, ni parfaitement répartis dans l'année. Les courbes des données brutes et celles des niveaux s'éloignent évidemment d'autant plus que les vêlages sont plus groupés.

2) Augmentation de l'information par rapport au seul niveau de production laitière

Les trois phénomènes sont bien sûr physiologiquement liés mais sont aussi de nature différente, et les mesures qui en rendent compte sont en partie indépendantes. Une illustration peut en être donnée dans la figure 7 qui représente la situation instantanée des niveaux de lait, de TP et d'état corporel de 30 troupeaux (race Pie-noire en février, race Normande en mai). Malgré certains éléments communs (équipements modernes, ensilage de maïs, contrôle laitier), les disparités de conduite parmi ces élevages sont assez grandes : chaque troupeau est placé dans le plan constitué par le niveau de lait et le niveau de TP, le niveau d'état corporel étant figuré par 4 classes.

Figure 7 : Relations entre les niveaux synchrones de lait, TP et état corporel de 30 élevages normands



La dépendance statistique entre les 3 indicateurs est visiblement assez faible. Leur prise en compte simultanée doit donc apporter une information intéressante.

3) Quelle est l'information apportée par les indicateurs?

Dans la pratique, disposant pour un mois donné des 3 indicateurs, on est amené à estimer les valeurs prises : jugement de leur valeur instantanée (par rapport à une valeur référence), jugement de leur variation diachronique (par rapport aux valeurs des périodes précédentes, de l'année précédente...). Tant les écarts par rapport aux niveaux objectifs que les variations importantes font office de signaux, qui sont matérialisés par des flèches verticales dans les figures 6, 7 et 8. Les jugements doivent prendre en compte la précision des mesures. Il convient ensuite d'apprécier les causes des écarts ou variations.

a) Jugements des niveaux

Ils sont effectués généralement par rapport à des niveaux objectifs (chapitre II-B) ou par rapport à des seuils, décidés en commun par l'éleveur et le conseiller.

Pour le volume du lait, l'objectif se situe plus ou moins en deçà du potentiel génétique, en tenant compte du niveau moyen de l'année précédente et de l'évolution souhaitée (les quotas laitiers constituent un élément nouveau important dans la définition du niveau objectif).

Pour le TP, les éleveurs souhaitent avoir le niveau le plus élevé possible. Le niveau objectif est généralement défini selon le niveau moyen de l'année précédente, avec ou sans une légère augmentation.

Pour l'état corporel, deux considérations entrent en jeu. Une valeur plancher sera celle en dessous de laquelle le niveau du troupeau ne doit pas descendre sauf à risquer des perturbations du fonctionnement biologique : compte tenu du fait que l'état corporel est "ramené" au stade 3ème mois de lactation et que le niveau objectif concerne la moyenne du troupeau (avec variations individuelles), il paraît raisonnable de fixer, à titre indicatif provisoire, le niveau plancher à 2,0 pour les Pie-noires et à 2,25 pour les Normandes. Une valeur plafond peut être nécessaire (par exemple avec les races mixtes) : un niveau d'état corporel très élevé et prolongé indiquant un excès alimentaire durable. Le choix des valeurs plancher et plafond dépendra des conditions de la ferme telles que le niveau de lait, la nature du fourrage hivernal, l'attitude de l'éleveur...

Le jugement des variations diachroniques concerne l'appréciation du niveau réalisé par rapport à celui ou ceux des mois précédents, par rapport à celui du même mois de l'année précédente. C'est encore l'examen de la forme de la courbe annuelle constituée par les niveaux mensuels.

b) Evaluation a priori de leur précision

C'est, pour chacun des 3 indicateurs, l'écart minimum à prendre en compte. Les facteurs limitants de la "précision d'usage" peuvent être : 1 : la précision de la mesure en elle-

même; 2 : sa valeur d'échantillonnage par rapport à ce qu'on mesure ; 3 : la liaison entre la mesure et le phénomène ; 4 : le degré d'élaboration de la courbe standard ; 5 : la sensibilité du phénomène aux variations d'alimentation.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut affecter un qualitatif (TB : très bon ; B : bon ; AB : assez bon ; Méd.: médiocre ; M : mauvais) à chaque facteur limitant pour les 3 indicateurs :

Variables Facteurs limitants	Niveau de lait	Niveau de TP	Niveau d'état
Précision de la mesure	TB	B	AB
Echantillonnage	AB	AB	TB
Liaison mesure phénomène	TB	TB	AB
Qualité courbe standard	B	AB	Méd.
Sensibilité à alimentation	TB	TB	B

On peut penser à priori qu'il n'est pas raisonnable de tenir compte d'écarts inférieurs à 300 kg pour le niveau de lait (correspondant à peu près à un litre de lait, de l'ordre des variations journalières aléatoires dues au phénomène lui-même et à l'échantillonnage du jour) ; inférieurs à 1 p. 1000 pour le niveau de TP (mêmes raisons, plus échantillonnage du prélèvement et précision de la mesure) ; inférieurs à 0,3 point d'état corporel (précision de la mesure, médiocrité de la courbe standard). Il est indispensable que des études spécifiques soient effectuées à ce sujet pour que ces indicateurs puissent être employés convenablement à grande échelle.

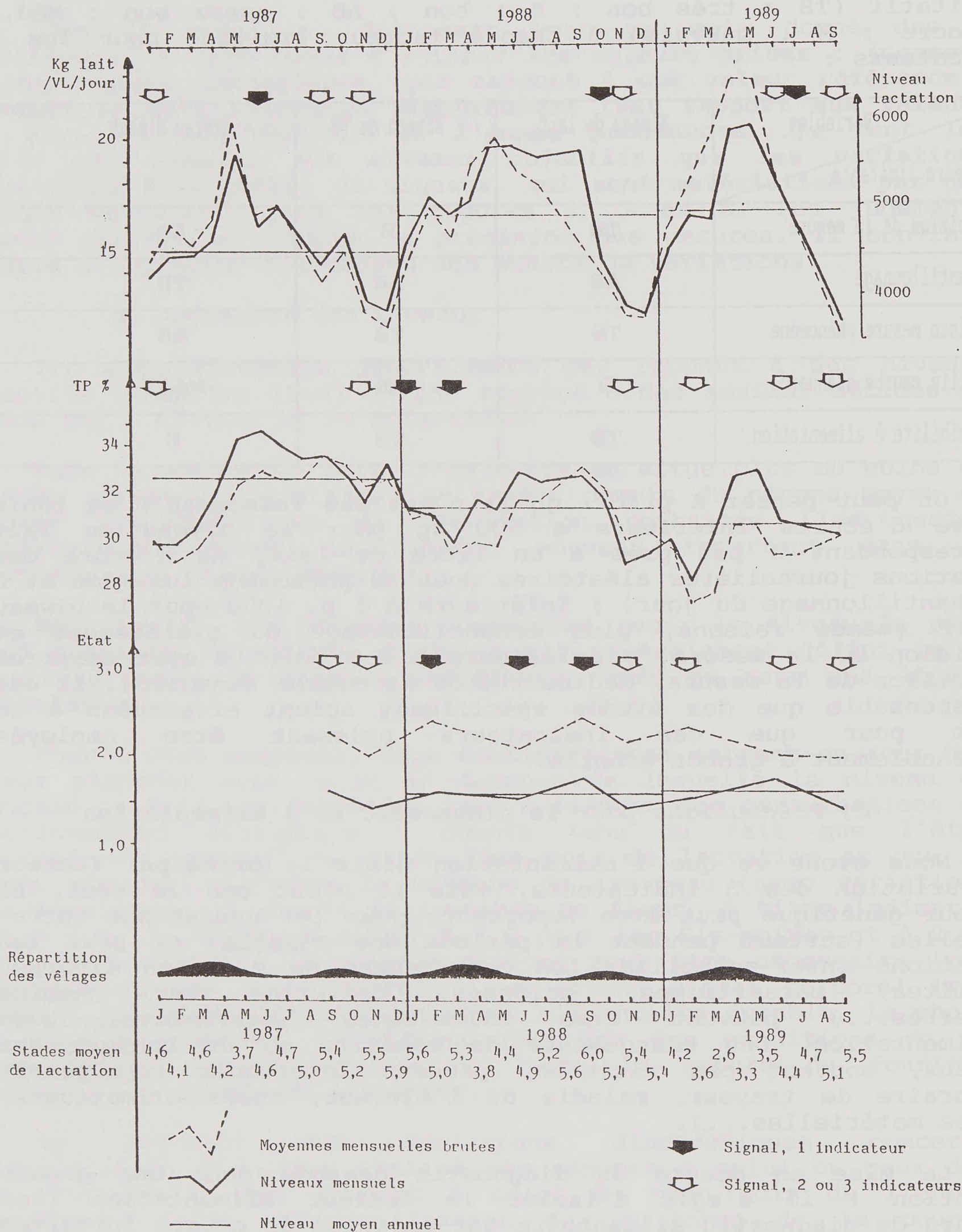
c) Précautions pour le diagnostic de l'alimentation

Nous avons vu que l'alimentation était le principal facteur de variation des 3 indicateurs, mais il n'est pas le seul. Le facteur génétique peut être important, pour les variations intra-annuelles (surtout pendant la période des vêlages) et pour les variations inter-annuelles. Les occurrences de maladies diverses (mammites, parasitismes, acidoses, boiteries sur chemins empierrés...) peuvent être elles-mêmes interactives avec l'alimentation. Des changements de conduite ou de confort des animaux, souvent peu visibles, peuvent intervenir (changement temporaire de trayeur, maladie de l'éleveur, excès climatiques, pannes matérielles...).

La mise en oeuvre du diagnostic demande donc une grande attention : il s'agit d'isoler le facteur alimentation (les erreurs de diagnostic alimentaire par omission de causes fortuites sont très fréquentes), puis d'essayer de trouver quel composant (ou combinaison de composants) de la ration est à modifier.

Figure 8. Elevage A :

Evolution, par mois, de la production laitière, du taux protéique et de l'état corporel.



4) Quelques exemples de possibilités d'usage

On ne dispose pas encore d'exemples complets et étayés d'utilisation conjointe des 3 indicateurs pour le pilotage de fermes variées et sur de longues périodes. Les exemples suivants sont donc partiels et limités ; ils sont là surtout pour suggérer ce que l'on pourrait faire. Ils proviennent de trois fermes normandes pour lesquelles le lait et le TP ont été suivis pendant 3 ans, et l'état corporel pendant 2 ans.

Il s'agit de visualiser, sur une seule figure, l'évolution des 3 indicateurs. Les figures 8 (élevage A), 9 (élevage B) et 10 (élevage C) couvrent les années 1987, 1988 et 1989 (9 mois). La production laitière, le taux protéique et l'état corporel occupent respectivement les parties supérieures, médianes et inférieures des figures ; les valeurs brutes sont en tiretés et les niveaux en traits pleins. Le niveau moyen annuel est représenté par une ligne horizontale.

Les flèches verticales matérialisent les signaux mensuels délivrés par les indicateurs, pour des valeurs absolues ou des variations anormales : flèches noires quand un seul indicateur intervient, flèches blanches lorsque 2 ou 3 indicateurs interviennent simultanément.

La répartition des vêlages et le stade moyen de la lactation du troupeau sont indiqués en bas des figures.

Pour les élevages A et B et l'année 1987 de l'élevage C, il s'agit d'un essai de diagnostic a posteriori de la conduite alimentaire. Pour l'élevage C en 1988 et 1989, il s'agit du pilotage "en temps réel" (information et réaction du pilote très rapides).

a) Diagnostic a posteriori (figures 8 et 9)

Le troupeau A est constitué en parties égales de Vaches Normandes et Pie-Noires ; le fourrage de base hivernal est l'ensilage d'herbe de prairies permanentes ; la quantité de concentré distribué par vache et par an est de 800 kg.

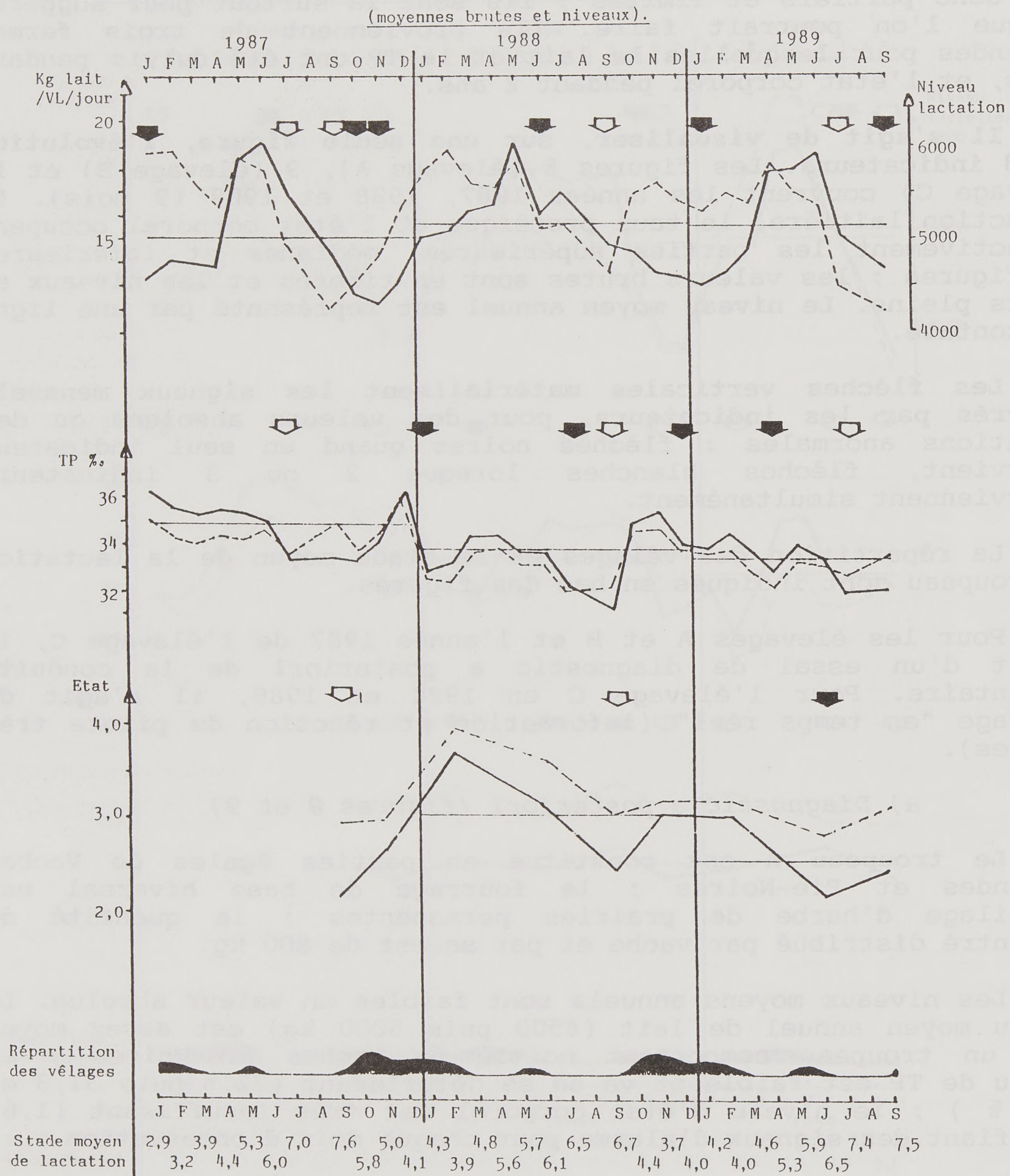
Les niveaux moyens annuels sont faibles en valeur absolue. Le niveau moyen annuel de lait (4500 puis 5000 kg) est assez moyen pour un troupeau comportant moitié de vaches Pie-Noires ; le niveau de TP est faible et va en se détériorant (32,5 puis 31,3 et 30,6 %) ; le niveau d'état corporel est très insuffisant (1,6) justifiant des signaux d'alarme pour chaque mois d'observation.

Dans cet élevage, l'utilisation des 3 indicateurs permet de diagnostiquer de graves lacunes alimentaires alors que la seule utilisation du niveau de lait marquait surtout des insuffisances automnales.

Dans le détail, on peut repérer des problèmes en juin 1987 (signalés seulement par le lait), en automne 87 (3 indicateurs), en hiver 88 (surtout TP), en automne 88 (3 indicateurs), en hiver 89 (surtout TP) et en été 89 (3 indicateurs).

Figure 9, Elevage B :

Evolution, par mois, de la production laitière, du taux protéique et de l'état corporel.



Les causes principales sont les suivantes :

La pression de pâturage est forte compte tenu de la nature des terrains, des prairies et de l'engrais épandu. L'herbe pâturée est d'assez bonne qualité mais disponible en quantité tout juste suffisante : elle permet une remontée des niveaux de lait et de TP mais ne permet pas aux animaux de recouvrer un état corporel satisfaisant (sources d'information: planning de pâturage + observation régulière de l'état des prairies). La situation est aggravée en automne par une restriction trop forte des surfaces de pâturage par isolement des prés plantés de pommiers (2 mois de récolte des pommes constituant une ressource non négligeable de l'exploitation) ; cette restriction n'est pas compensée par une distribution d'ensilage d'herbe (la quantité récoltée couvre au plus juste la période de stabulation). On doit ajouter que cette rigidité du système fourrager est encore manifestée par les effets de la sécheresse de 1989 sur la pousse de l'herbe, aussitôt répercutés sur les niveaux de lait et de TP (juin 1989).

L'ensilage d'herbe est de médiocre qualité (source : analyses d'ensilage), avec une consommation insuffisante (source : bilans hivernaux). Avec une distribution non négligeable de concentrés, on a une remontée sensible du lait en hiver, mais des TP bas et un état corporel faible (il est connu que l'ensilage d'herbe ne favorise ni le TP, ni l'état).

Le troupeau B est constitué de vaches Normandes ; le fourrage de base hivernal est l'ensilage de maïs (2/3) et l'ensilage d'herbe (1/3). La quantité de concentré par vache et par an est de 850 kg en 87, 600 kg ensuite, diminution volontaire par l'éleveur en raison des quotas laitiers.

Les niveaux moyens annuels sont dans l'ensemble bons en valeur absolue. Le niveau de lait (5200) est très correct pour des vaches Normandes ; le niveau de TP est bon mais va en se dégradant (34,8 puis 33,7 et 33,6 %) ; le niveau d'état corporel est très bon (3,1 et 2,6) avec une chute à chaque mois de septembre.

Dans le détail, on peut repérer des problèmes en juillet-août 87 (3 indicateurs), en automne 87 (lait), en hiver 88 (TP), en juin-juillet 88 (lait et TP), en septembre 88 (3 indicateurs), en début d'hiver 89 (lait et TP), en avril 89 (TP), en juin 89 (état), juillet 89 (lait et TP), en septembre 89 (lait).

Les causes principales sont les suivantes :

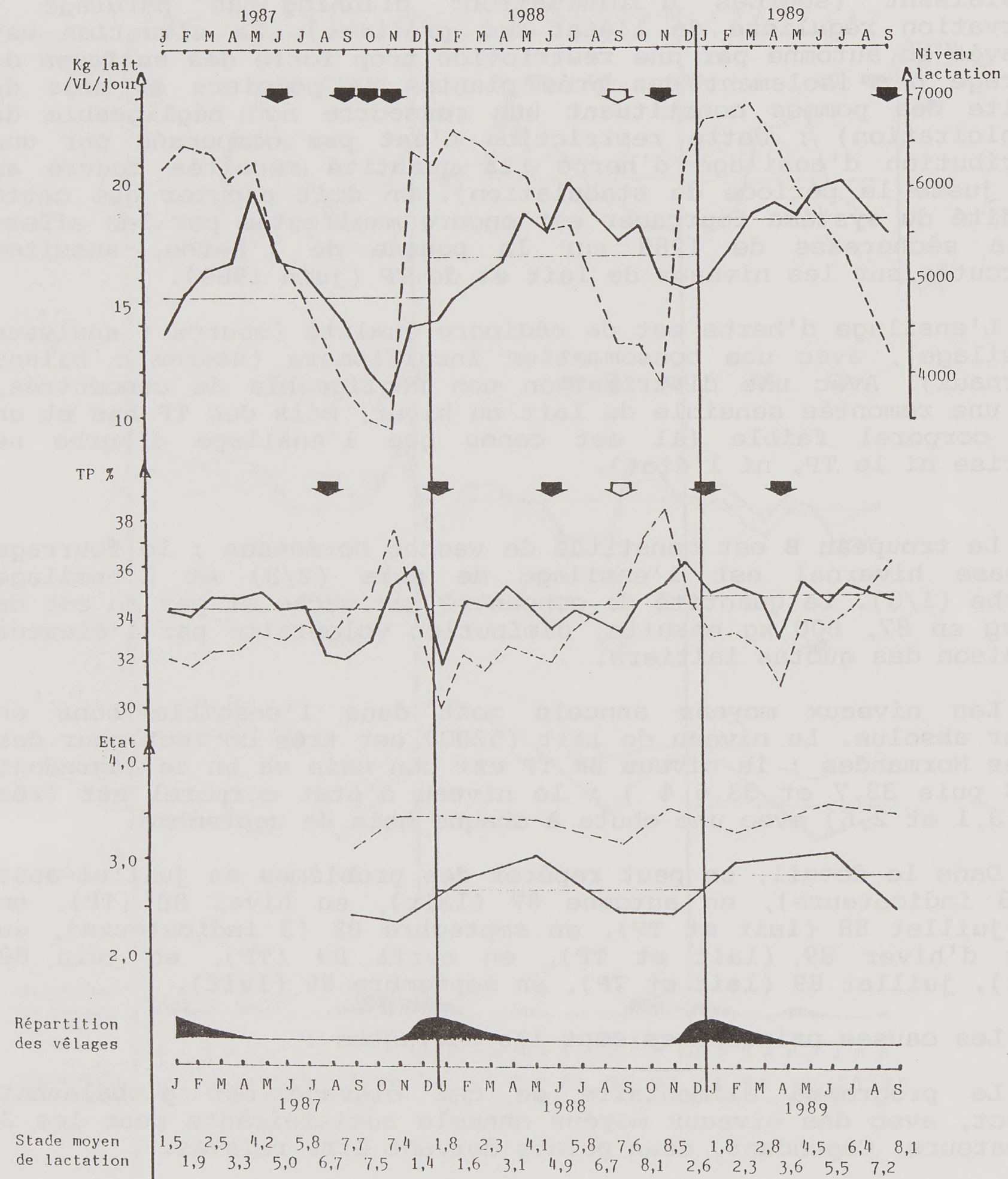
Le programme alimentaire de cet élevage est globalement correct, avec des niveaux moyens annuels satisfaisants pour les 3 indicateurs. Cependant, deux points doivent être relevés.

Pendant la période été-automne, le troupeau accuse des baisses de niveau, liées d'une part à une forte proportion de prairies "séchantes", d'autre part à une insuffisance de distribution de concentrés pendant cette période (1,4 kg en moyenne).

La diminution de la quantité de concentrés annuels a eu peu d'effets sur le lait mais a apparemment entraîné une dégradation du TP, voire de l'état corporel, avec notamment des chutes hivernales anormales.

Figure 10, Elevage C :

Evolution, par mois, de la production laitière, du taux protéique et de l'état corporel.



b) Pilotage en "temps réel" (figure 10)

L'éleveur C a utilisé les indicateurs mensuels de niveaux pour le pilotage de l'alimentation du troupeau à partir de janvier 1988.

Le troupeau est constitué de vaches Normandes : le fourrage de base hivernal est l'ensilage de maïs ; la quantité annuelle de concentré est de 800 kg par vache.

En 1987, les niveaux moyens étaient assez bons pour la quantité de lait (4800 kg), bons pour le TP (34,2 %) et pour l'état corporel (plus de 2,5). Cependant, une chute spectaculaire des niveaux de lait et de TP survenait en été-automne.

A partir de 1988 :

- En janvier 88, une forte chute du TP amenait à reconsidérer la ration hivernale ; le concentré d'équilibre fût changé et les rations individuelles recalculées (sans augmentation globale de concentré).

- En juin 88 (TP) puis en septembre 88 (lait et TP), distribution supplémentaire d'1 kg/VL/jour de pulpes déshydratées.

- En novembre 88 (lait) : rentrée immédiate en stabulation permanente ; les vaches étaient encore en pâturage jour et nuit en raison d'un climat particulièrement favorable à la pousse de l'herbe.

- En avril 89 (TP) : augmentation du concentré (+ 1 kg) pour toutes les vaches produisant plus de 20 kg de lait par jour.

- En septembre 89 (lait) : diminution du niveau malgré la distribution de foin depuis le 1er juillet et d'une demi-ration de maïs depuis le 15 août (effet sécheresse).

Au total, les niveaux moyens annuels ont augmenté : lait (4800-5200-5600) ; TP (34,2-34,4-34,9 %) ; état corporel (2,6-2,8). L'amplitude de variation intra-annuelle des niveaux de lait et de TP a diminué chaque année. L'efficacité de la gestion alimentaire du troupeau a été très sensiblement améliorée.

CONCLUSION

A moyen et long terme, une gestion de plus en plus serrée sera nécessaire en regard de l'évolution des conditions de l'élevage laitier, et cela pour trois raisons principales :

- l'augmentation du potentiel génétique des animaux
- la situation de quotas qui conduit à une recherche accrue de la qualité, au combat contre le gaspillage et à une attention plus grande à la période de production (différentiel de prix plus important entre les saisons).
- la baisse des prix agricoles par rapport aux autres secteurs de l'économie.

Différents niveaux de finesse de pilotage seront à mettre en oeuvre, adaptés aux différents souhaits et capacités des éleveurs laitiers.

Nous avons exposé deux exemples de pilotage déjà opérationnel (hebdomadaire avec le lait) ou expérimental (mensuel avec 3 indicateurs). Bien évidemment pas on peut imaginer toutes sortes de complexifications et de raffinements pour cerner de plus en plus près un objectif de plus en plus précis. On peut augmenter le nombre des indicateurs (fécondité, maladies nutritionnelles...), augmenter le rythme des contrôles (semaine, jour), segmenter le troupeau en catégories d'animaux (selon le mois de vêlage, l'âge, le potentiel génétique...). Pour rester réaliste, il convient de se limiter à des méthodes économes (en temps et en coût), avec automatisation des traitements.

En tout état de cause, les techniques affinées de pilotage pouvant valablement passer dans la pratique demandent des mises au point, nécessitant la poursuite (ou la mise en route) d'études approfondies dans plusieurs directions.

Il s'agit de réfléchir, sur un nombre limité d'indicateurs et de rythmes, à l'intégration des indicateurs individuels dans des indicateurs de troupeaux, de préciser les références, d'en apprécier la fiabilité, la "faisabilité", les limites d'utilisation, la rentabilité globale ainsi que le besoin de régionalisation.

Les travaux devront porter en particulier sur l'obtention de courbes standard (lait, taux) différenciées par catégories d'animaux (âge, race), par mois de vêlage, par régions ; on citera, à ce propos, les travaux en cours à l'ITEB (S. MASSELIN, Y. BARATON, J. SEEGER), visant in fine, à bâtir des outils informatisés de prévision et de diagnostic tenant compte de divers effets.

Pour l'état corporel, il est nécessaire de posséder des courbes par race et d'effectuer des recherches plus fondamentales pour apprécier les valeurs absolues aux différents stades.

Des études en situation sur le pilotage lui-même sont indispensables. Il n'est pas de bon pilotage et de bons indicateurs dans l'absolu. Ils doivent être à la mesure du pilote (besoins et capacités).

Dans une problématique plus générale de choix d'indicateurs pour la gestion, on rappellera que celle-ci forme un tout, et que tous les aspects du matériel biologique doivent être pris en compte, en particulier, ceux relatifs au "système fourrager" (états des prairies, des stocks...) et au "système sanitaire" (propreté des animaux, salubrité du lait...).

*
* *

Quoi qu'il en soit, les connaissances actuelles permettent déjà de proposer des améliorations conséquentes du pilotage en fermes. La pression des conditions de l'élevage laitier amènera leur progressive mise en oeuvre plus généralisée et plus performante.

Le pilotage de l'alimentation doit évoluer à la mesure de la progression du potentiel génétique et de celle des connaissances en alimentation du bétail.

*
* *

Remerciements :

- aux éleveurs MM BANSARD, BOISJOLLY, BOUTEILLER, JULIEN, LADROUE, LEFORT, LEFRANCOIS, LEPOIVRE, LESUFLEUR, RENOU,
- à D. DENIS, INRA, Unité de recherches sur les systèmes herbagers normands, pour sa participation aux observations de terrain,
- à P. NEVEU, INRA, laboratoire de biométrie, CNRZ, Jouy-en-Josas, pour le traitement des données relatives à l'état corporel,
- à B. MORHAIN (I.T.E.B.), C. BERANGER, P.L. OSTY, N. GIRAULT (I.N.R.A.) pour leur lecture constructive.

Reçu : novembre 1989
Accepté : octobre 1990

BIBLIOGRAPHIE

- BACHELARD G., 1986
La formation de l'esprit scientifique. Vrin, Paris, 13^e édition, 256p.
- BAZIN S., 1984
Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches Pie-Noire. ITEB, 31 p.
- BENOIT M., 1982
Pour une analyse logique de la localisation des actions agricoles ; position de recherche in Activités agricoles: espace, parcelle, paysage, INRAP Dijon, INRA-SAD, INRAP, juin 1982
- CEMAGREF, CDERG Somme, INRA (Laboratoire d'économie de l'élevage), 1984
Etude économique d'exploitations laitières utilisant la race Holstein en Somme et Pas-de-Calais, campagne 1981/82. Ministère de l'Agriculture, étude N 83, septembre 1984, 27 p.
- CHALMERS A-F., 1987
Qu'est-ce que la Science ? Editions La Découverte, Paris, 238p.
- CHAMPY R., 1974
Les méthodes d'appui technique aux producteurs de lait actuellement utilisées en France. EDE de la Marne. ITEB, Paris, 56 p.
- CHENAIS F., 1987
Besoins et appétit, un décalage. In "Alimentation des vaches laitières". La France Agricole, ITEB, Mars 1987, P. 6-7.
- CHILLIARD Y., ROBELIN J. et REMOND B., 1984.
In vivo estimation of body lipid mobilization and reconstitution in dairy cattle. Can. J. Anim. Sci. 64 (suppl.), 236-37. September 1984.
- DECAEN C., JOURNET M., 1966
Influence saisonnière sur la production et la composition du lait, Ann. Zoot. 15 (3) 259-277.
- DEDIEU B., 1984
L'élevage ovin sur parcours méditerranéens. Adaptations et mutations des systèmes de production dans les Cévennes gardoises. Thèse Dr. Ing., INA-PG, mars 1984.
- DERVE Catherine, CARTEAU M., GAY D., BARATON Y., 1988
Le taux protéique. Interpréter les résultats d'un élevage par comparaison avec un objectif calculé. EDE Morbihan - ITEB. septembre 1988, 24 p.
- DURAND D., 1983
La systémique. Ed. P.U.F., Paris, 2^e édition, 1983.
- DURU M., ROHMER Geneviève, 1987
Approche du fonctionnement du système fourrager. Le cas d'exploitations laitières modernisées en zones de côtes du Sud-Ouest. Etudes et Recherches du SAD, N 9, sept. 1987, 43p.
- DURU M., GIBON A., LANGLET A., OSTY P-L., 1987 Thématiques de recherches sur les systèmes fourragers. INRA-SAD Paris. Le Sadoscope, 39, 3-8.
- FAVERDIN P., HODEN A., COULON J.B., 1987. Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 70. 133-152.
- GAILLON P., ZICKLER G., 1975
Systèmes d'appui technique pour la gestion des troupeaux laitiers, un bilan partiel et provisoire. ITEB, Paris 41p.

- GIBON A., 1981
Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevage dans les Pyrénées Centrales. Logique de la conduite des troupeaux et possibilités d'amélioration. Th. Dr. Ing. INA Paris-Grignon, 106 p. + annexes.
- GIBON A., DEDIEU B., THERIEZ M., 1985
"Les réserves corporelles des brebis, stockage, mobilisation et rôle dans les élevages de milieux difficiles. Dixièmes journées de la Recherche Ovine et Caprine, I.T.O.V.I.C., S.P.E.O.C, 178-212.
- GIBON A., ROUX M. et VALLERAND F., 1987
(ouvrage collectif coordonné par)
Eleveur, troupeau et espace fourrager. Contribution à l'approche globale des systèmes d'élevage. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 1987, N° 11, 144 p.
- GOGUELIN P., 1967
Le penser efficace, 2, La problématique, SEDES, Paris, 372p.
- G.R.E.T., I.R.A.M., 1988.
Organisations professionnelles agricoles au "Nord" et au "Sud". Séminaire C.I.F.A.C.E. de juillet 1987. I.R.A.M., Paris, 124 p.
- I.N.R.A., 1985
Groupe de zootechniciens et pastoralistes du SAD. Bilan des réflexions de 1979 à 1985. Rapporteur Annick GIBON, sept. 1985, 19 p.
- I.N.R.A., 1988
Alimentation des bovins, ovins et caprins, dirigé par R. JARRIGE. INRA, Paris, 471 p.
- I.T.E.B., 1979
La méthode ATEL d'appui technique aux éleveurs laitiers, ITEB N° 79112, 41 p.
- I.T.E.B., 1987
Mieux alimenter les vaches laitières, dans : La France Agricole, Spécial élevage, Alimentation des vaches laitières , 07-03-1987
- I.T.E.B., I.N.R.A., 1974
Les systèmes Prévisions Contrôles Ajustements d'appui technique pour la conduite des exploitations laitières. ITEB Paris, 15 p.
- I.T.E.B., KEMPF Martine, 1988
Taux protéique du lait : un outil d'intervention pour le technicien. Utilisation du document d'étude de cas "taux protéiques". Communication personnelle, 41 p.
- JARRIGE R., ROSETTI C., 1957
Etudes sur la variation de la richesse en constituants azotés du lait de vache. II - Evolution au cours de la lactation et de la gestation. Ann. Zoot. 6-41-80.
- JELU Madeleine, 1979
Une année de gestion technique par la méthode A.R.T.E.C. Chambre d'Agriculture d'Ille et Vilaine. 74 p.
- JOURNET M., 1984
Influence de la saison sur les taux butyreux et protéique du lait. In : La composition chimique du lait et ses incidences technologiques. Colloque INRA-ENSA-INAPG, Rennes, septembre 1984, 11 p.
- JOURNET M. et REMOND B., 1978
"Rationnement énergétique selon le stade de lactation et le niveau de production", in "La vache laitière", p. 121 à 142 ; Ed. INRA Publications, Versailles.

LE DORE Annie, REMOND B., GRAPPIN R., JEUNET R. et JOURNET M., 1986

Teneurs du lait de vache en ses principales fractions azotées et en matières grasses : effets de quelques caractéristiques des animaux et de leur alimentation. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. (63) 13-20.

LE MOIGNE J-L., 1978

La théorie du système général, Le Seuil, Paris.

MATHIEU Anne, REMY Nathalie, 1986

Construction d'une courbe laitière objectif pour l'aide au diagnostic de l'utilisation d'un pâturage de vaches laitières. Travaux et Innovations, 1986, 01 : 9 p.

MAZEREAU G., 1987

Les résultats de gestion dans la Manche. Chambre d'Agriculture de la Manche, juin 1987, 48 p.

MELESE J., 1968

La gestion par les systèmes. Editions Hommes et Techniques. Paris, 242 p.

MORIER R., 1975

Plan A.R.C.A. (le rationnement de la vache laitière). Service romand de vulgarisation. Lausanne, 37 p.

MULVANY P-M., 1977

Body condition scoring as an aid to dairy herd management. Anim. Prod., 24 (1) 157-158.

MULVANY P-M., 1978

Emploi du classement de la condition corporelle dans l'exploitation des vaches laitières. 20ème Congrès International de Laiterie. Paris 1978. Edité par SYNAPS, Neuilly, p.1177-78.

OSTY P-L., 1978

"L'exploitation agricole vue comme un système. Bull. Tech. Inf. Min. Agric., N° 326, 43-49.

PIAGET J., 1970

Epistémologie des sciences de l'homme. Gallimard. 1970, 375 p.

REMOND B., 1984

Effets du stade de lactation et de l'âge sur la composition du lait. In "La composition chimique du lait et ses incidences technologiques". Colloque INRA-ENSA-INA PG, Rennes, sept. 1984, 13 p.

REMOND B., ROBELIN J., CHILLIARD Y., 1988

Estimation de la teneur en lipides des vaches laitières Pie-Noires par la méthode de notation de l'état d'engraissement. INRA Prod. Anim., 1988, 1 (2), 111-114.

R.N.E.D. BOVIN, I.N.R.A., I.T.E.B., 1986

Le point sur la composition du lait et l'alimentation, taux butyreux et protéique. ITEB, Paris, 28 p.

VALLERAND F., 1987

Eléments méthodologiques pour l'identification et l'analyse des systèmes méditerranéens d'élevage ovin. Symposium sur l'Evaluation des Ovins et des Caprins méditerranéens ; Fonte Boa (Santarem, Portugal), 23-24-25 septembre 1987 ; Rapport 1-2, 22 p.

WALLISER B., 1977

Systèmes et modèles, introduction critique à l'analyse de systèmes. Editions du Seuil, Paris, 1977, 248 p.

WRIGHT A. and RUSSEL A-J-F., 1984

Partition of fat, composition and body condition score in mature cows. Anim. Prod., 1984, 38, 23-32

Annexe 1 : Exemples d'abaques chiffrées de courbes standard de lactation

Pour un objectif de 4.000 kg par vache				Pour un objectif de 4.500 kg par vache				Pour un objectif de 5.000 kg par vache				Pour un objectif de 5.500 kg par vache				Pour un objectif de 6.000 kg par vache				Pour un objectif de 6.500 kg par vache				Pour un objectif de 7.000 kg par vache			
Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite	Stade moyen de lacta- tion	Kg lait par vache traite		
1.0	20.03	5.6	12.33	1.0	22.53	5.6	13.87	1.0	25.04	5.6	15.41	1.0	27.54	5.6	16.95	1.0	30.05	5.6	18.50	1.0	32.6	5.6	20.0	1.0	35.1	5.6	21.6
1.1	19.82	5.7	12.20	1.1	22.30	5.7	13.73	1.1	24.77	5.7	15.25	1.1	27.25	5.7	16.78	1.1	29.73	5.7	18.30	1.1	32.2	5.7	19.8	1.1	34.7	5.7	21.4
1.2	19.62	5.8	12.07	1.2	22.07	5.8	13.58	1.2	24.52	5.8	15.09	1.2	26.97	5.8	16.60	1.2	29.42	5.8	18.11	1.2	31.9	5.8	19.6	1.2	34.3	5.8	21.1
1.3	19.41	5.9	11.95	1.3	21.84	5.9	13.44	1.3	24.26	5.9	14.93	1.3	26.48	5.9	16.43	1.3	29.11	5.9	17.92	1.3	31.5	5.9	19.4	1.3	34.0	5.9	20.9
1.4	19.20	6.0	11.82	1.4	21.60	6.0	13.30	1.4	24.00	6.0	14.78	1.4	26.40	6.0	16.25	1.4	28.80	6.0	17.73	1.4	31.2	6.0	19.2	1.4	33.6	6.0	20.7
1.5	19.01	6.1	11.70	1.5	21.38	6.1	13.16	1.5	23.75	6.1	14.62	1.5	26.13	6.1	16.08	1.5	28.50	6.1	17.55	1.5	30.9	6.1	19.0	1.5	33.3	6.1	20.5
1.6	18.80	6.2	11.57	1.6	21.16	6.2	13.02	1.6	23.50	6.2	14.47	1.6	25.85	6.2	15.91	1.6	28.20	6.2	17.36	1.6	30.6	6.2	18.8	1.6	32.9	6.2	20.3
1.7	18.61	6.3	11.45	1.7	20.93	6.3	12.88	1.7	23.26	6.3	14.32	1.7	25.58	6.3	15.75	1.7	27.91	6.3	17.18	1.7	30.2	6.3	18.6	1.7	32.6	6.3	20.3
1.8	18.41	6.4	11.33	1.8	20.71	6.4	12.75	1.8	23.01	6.4	14.17	1.8	25.31	6.4	15.58	1.8	27.61	6.4	17.00	1.8	30.0	6.4	18.4	1.8	32.2	6.4	19.8
1.9	18.21	6.5	11.21	1.9	20.49	6.5	12.62	1.9	22.77	6.5	14.02	1.9	25.05	6.5	15.42	1.9	27.33	6.5	16.82	1.9	30.0	6.5	18.2	1.9	31.9	6.5	19.6
2.0	18.03	6.6	11.10	2.0	20.28	6.6	12.48	2.0	22.53	6.6	13.87	2.0	24.78	6.6	15.26	2.0	27.04	6.6	16.64	2.0	29.3	6.6	18.0	2.0	31.6	6.6	19.4
2.1	17.84	6.7	10.98	2.1	20.07	6.7	12.35	2.1	22.29	6.7	13.72	2.1	24.52	6.7	15.10	2.1	26.75	6.7	16.47	2.1	29.0	6.7	17.8	2.1	31.2	6.7	19.2
2.2	17.65	6.8	10.86	2.2	19.86	6.8	12.22	2.2	22.06	6.8	13.58	2.2	24.27	6.8	14.94	2.2	26.47	6.8	16.30	2.2	28.7	6.8	17.7	2.2	30.9	6.8	19.0
2.3	17.46	6.9	10.75	2.3	19.65	6.9	12.09	2.3	21.83	6.9	13.44	2.3	24.01	6.9	14.78	2.3	26.20	6.9	16.13	2.3	28.4	6.9	17.5	2.3	30.6	6.9	18.8
2.4	17.28	7.0	10.64	2.4	19.44	7.0	11.97	2.4	21.60	7.0	13.30	2.4	23.76	7.0	14.63	2.4	25.92	7.0	15.96	2.4	28.1	7.0	17.3	2.4	30.2	7.0	18.6
2.5	17.10	7.1	10.53	2.5	19.24	7.1	11.84	2.5	21.37	7.1	13.16	2.5	23.51	7.1	14.47	2.5	25.65	7.1	15.79	2.5	27.8	7.1	17.1	2.5	29.9	7.1	18.4
2.6	16.92	7.2	10.41	2.6	19.04	7.2	11.72	2.6	21.15	7.2	13.02	2.6	23.26	7.2	14.32	2.6	25.38	7.2	15.62	2.6	27.5	7.2	16.9	2.6	29.6	7.2	18.2
2.7	16.74	7.3	10.31	2.7	18.84	7.3	11.59	2.7	20.93	7.3	12.88	2.7	23.02	7.3	14.17	2.7	25.11	7.3	15.46	2.7	27.2	7.3	16.8	2.7	29.3	7.3	18.0
2.8	16.57	7.4	10.20	2.8	18.64	7.4	11.47	2.8	20.71	7.4	12.75	2.8	22.78	7.4	14.02	2.8	24.85	7.4	15.30	2.8	27.0	7.4	16.6	2.8	29.0	7.4	17.9
2.9	16.39	7.5	10.09	2.9	18.44	7.5	11.35	2.9	20.49	7.5	12.61	2.9	22.54	7.5	13.87	2.9	24.59	7.5	15.14	2.9	26.6	7.5	16.4	2.9	28.7	7.5	17.7
3.0	16.22	7.6	9.99	3.0	18.25	7.6	11.23	3.0	20.28	7.6	12.48	3.0	22.30	7.6	13.73	3.0	24.33	7.6	14.98	3.0	26.4	7.6	16.2	3.0	28.4	7.6	17.5
3.1	16.05	7.7	9.88	3.1	18.06	7.7	11.11	3.1	20.06	7.7	12.35	3.1	22.07	7.7	13.59	3.1	24.08	7.7	15.82	3.1	26.1	7.7	16.1	3.1	28.1	7.7	17.3
3.2	15.88	7.8	9.78	3.2	17.87	7.8	11.00	3.2	19.85	7.8	12.22	3.2	21.84	7.8	13.44	3.2	23.82	7.8	14.67	3.2	25.8	7.8	15.9	3.2	27.8	7.8	17.1
3.3	15.72	7.9	9.67	3.3	17.68	7.9	10.88	3.3	19.64	7.9	12.09	3.3	21.61	7.9	13.30	3.3	23.57	7.9	14.51	3.3	25.5	7.9	15.7	3.3	27.5	7.9	16.9
3.4	15.55	8.0	9.57	3.4	17.49	8.0	10.77	3.4	19.44	8.0	11.96	3.4	21.38	8.0	13.16	3.4	23.33	8.0	14.36	3.4	25.3	8.0	15.6	3.4	27.2	8.0	16.8
3.5	15.39	8.1	9.47	3.5	17.31	8.1	10.66	3.5	19.23	8.1	11.84	3.5	21.16	8.1	13.02	3.5	23.08	8.1	14.21	3.5	25.0	8.1	15.4	3.5	26.9	8.1	16.6
3.6	15.23	8.2	9.37	3.6	17.13	8.2	10.54	3.6	19.03	8.2	11.72	3.6	20.94	8.2	12.89	3.6	22.84	8.2	14.06	3.6	24.7	8.2	15.2	3.6	26.7	8.2	16.4
3.7	15.07	8.3	9.27	3.7	16.95	8.3	10.43	3.7	18.83	8.3	11.59	3.7	20.72	8.3	12.75	3.7	22.60	8.3	13.91	3.7	24.5	8.3	15.1	3.7	26.4	8.3	16.2
3.8	14.91	8.4	9.17	3.8	16.77	8.4	10.32	3.8	18.63	8.4	11.47	3.8	20.50	8.4	12.62	3.8	22.36	8.4	13.77	3.8	24.2	8.4	14.9	3.8	26.1	8.4	16.1
3.9	14.75	8.5	9.08	3.9	16.60	8.5	10.22	3.9	18.44	8.5	11.35	3.9	20.28	8.5	12.49	3.9	22.13	8.5	13.62	3.9	24.0	8.5	14.8	3.9	25.8	8.5	15.9
4.0	14.60	8.6	8.99	4.0	16.43	8.6	10.11	4.0	18.25	8.6	11.23	4.0	20.07	8.6	12.35	4.0	21.90	8.6	13.48	4.0	23.7	8.6	14.6	4.0	25.6	8.6	15.7
4.1	14.44	8.7	8.89	4.1	16.25	8.7	10.00	4.1	18.05	8.7	11.11	4.1	19.86	8.7	12.35	4.1	21.67	8.7	13.34	4.1	23.5	8.7	14.5	4.1	25.3	8.7	15.6
4.2	14.29	8.8	8.80	4.2	16.08	8.8	9.90	4.2	17.87	8.8	11.00	4.2	19.65	8.8	12.10	4.2	21.44	8.8	13.20	4.2	23.2	8.8	14.3	4.2	25.0	8.8	15.4
4.3	14.14	8.9	8.70	4.3	15.91	8.9	9.79	4.3	17.68	8.9	10.88	4.3	19.45	8.9	11.97	4.3	21.21	8.9	13.06	4.3	23.0	8.9	14.2	4.3	24.8	8.9	15.2
4.4	13.99	9.0	8.62	4.4	15.74	9.0	9.69	4.4	17.49	9.0	10.77	4.4	19.24	9.0	11.84	4.4	20.99	9.0	12.92	4.4	22.7	9.0	14.0	4.4	24.5	9.0	15.1
4.5	13.85	9.1	8.52	4.5	15.58	9.1	9.59	4.5	17.31	9.1	10.65	4.5	19.04	9.1	11.72	4.5	20.77	9.1	12.79	4.5	22.5	9.1	13.9	4.5	24.2	9.1	14.9
4.6	13.70	9.2	8.43	4.6	15.42	9.2	9.49	4.6	17.13	9.2	10.54	4.6	18.84	9.2	11.60	4.6	20.55	9.2	12.65	4.6	22.3	9.2	13.7	4.6	24.0	9.2	14.8
4.7	13.56	9.3	8.34	4.7	15.25	9.3	9.39	4.7	16.95	9.3	10.43	4.7	18.64	9.3	11.48	4.7	20.34	9.3	12.52	4.7	22.0	9.3	13.6	4.7	23.7	9.3	14.6
4.8	13.42	9.4	8.26	4.8	15.09	9.4	9.29	4.8	16.77	9.4	10.32	4.8	18.45	9.4	11.35	4.8	20.12	9.4	12.39	4.8	21.8	9.4	13.4	4.8	23.5	9.4	14.5
4.9	13.27	9.5	8.17	4.9	14.93	9.5	9.19	4.9	16.59	9.5	10.21	4.9	18.25	9.5	11.24	4.9	19.91	9.5	12.26	4.9	21.6	9.5	13.2	4.9	23.2	9.5	14.3
5.0	13.14	9.6	8.09	5.0	14.78	9.6	9.10	5.0	16.42	9.6	10.11	5.0	18.06	9.6	11.12	5.0	19.70	9.6	12.13	5.0	21.4	9.6	13.1	5.0	23.2	9.6	14.2
5.1	13.00	9.7	8.00	5.1	14.62	9.7	9.00	5.1	16.25	9.7	10.00	5.1	17.87	9.7	11.00	5.1	19.50	9.7	12.00	5.1	21.1	9.7	13.0	5.1	22.8	9.7	14.0
5.2	12.86	9.8	7.92	5.2	14.47	9.8	8.91	5.2	16.08	9.8	9.90	5.2	17.68	9.8	10.89	5.2	19.29	9.8	11.88	5.2	20.9	9.8	12.9	5.2	22.5	9.8	13.9
5.3	12.73	9.9	7.83	5.3	14.32	9.9	8.81	5.3	15.91	9.9	9.79	5.3	17.50	9.9	10.77	5.3	19.09	9.9	11.75	5.3	20.7	9.9	12.7	5.3	22.3	9.9	13.7
5.4	12.59	10.0	7.75	5.4	14.17	10.0	8.72	5.4	15.74	10.0	9.69	5.4	17.32	10.0	10.66	5.4	18.89	10.0	11.63	5.4	20.5	10.0</					

Annexe 2 : Modèle de fiche hebdomadaire de transfert d'information
utilisé dans la méthode LACTOPLAN 3 (UCANOR)

PROGRAMME DE DISTRIBUTION DE PROTANE DL POUR LA SEMAINE DU 2 NOVEMBRE 1989 AU 9 NOVEMBRE 1989

I I	VACHES LAITIÈRES I	I PRODUCTION I				I CONCENTRÉS I A DISTRIBUER		I PRODUCTION LAITIÈRE DU I			I I	OBSERVATIONS I
		I	I	I	I	I	I	I	I	I		
INUMEROI I	N O M I	I DAT I VEL	I 26 OCT 89 I	I 2 NOV 89 I	I KILOS/ I JOUE	I DOSES/ I JOUR	I M A T I N I	I S O I R I	I T O T A L I	I		
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 744	ISILIPE	I 3.89	I 22.4	I 19.2	I 0.0	I 0	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 753	ISSI	I 11.88	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 768	ITAQUE	I 10.89	I 40.6	I 39.4	I 6.4	I 32	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 778	ITIEDE	I 10.89	I 37.6	I 38.8	I 5.8	I 29	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 780	ITOU	I 4.89	I 31.4	I 29.8	I 3.6	I 18	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 788	IUNION	I 8.89	I 40.0	I 37.8	I 5.8	I 28	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 789	IUNIQUE	I 10.89	I 45.0	I 51.4	I 10.0	I 50	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 793	IUREE	I 8.89	I 32.0	I 31.4	I 1.0	I 5	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 795	IURGENTE	I 8.89	I 37.0	I 35.4	I 3.2	I 16	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 803	IUSINE	I 8.89	I 38.0 P	I 33.6	I 5.2	I 26	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 814	IVALENCE	I 10.89	I V	I 0.0	I 3.0	I 15	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 819	IVALONE	I 10.88	I	I VEL -1 S.	I	I	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 818	IVANILLE	I 7.89	I 39.4	I 37.8	I 7.0	I 35	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 825	IVIAGERE	I 9.88	I 18.4	I 0.0 T	I 0.0	I 0	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 831	IVIRE	I 3.89	I 24.2	I 25.0	I 0.0	I 0	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 830	IVIRGULE	I 1.89	I 22.4	I 24.4	I 0.0	I 0	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 1579	IVODKA	I 10.89	I 40.6	I 42.0	I 7.0	I 35	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
I 836	IVORACE	I 3.88	I	I VEL -1 S.	I	I	I	I	I	I		I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I

CETTE DISTRIBUTION DE PROTANE DL EST PREVUE EN SUPPLEMENT DE:

POUR LES ANIMAUX AYANT VELE DE OCT 89 A NOV 89 : 3.0 kg DE PROTANE SG
POUR LES ANIMAUX AYANT VELE DE AOÛ 89 A SEP 89 : 2.0 kg DE PROTANE SG
POUR LES ANIMAUX AYANT VELE DE AOÛ 88 A JUI 89 : 1.5 kg DE PROTANE SG

Reproduit par INSTAPRINT S.A.
1-2-3, levée de la Loire – LA RICHE – B.P. 5927 – 37059 TOURS Cedex
Tél. 47 38 16 04

Dépôt légal 4^{ème} trimestre 1990

ETUDES ET 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.

Titres parus dans la collection

- 1 Fonctionnement de l'exploitation agricole 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.
- 9 Approche du fonctionnement du système fourrager. Le cas d'exploitations laitières modernisées en zones de côtes du Sud-Ouest**
M. DURU, Geneviève ROHMER
1987, 44 p.
- 10 La simulation de l'organisation du travail comme outil de gestion de l'exploitation agricole. Application à la grande culture**
J.-M. ATTONATY, Clotilde LAPORTE, F. PAPY, L.-G. SOLER
1987, 48 P.
- 11 Éleveur, troupeau et espace fourrager. Contribution à l'approche globale des systèmes d'élevage**
Ouvrage collectif coordonné par Annick GINON
M. ROUX et F. VALLERAND
1988, 144 p.
- 12 Diagnostic global d'exploitation agricole : une proposition méthodologique**
M. BENOIT, J. BROSSIER, E. CHIA, E. MARSHALL, M. ROUX, P. MORLON, B. TEILHARD de CHARDIN
1988, 48 p.
- 13 À l'échelle du village Une méthode d'approche historique et géographique de l'activité agricole locale en région d'habitat groupé**
J.-L. MAIGROT
1989, 48 p.
- 14 Voies de développement pour les exploitations caprines en zone sèche du Var. Étude de cas**
Lydia WEBER, P. JULLIAN
1989, 47 p.
- 15 Élevage ovin et protection de la forêt méditerranéenne contre les incendies. Participation d'un troupeau de moutons à l'entretien d'un réseau de pare-feu.**
M. ETIENNE, M. NAPOLEONE, P. JULLIAN, M. LACHAUX
1989, 48 p.
- 16 Grassland Systems Approaches. Some French Research Proposals**
A. CAPILLON
1989, 218 p.
- 17 Recherches sur les systèmes herbagers. Quelques propositions françaises.**
A. CAPILLON
1990, 208 p.
- 18 Gestion des déjections des bovins et pollution par les nitrates**
B. TEILHARD de CHARDIN
1990, 48 p.