

# L'ACTION DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE FRANÇAISE CONCERNANT LES PRODUCTIONS FOURRAGÈRES : PASSÉ ET VUES D'AVENIR

## I. — COMMENT EST CONSTITUÉE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE FRANÇAISE ?

**L'**ÉLÉMENT LE PLUS IMPORTANT EST L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, ÉTABLISSEMENT PUBLIC DÉPENDANT DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE.

Pour l'ensemble des productions agricoles, d'une part il réalise des recherches biologiques, économiques et sociologiques de base nécessaires au progrès des connaissances applicables en agriculture, d'autre part il met au point des moyens techniques soit pour l'avenir, soit répondant aux besoins discernables à moyen et même court terme. Les unités de recherche spécialisées dans l'étude d'un phénomène, d'une production, des problèmes d'une région sont réparties sur le territoire en centres comportant plusieurs disciplines scientifiques ou en stations et domaines expérimentaux isolés. Les laboratoires et chercheurs sont regroupés en départements scientifiques au niveau national.

Dans le cas des plantes fourragères, des travaux sont réalisés :

- soit par des laboratoires qui étudient des phénomènes biologiques ou économiques généraux et qui, pour ce faire, utilisent les fourrages comme plantes ou productions pilotes. C'est le cas par exemple des recherches concernant les nitrates-réductases chez les graminées prairiales à Antibes et Clermont-Ferrand, de celles ayant trait à la pénétration de la lumière dans un couvert de maïs à Versailles, ou encore de l'adaptation des budgets automatisés à l'économie de la production laitière par une unité de Grignon ;
- soit par des laboratoires qui analysent l'effet de facteurs de production sur diverses espèces : par exemple les désherbants pour les graminées, les pollinisateurs... ;

- soit par des laboratoires qui se préoccupent d'aménagement régional, par exemple de l'étude des problèmes agricoles de la montagne pyrénéenne, ou de la mise en valeur des marais de l'Ouest ;
- soit enfin par des laboratoires dont le centre d'intérêt est directement la transformation, la production ou l'utilisation des plantes fourragères, par exemple : l'amélioration génétique du dactyle, la fertilisation des prairies, la typologie des prairies permanentes de montagne, l'élevage des veaux à l'herbe...

Les chercheurs dont au moins une part non négligeable de l'activité concerne une production fourragère, se retrouvent en un groupe de travail. En 1957, l'équivalent d'une trentaine de chercheurs à plein temps se consacrait à ce domaine de recherche, presque une soixantaine en 1967, et maintenant nous sommes une cinquantaine sur les 1.900 chercheurs en action de recherche (scientifiques et ingénieurs) que compte notre Institut. Les équipes les plus importantes sont celles de Lusignan consacrée essentiellement à l'amélioration génétique, et de Theix où l'utilisation de l'herbe est une des préoccupations de divers laboratoires d'élevage des ruminants. Mais à Rennes, Quimper, Angers, Versailles, Colmar, Dijon, Clermont-Ferrand, Le Pin, Toulouse, etc., des chercheurs sont également en action.

L'université et le C.N.R.S. apportent bien sûr des connaissances générales très utiles. Mais également certains laboratoires s'intéressent aux plantes fourragères comme modèle ou même comme fin en soi (ainsi le Phytotron de Gif-sur-Yvette pour la mise à fleur, le Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques de Montpellier pour la dynamique des peuplements prairiaux, à Caen pour la fertilisation des prairies) ou adaptent leurs résultats à ces espèces (haploïdisation à l'université d'Orsay).

L'industrie de la potasse et de l'azote maintient à Aspach, près de Mulhouse, un centre d'études où la part des préoccupations fourragères est importante. Bien sûr, dans les laboratoires des firmes de produits chimiques pour l'agriculture, certains sont testés pour des plantes fourragères.

Des firmes privées de sélection (cinq pour les graminées, sept pour les légumineuses, une pour les crucifères) consacrent une partie de leurs moyens à la sélection des fourrages : environ une dizaine d'ingénieurs et autant de techniciens, mis à part le maïs.

L'action de recherche est prolongée par une adaptation multilocale, une mise au point en parcelles expérimentales ou en champ, de la part des Instituts techniques (Institut Technique des Céréales et Fourrages, Institut Technique de l'Élevage Bovin, Institut Technique Ovin et Caprin, Service Technique de la Fédération des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences) et souvent même des services de développement régionaux travaillant soit avec les Instituts, soit directement avec un laboratoire de l'I.N.R.A. Les résultats de la recherche d'autres pays sont bien sûr intégrés par ces Instituts. Une frange de travaux voit se mêler ou se compléter les Instituts de recherche et techniques. Ceci a été évoqué dans le premier rapport.

Enfin, il faut souligner dans ce chapitre la part d'innovation concrète, de mise au point astucieuse et d'incitation à la recherche qui est due aux agriculteurs eux-mêmes.

Les actions de ces divers services de l'Etat ou para-étatiques, groupes privés, etc., sont plus ou moins coordonnées selon les cas par des conseils scientifiques (dans les Instituts), des services du ministère de l'Agriculture

ou de la Recherche, des actions thématiques concertées (C.N.R.S. et I.N.R.A. notamment mais aussi Instituts et groupes privés), des conventions de travail en commun (sélection privée et I.N.R.A., par exemple). Les échanges directs entre spécialistes, encouragés par les directions, sont à la base de bien des travaux en commun. Des académies techniques comme l'Association Française pour la Production Fourragère, l'Association des Sélectionneurs Français... facilitent les échanges et par là non seulement la diffusion des connaissances mais aussi la réflexion.

En fait, dans l'action de cet ensemble, à la fois très centralisé par Institut et dispersé sur le terrain, se sont dégagées de grandes tendances de recherche, et ce sont celles-ci que nous allons essayer de souligner.

## II. — QUELS THÈMES DE RECHERCHE ONT ÉTÉ ABORDÉS ET SONT L'OBJET DE DÉVELOPPEMENT ?

Comme partout en Europe après guerre, l'intensification de la production à l'hectare et par tête d'animal était nécessaire tant au niveau collectif qu'individuel. Augmentation de la quantité de produits et recherche de l'optimum économique, tels étaient, et sont encore, les objectifs.

Pour ce faire, plusieurs voies de recherche concernant l'alimentation des ruminants ont été empruntées dans les vingt-cinq dernières années. Il n'y a pas eu de cheminement principal net.

### A. — Les grandes impulsions.

Plusieurs grandes impulsions ont en effet orienté la recherche.

En un premier temps, à partir des années 1950, un choix a été fait en faveur de la culture de la prairie temporaire (et artificielle groupées par nous sous le même vocable), moyen d'intensification rapide, selon l'exemple britannique. De cette époque jusqu'à maintenant, un courant s'est développé puis maintenu sous des formes évolutives.

Simultanément, il fut jugé que la masse des connaissances concernant la prairie permanente accumulées en d'autres pays était plus facilement adaptable en nos conditions. Une faible part de moyens fut accordée à ce thème jusque vers les années 1965, puis les potentialités et difficultés étant mieux jugées, les travaux augmentèrent.

Pour ces deux types de prairies, un regain d'intérêt des éleveurs se manifeste depuis cinq ans environ : il est la résultante d'une pondération des éléments que nous allons citer et des progrès réels qui ont pu être apportés pour ces productions.

Mais la France est le grenier à céréales de l'Europe. L'amélioration de ces cultures a été considérable : 22,5 q en moyenne à l'hectare pour le blé en 1955 et 34,9 en 1975, 22,7 et 28,9 pour l'orge. L'objectif de permettre avec des céréales la pleine expression des capacités génétiques des animaux, tout en simplifiant l'alimentation, entraîna des recherches et mises au point sur la part des céréales dans les rations des divers ruminants et sur la détermination des limites de cette part. Sur le plan de la connaissance, ces travaux furent très constructifs et servent de base aux raisonnements portant sur l'alimentation. Mais une certaine exagération technique et des tentatives de producteurs hors du commun permettent de dire en plaisantant que la vache a failli y perdre sa panse.

La progression du maïs sur le territoire fut spectaculaire. Les travaux de l'I.N.R.A. prolongés par ceux des sélectionneurs privés ont permis au maïs-grain de sortir de quelques nids culturels privilégiés pour couvrir la plus grande partie de la France et au-delà. Utilisé pour l'ensilage d'hiver, voire d'été, le maïs a bouleversé, et continue de le faire, l'alimentation des ruminants de notre pays. 1.000.000 d'hectares environ sont actuellement utilisés pour produire du maïs-ensilage. En omettant les exagérations qui sont de règle dans tout développement d'un moyen technique nouveau, l'utilisation du maïs est un facteur direct de progrès ; mais c'est également un moteur car les éleveurs tendent à vouloir maîtriser aussi bien l'alimentation des autres périodes de l'année, et le savoir-faire du chantier d'ensilage se transfère à l'herbe.

De manière épisodique, la déshydratation des fourrages pour l'éleveur, dans le cadre de coopératives ou de plus petits groupements d'exploitants, posa des questions, provoqua des études quant aux limites de son intérêt.

Plus récemment exprimés, mais sous-jacents, les besoins d'économies en matière protéique importée, en énergie et en eau ont relancé une réflexion.

Il était bon, je crois, de souligner ces impulsions différentes qui ont interféré dans les propositions faites aux éleveurs, et par le biais des moyens sur les vitesses d'évolution de certains programmes de recherche. En pratique, la réalité géographique de notre pays, c'est-à-dire sa diversité pédo-climatique et de relief ainsi que la lenteur de modification des structures d'exploitation ont conduit à proposer une adaptation régionale pour la recherche de l'optimum économique, utilisant des armes suffisamment (mais pas trop) diversifiées fournies par les chercheurs.

## B. — Les axes principaux.

C'est dans ce contexte général que les recherches sur la production et l'utilisation des fourrages se sont développées, selon des axes principaux qu'il convient maintenant de souligner.

1. *Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, un des axes est la préparation de moyens techniques suffisamment diversifiés.* En effet, le choix des systèmes de production, donc les besoins en éléments techniques efficaces pour les constituer, que les éleveurs peuvent mettre en place dans leurs exploitations, dépendent :

- de la nécessité croissante pour l'intérêt collectif (à la fois pour la préservation de l'environnement et une production d'aliments en quantité suffisante) d'exploiter les différents milieux naturels disponibles : les zones de prairie permanente sur sols difficiles mais peu accidentés et intensifiables, les zones d'élevage où la culture des grains est plus ou moins facile et où la prairie est un élément d'équilibre dans les rotations (et les revenus) ou bien de valorisation de l'hétérogénéité des sols, les zones fertiles pour la production de grains et de certaines formes d'élevage bien placées, mais aussi les prairies permanentes et alpages de montagne, les parcours de zone sèche plus ou moins en altitude ;
- de l'importance de l'été dans la région. Le tableau ci-joint schématise diverses possibilités :

<i>Importance de l'été (longueur et intensité de la sécheresse)</i>	<i>Culture de base</i>	<i>Culture de complément</i>
Grade 1	Prairie permanente de fonds de vallée, Ouest humide, montagne arrosée...	Prairie temporaire avec dactyle et fétuque élevée
Grade 2	Prairie permanente ou prairie temporaire pérenne	Ray-grass d'Italie en semis de printemps
Grade 3	Prairie permanente ou prairie temporaire pérenne	Ray-grass d'Italie et choux
Grade 4	Prairie temporaire pérenne	Ray-grass d'Italie et luzerne
Grade 5	Prairie temporaire pérenne	Sorgho en vert et luzerne
Grade 6	Luzerne-maïs	Sorgho en vert

— de la spéculation animale adoptée. Par exemple, pour produire du lait « d'hiver » en Poitou, un système comprenant maïs-luzerne en hiver puis pâturage de prairies temporaires de longue durée (dactyle, fétuque élevée) à partir du printemps est économiquement efficace, tandis que pour du lait d'été, l'affouragement en vert ou la pâture de ray-grass d'Italie, luzerne et sorgho est une bonne solution.

Bien sûr, des exigences secondaires peuvent surgir selon les structures des entreprises agricole, le potentiel des animaux. Ainsi, il y a intérêt à nourrir une vache allaitante ou une laitière à 4.000 kg avec des fourrages de qualité, certes ; mais, plus qu'une laitière à 7.000 kg, les premières pourront atténuer des variations quantitatives et qualitatives. Leur conserveur demandera un fourrage de haute qualité plus régulièrement disponible et sa ration devra à coup sûr être complétée plus fortement.

Une « intensification » est nécessaire au niveau collectif et au niveau individuel, compte tenu de la taille moyenne des exploitations d'élevage de notre pays (y compris en zones difficiles) et de sa lente augmentation actuelle et prévisible, mais ceci est possible à des degrés variables selon les milieux de culture : c'est un optimum entre la capacité de production végétale, le potentiel animal, le travail et l'agrément de vie de l'homme qui doit être défini en chaque situation.

Cet esprit risquerait de conduire à une dispersion des moyens, mais un choix a été fait :

— en ce qui concerne la production du végétal : améliorer des espèces plus particulièrement adaptées aux conditions françaises, c'est-à-dire à la présence d'étés marqués, et mettre au point les modes de culture de ces mêmes espèces. Ceci est réalisé tout en apportant des connaissances généralisables aux autres productions végétales pour lesquelles une adaptation des résultats des pays qui s'en préoccupent peut suffire. Ainsi l'amélioration génétique a été exercée principalement sur dactyle, fétuque élevée, ray-grass d'Italie, sorgho, maïs, choux, betterave, 251

trèfle violet et luzerne. Il en a été de même des autres travaux. Les formations herbacées permanentes sont bien sûr celles de diverses régions de France ;

— en ce qui concerne la transformation par les animaux, la gamme des sujets correspond bien sûr aux divers types de production (veaux, bœufs, vaches allaitantes, vaches laitières, ovins, caprins...) mais pour beaucoup en utilisant les végétaux cités ci-dessus.

2. *La recherche de la régularité dans la fourniture d'aliments, en quantité et en qualité*, est une importante préoccupation, notamment pour les élevages laitiers.

a) *Offrir en pâture un fourrage sans épis est une difficulté au long du printemps*, hormis dans quelques microrégions océaniques privilégiées où la progressivité de la pousse et la croissance régulière des repousses permettent une élimination constante des épis en montaison par rotation rapide du troupeau. L'offrir dès que possible est souhaitable. Cela a été tenté par l'amélioration génétique et le contrôle de l'exploitation.

La tendance britannique d'il y a vingt-cinq ans à créer des cultivars à précocités de départ en végétation échelonnées fut développée avec vigueur et succès en dactyle (un mois d'Ariès à Prairial) et en fétuque élevée (un mois et demi de Manade à Ludion, et prochainement au-delà). L'utilisation optimale de telles gammes est difficile en un même lieu hormis en région océanique à climat doux, mais il est incontestable qu'un choix de quelques éléments rend service en de nombreuses régions. Le départ précoce en végétation des cultivars de fétuque élevée tardifs à l'épiaison est une innovation très utile. L'allongement de la période entre ces deux moments de la vie de la plante au printemps donne une souplesse bien plus grande pour exploiter. Des dactyles enfin aisés à utiliser à cette époque sont en préparation.

Le mode d'utilisation au printemps, c'est-à-dire la date de première coupe et les temps de repousses, en interaction avec la précocité des cultivars, ont été étudiés longuement : observation de l'évolution de la plante, du peuplement de talles, essais de dates de coupes variées... L'élimination des épis en formation lors de la montaison au stade « épi à 10 cm » permet d'obtenir des repousses printanières sans tiges. Le déprimage, c'est-à-dire l'exploitation après démarrage de la pousse foliaire, combiné avec une deuxième coupe en montaison, étale la production utile de cultivars tardifs comme ceux cités précédemment ou d'une espèce « souple » comme le ray-grass d'Italie. L'ensemble de ces travaux débouche actuellement sur la possibilité de faire pâturer des laitières sans gêne avec deux séquences végétales, voire une, depuis la fin d'hiver jusqu'à l'été avec une production à peu près constante. Une observation complémentaire mérite de l'intérêt : le système d'exploitation au printemps n'a pas d'influence notable sur la production dans le reste de l'année. Le « trou d'été » dépend pour l'essentiel des facteurs climatiques momentanés et non du rythme interne ou provoqué par le printemps.

b) *En ce qui concerne la façon de passer l'été*, nous avons déjà souligné comment le choix des espèces pérennes de base et des annuelles complémentaires dépend de l'importance de l'été.

— Par l'amélioration génétique on peut atténuer, sans faire disparaître, la diminution de production estivale des graminées pérennes. Ainsi le dactyle Lucifer, la fétuque élevée Clarine produisent plus en été que les autres cultivars. La sélection en cours des fétuques élevées « vertes l'été »

alimente des espoirs. En luzerne même, il convient de veiller à préserver et améliorer l'intéressant rapport  $\frac{\text{production d'été}}{\text{production totale}}$ . Les sorghos de type sudan

et hybride, utilisables en deux ou trois pousses successives dans l'été, sont régulièrement intéressants du Sud-Ouest au Val de Loire. Plus au nord, leur intérêt par rapport à celui d'un ray-grass d'Italie de printemps ou d'un chou semé tôt dépend de l'année, du type de sol... Bien installés avant la venue de l'été, ces sorghos sont aptes à fournir des pousses avec peu d'eau. Ce sont également des végétaux qui utilisent remarquablement bien l'irrigation d'appoint, la chaleur et la lumière (plantes en C4) qui leur sont favorables en été. Le facteur limitant est encore l'aptitude à croître pendant les printemps frais des zones océaniques. La mise au point d'un critère efficace de tri des génotypes en conditions artificielles, une meilleure utilisation de l'hétérosis chez les sudan-grass eux-mêmes par l'utilisation de la stérilité mâle, l'introgression de gènes de *S. halepense* dans *S. sudanense*, la tétraploïdisation artificielle de *S. sudanense* permettent de lever cet obstacle : la sécurité augmentera et la zone de culture pourra s'étendre.

— L'irrigation d'appoint de prairies permanentes ou temporaires peut permettre en maintes régions de continuer à alimenter en vert les animaux pendant de courtes périodes de sécheresse. Certes, ces cultures, même la luzerne qui extrait par ailleurs remarquablement l'eau du sol profond, ne valorisent pas aussi bien l'eau apportée en surface que des annuelles d'été tels sorgho et maïs, ou ray-grass d'Italie de printemps. Mais l'intérêt est autre : la place de l'irrigation doit être calculée en fonction du système d'élevage, du coût relatif du maintien de la pâture par rapport à l'utilisation de conserve (bien sûr, cela est d'autant plus bénéfique quand le dispositif d'irrigation est utilisé par ailleurs sur des cultures de grains). L'apport d'eau ne peut être dissocié de la fertilisation azotée notamment. En ce domaine, les connaissances existantes ont besoin d'être complétées, y compris pour les sorghos. L'étude des rythmes de croissance et d'exploitation par coupe selon la variation des facteurs eau, fertilisation, rythme d'exploitation doit le permettre.

c) *Etaler la possibilité d'utiliser du fourrage vert, c'est aussi raccourcir l'hiver.* Les cultivars précoces ou à pousse hivernale (type méditerranéen) de plantes prairiales pérennes le permettent en certaines zones. A l'instar des techniques d'autres pays et selon de vieilles traditions de nos régions, les crucifères : choux, colza, navets (ou raves) sont utilisées. Des études techniques en ont mis en valeur l'intérêt, notamment quand l'animal pâture. La sélection de choux et colza en nos conditions offre un bon matériel.

d) Produire du vert pâturable pour totalité ou bonne part de la ration pendant le plus longtemps possible est une solution efficace. Mais il est évident que dans la plupart des cas cette solution ne peut suffire. *La conserve est alors nécessaire* pour l'hiver ou, ne serait-ce qu'à titre de sécurité, pour l'été :

— l'ensilage de maïs est donc devenu une arme efficace dans l'élevage en France. De nombreux travaux ont permis de préciser ses conditions d'utilisation en rations équilibrées pour les divers types de ruminants : vaches laitières à divers potentiels de lactation et aux diverses phases de leur cycle, chèvres, brebis, bêtes à l'engrais ou en croissance. Il n'y a plus de difficultés majeures à résoudre;

— l'ensilage des graminées prairiales, des légumineuses a fait l'objet d'importantes mises au point concernant les facteurs de réussite (lon-

gueur de coupe, étanchéité des silos, conservateur...). Ensiler la luzerne et plus facilement encore le trèfle violet est maintenant possible avec succès et cela devrait permettre à ces fourrages, peu coûteux à produire et efficaces dans les rotations, de reprendre une place importante dans l'alimentation des ruminants comme complément d'un fourrage riche en énergie ou comme aliment de base. Utilisant encore plus ou moins bien ces techniques, les éleveurs ont introduit et multiplient dans le paysage de nos campagnes les tas noirs couverts de vieux pneus. Le ray-grass d'Italie, cultivé sur 1.000.000 d'hectares environ, est ensilé en première coupe ; avec le maïs il a été le moteur de l'ensilage dès avant les mises au point définitives. Inventé depuis longtemps, prôné lors du déclenchement de la « révolution fourragère », l'ensilage des plantes de prairie est enfin opérationnel. C'est un élément décisif de la maîtrise du printemps évoquée précédemment. C'est bien sûr une conserve à valeur protéique élevée. Sa mise au point et sa diffusion sont des éléments capitaux pour soutenir le renouveau d'effort qui se manifeste en faveur des prairies. Conjointement au progrès de la technologie, la connaissance de l'utilisation de ces ensilages d'herbe dans les rations des différents ruminants (vaches de divers types, chèvres, taurillons...) progresse. Les résultats sont encourageants : ainsi des chèvres laitières consommant toute l'année de l'ensilage de luzerne produisent autant qu'avec des fourrages verts, ensilages de maïs et de luzerne sont très complémentaires pour des vaches en lactation en hiver, des taurillons croissent de 1.100 à 1.300 g par jour suivant les races, voire plus, avec des ray-grass ou dactyle et seulement 1 à 1,5 kg d'orge par jour... Tout ceci est évidemment d'un très grand intérêt pour les éleveurs. La « pointe » de printemps peut être valorisée au mieux, soit l'été, soit l'hiver qui suit ; la pérennité des prairies prend tout son intérêt. Il appartient aux instituts et organismes de développement de diffuser, adapter, intégrer ces outils dans le cycle économique des exploitations d'élevage.

e) *Etaler n'est pas toujours la solution.* Tout ce qui précède contient l'idée de faire face à l'adversité du milieu pour produire le plus régulièrement possible. Cela s'impose pour certaines spéculations animales. Mais contrôler l'adversité en utilisant rationnellement les cycles de la production naturelle est également une façon d'intensifier. C'est l'objet des travaux visant à exploiter ou à réexploiter les pâturages d'altitude, les parcours, soit en système fermé soit en complément avec des zones de culture plus faciles. La capacité de récupération, la résistance, les besoins moindres de l'animal à certaines phases de son cycle de vie mais aussi les périodes optimales sont placés par rapport aux périodes difficiles ou fastes des peuplements végétaux. Ceux-ci sont à améliorer par le mode d'exploitation. Il s'agit souvent de moderniser, c'est-à-dire rendre plus faciles et productifs, des schémas traditionnels (par exemple redonner au parcours une part plus importante de complément dans les élevages de brebis laitières des Causses), mais aussi d'inventer (troupeau ovin à viande en système fermé sur causses ou garrigue, hivernage de vaches allaitantes en extérieur en demi-montagne, évolution contrôlée de la nardaie). Une voie d'avenir a été ouverte.

3. *En corollaire à ces directions de recherche, d'autres travaux sont consacrés à l'utilisation optimale du fourrage.* Citons les plus récents :

— élevage de veaux à l'herbe en pâture. Ces veaux peuvent croître au pâturage de manière intéressante avec une complémentarité judicieuse. Il y a bien sûr des contraintes, mais les qualités de concentré



à utiliser sont plus faibles qu'en stabulation, les élevages peuvent être plus disséminés dans la nature, etc. ;

- formation de taurillons en pâture : au printemps l'herbe suffit, une complémentation est nécessaire en été pour la finition ;
- utilisation des ensilages de graminées fourragères (ray-grass d'Italie et pérennes), de légumineuses (trèfle violet, luzerne) pour l'engraissement de taurillons, déjà cités ;
- pour mémoire, utilisation de fourrages déshydratés pour animaux laitiers et à viande, comme aliments de base ou comme compléments ;
- conduites d'ovins, bovins, chevaux sur pâturages d'altitude et parcours, comme nous l'avons relaté ;
- emploi de l'ensilage de maïs avec apport énergétique supplémentaire réduit au minimum et complémentation par d'autres ensilages plus riches en protéines (luzerne, graminées prairiales).

Il s'agit de définir des rations optimales comportant un maximum de fourrages verts ou conservés et une complémentation judicieuse en céréales. C'est la façon de valoriser au mieux les surfaces fourragères, notamment celles des prairies, et la richesse en céréales de notre pays.

L'ajustement des proportions de ces deux éléments tient compte bien sûr du potentiel génétique de l'animal. Une vache fournissant 4.000 kg de lait peut utiliser seulement des fourrages, une à 10.000 kg, tout en consommant beaucoup de fourrages (et d'autant plus qu'ils sont de qualité), nécessitera une proportion de concentré élevée. Où est la limite intéressante pour le futur, sur le plan individuel et collectif ? Bas prix pour le consommateur, marge suffisante pour l'éleveur sont des éléments déterminants.

*4. Ces voies de recherches visent à fournir des outils efficaces techniquement et économiquement. L'intérêt économique d'un dactyle souple d'exploitation est évident. Celui de l'ensilage d'herbe pour engraisser des taurillons frisons en zone herbagère mérite réflexion par rapport à l'utilisation de maïs, mais est encore aisément cernable. Mais qu'en est-il de l'ensemble d'un système de production pour l'éleveur laitier spécialisé ou pour celui qui à la fois élève et cultive diverses plantes ? Qu'en est-il pour l'intérêt individuel et pour l'intérêt collectif ?*

Des expériences concrètes dans des fermes expérimentales, notamment à l'I.N.R.A., ont été et sont en cours pour déterminer l'intérêt comparatif de quelques systèmes (par exemple lait d'hiver et lait d'été à partir de rotations différentes en zones de polyculture-élevage du Poitou) ou simplement pour suivre de près l'efficacité technique et économique d'un système (élevage de moutons sur prairies permanentes complétées de temporaires en Limousin, ou de bovins charolais dans l'Indre). Des enquêtes et observations ont été réalisées par les instituts techniques et organismes de développement chez des éleveurs. Ceci aboutit à des conclusions économiques actuelles adaptées à une région et un problème. Cela fournit également une base de réflexion sur l'efficacité des techniques intégrées dans l'ensemble de l'élevage.

Utilisant les références techniques acquises dans les stations de recherche et par les moyens cités ci-dessus, des économistes essaient, soit de mesurer l'intérêt d'une technique fragmentaire ou de faire des bilans globaux, soit de prévoir l'intérêt d'un ensemble de techniques organisées en système de production, avec possibilité d'ajuster en fonction de l'évolution des prix.

Une ouverture intéressante a été faite par l'application du calcul des budgets automatisés : les éléments d'activité (le troupeau laitier, les génisses, les soles fourragères, la rotation...) peuvent être assemblés et changés comme dans un jeu de construction pour aboutir au choix d'un système. L'extension de cette méthode est en cours d'essai.

L'intensification apparaît indispensable pour améliorer le niveau de revenu des éleveurs. Dessiner le passage d'un niveau quantitatif à un autre (de vingt-cinq à soixante-dix vaches) est un des objectifs clés.

Ces efforts visent à prévoir à court terme. Il serait utile de projeter plus en avant (à l'échelle d'une dizaine d'années) en utilisant des éléments plus prospectifs. D'autre part, l'intérêt collectif demande la prise en compte de facteurs tels que l'utilisation minimale d'énergie et de protéines importées (même si ces produits ne sont pas encore chers), la recherche du plus bas prix de revient et non pas seulement d'une marge satisfaisante pour l'éleveur.

Les travaux en ce domaine méritent d'être renforcés, notamment ceux sur les méthodes.

*5. Quittant ces axes généraux relatifs à la production pour se rapprocher de la plante, nous insisterons sur deux thèmes auxquels notre petit groupe a accordé beaucoup d'attention.*

a) *La qualité* : La valeur alimentaire d'un fourrage est déterminante, d'une part dans la quantité de matière alimentaire disponible à l'hectare et donc le nombre d'animaux nourris, d'autre part pour définir la proportion de fourrage dans la ration d'un animal (et ce d'autant plus que cet animal a des besoins importants). Connaître et améliorer sont les deux objectifs de ces recherches.

La mesure des quantités ingérées et des coefficients d'utilisation digestive par les moutons pour la plupart des espèces cultivées et pour la prairie permanente, tant au cours de l'évolution du premier cycle que pour plusieurs temps de repousse, a permis de dresser d'excellentes tables de la valeur alimentaire des fourrages en vert et pour certains en conserve (foin, ensilage). C'est un progrès considérable pour contrôler l'alimentation des troupeaux.

(D'une manière plus générale et plus récente, les normes de valeur alimentaire sont en cours de révision pour l'ensemble des aliments. L'unité fourragère devient plus précise : unité fourragère lait et unité fourragère croissance. Les fourrages sont revalorisés. Tout ceci résulte de comparaisons entre prévision et réalité, de mesures d'efficacité métabolique, d'apport de précisions sur l'efficacité des fractions azotées de la plante, etc.).

Nous avons signalé combien les techniques qui visent à étaler la production au printemps sont favorables à l'obtention d'un végétal de qualité régulière.

Il a été confirmé que la fertilisation influe peu sur la valeur alimentaire d'une plante à un stade donné. Mais, en fait, l'effet est important par voie indirecte : l'éleveur dispose plus tôt d'une même quantité d'herbe plus jeune et de meilleure qualité. Des précisions sur les formes de produits azotés selon les doses et moments d'application de la fumure méritent d'être apportées par une étude de la dynamique de repousse de la plante.

Où en est-on de l'amélioration par voie génétique ? Une part importante des moyens lui est consacrée, mais de fait il faut distinguer divers types d'action qui ont un impact sur la valeur alimentaire du fourrage :

— *Amélioration de la facilité d'utilisation.*

L'augmentation de la résistance de la plante aux parasites du feuillage permet une bien meilleure utilisation de la plante par l'animal : moins il y a de feuilles abîmées, de débris, plus la quantité consommée est élevée (des cas de refus total ont pu être observés). Dans le grand Ouest français, les rouilles sont fréquentes sur dactyle et ray-grass notamment. Des progrès importants ont été enregistrés tant par l'exigence manifestée vis-à-vis des cultivars sélectionnés à l'étranger que par la sélection autochtone. Des techniques de travail en conditions artificielles permettent d'assurer l'avenir.

L'intérêt de la lenteur de montaison a déjà été souligné. Des progrès ont été apportés en fétuque, d'autres sont attendus en dactyle. Un critère de hauteur à l'épiaison permet de sélectionner assez facilement.

L'aspect vert l'été, même si la production n'est pas supérieure, est un élément de bonne consommation par les animaux. Une variabilité existe en fétuque élevée : déjà Clarine, plus turgescente, plus verte, est mieux consommée l'été. Les hybrides amphidiploïdes entre fétuque élevée européenne et fétuque élevée méditerranéenne sont remarquablement plus verts à cette période : il y a bon espoir de pouvoir les utiliser.

Démonstration a été faite de l'efficacité de la sélection pour la souplesse du feuillage chez la fétuque élevée. Le cultivar Ludelle est nettement mieux consommé pendant tout le printemps ainsi qu'en repousse d'automne. Certes, ce prototype produit peu de semences, mais une nouvelle génération de cultivars est en préparation.

Tout ceci facilite la consommation du fourrage.

— *L'adaptation de la plante à être utilisée à un stade jeune.*

C'est le cas du travail entrepris pour améliorer le rendement protéique et la richesse instantanée de la luzerne. Il s'agit de modifier la plante pour qu'elle soit suffisamment pérenne et productive en matière sèche tout en étant coupée au tout début de l'apparition des boutons floraux, lorsque la teneur en M.A.D. est de 170 au lieu de 150 au début floraison. Cette qualité, présente dans les types d'oasis et méditerranéens, est en voie de création dans les types flamands plus intéressants par ailleurs.

— *L'augmentation de la valeur nutritive elle-même.*

Elever la concentration énergétique, c'est augmenter la digestibilité de la matière organique. Celle-ci est mesurée par la digestibilité *in vitro* selon le principe de Tilley adapté à la grande série. Diverses publications relatent les espoirs (héritabilité suffisante) et difficultés dues notamment aux variations entre coupes, à l'effet de peuplement entre plantes isolées et parcelles denses, mais aussi à une variation selon les espèces. A ce jour nous n'avons pas de résultat décisif, et nous ne connaissons pas ailleurs de démonstration convaincante. Certes, nous possédons une luzerne plus digestible *in vivo* de 5 point après deux générations de sélection, mais elle provient également d'un type morphologique particulier. Certes Ludelle est plus digestible que les autres fétuques élevées au printemps, mais le critère de sélection appliqué a été la souplesse du feuillage. Augmenter la digestibilité est une possibilité démontrée mais le critère n'est pas encore affirmé. Il convient d'attendre encore un peu le résultat de la sélection systématique pour la digestibilité *in vitro*.

Un effort important est entrepris pour créer un maïs-ensilage dont la partie « non grain » soit d'une meilleure valeur alimentaire. En première étape, une modification de la structure de lignine commandée par un ensemble génétique simple est introduite dans des cultivars de maïs classique. Les tout premiers résultats sont très encourageants : des taurillons alimentés avec ces maïs ont un gain de poids quotidien supérieur de 15 % à celui des taurillons nourris avec les cultivars d'origine non améliorés. La quantité ingérée est augmentée. En deuxième étape, une véritable sélection quantitative de la qualité est entreprise en utilisant simultanément plusieurs critères qui se recoupent (digestibilité *in vitro*, cellulose, dureté, rapports morphologiques...).

Ce thème continuera d'être l'objet de notre attention. L'explication des différences de quantité consommée mériterait d'être approfondie. Le sélectionneur a par ailleurs besoin de connaître l'importance réelle des relations de comportement alimentaire entre les divers ruminants. Il ne peut se contenter des approximations suffisantes pour l'alimentation des animaux ; il ne peut non plus s'encombrer de vérifications avec divers ruminants (c'est pourtant ce que nous sommes conduits à faire actuellement pour le maïs).

b) *L'efficacité de la plante* : L'efficacité de la plante est un facteur important du coût de production. L'augmenter, c'est économiser.

L'efficacité globale d'une plante dans l'utilisation du milieu qui lui est proposé se traduit par le rendement. A nutrition (eau, fertilisation, lumière) égale, la plante qui produit le plus absorbe et transforme le mieux de manière coordonnée l'ensemble des éléments : son équilibre métabolique est plus efficace que celui des autres. Dans le cas des plantes fourragères, c'est en fait l'efficacité du peuplement dense et non pas celle de la plante individuelle qui compte : les relations sociales (la compétition au sens large) entre individus influent sur l'extériorisation des capacités. Ce phénomène doit être pris en compte dans l'amélioration du végétal.

— *La première démarche consiste à améliorer globalement la vigueur par voie génétique.* Les plantes fourragères allogames, souvent tétraploïdes, dont les cultivars peuvent être des populations hétérogènes multipliées, ne sont l'objet de soins de la part des sélectionneurs et généticiens que depuis un temps relativement court par rapport à d'autres végétaux (blé, maïs...). Aussi l'acquis méthodologique est encore peu important. Notre équipe a jugé indispensable de consacrer une part importante de ses moyens à ce domaine de recherche.

L'utilisation de la consanguinité pour la formation des parents de la population améliorée a été particulièrement étudiée par voie théorique, expérimentale et au cours de travaux concrets de sélection. La conclusion est que lorsque son emploi est limité à une génération par exemple, elle est efficace (ne serait-ce que pour aider à apprécier la valeur du génotype).

L'enrichissement génétique des familles parentales par cycles de recombinaison et sélection successifs (sélection récurrente) apparaît comme très efficace.

Les parents étant formés, il convient de les associer au mieux et de prévoir la valeur finale du produit. Là encore, études théoriques et expérimentales ont permis de déterminer les lois d'évolution des valeurs moyennes de populations et de la variance génétique en leurs seins et entre elles au cours de multiplications successives. Cela conduit à pouvoir prédire l'intérêt final probable d'une variété en formation, connaissant la structure génétique des parents réunis (relation de parenté entre eux, degré d'homogénéisation

de leur équipement génétique...), le nombre de ces parents (de deux à un grand nombre), la façon dont ils sont combinés entre eux (en une seule fois, en étapes successives...). Concrètement, par exemple, les formules d'hybrides simples multipliés ont moins de chance d'être favorables et prédictibles que les hybrides doubles multipliés, et des formules à base plus large semblent être plus fréquemment efficaces.

En utilisant la compétition entre pollens, la création de cultivars semi-hybrides, c'est-à-dire résultant du croisement entre lignées ou hybrides simples multipliés au préalable, donc hétérogènes, est en étude. L'emploi de la stérilité mâle, qui présente lui aussi avantages (adaptation plus rapide à une demande nouvelle, protection assez facile des obtenteurs, utilisation d'aptitudes spécifiques à la combinaison entre génotypes...) et difficultés (multiplication de semences, stabilité des mâle-stériles à bien maîtriser...), pour la création d'hybrides simples directs est en cours d'investigation pour la luzerne ; il est recherché pour d'autres espèces.

Ces préoccupations méthodologiques n'ont certes pas encore provoqué des progrès démonstratifs. Mais il faut bien comprendre la lenteur et la lourdeur de telles études dès que l'expérience doit confirmer la théorie. D'autre part, le point de départ des connaissances était bas il y a une vingtaine d'années. Enfin, la masse des travaux dans ce domaine n'est pas considérable en fait dans le monde. Mais actuellement, une période où les réalisations devraient étayer les réflexions et convaincre s'ouvre devant nous.

Il convient de développer de véritables comparaisons de schémas de sélection où l'efficacité par unité de temps et unité de moyens matériels est prise en compte. Il faut chercher alors à optimiser toute la chaîne d'action. Notamment la façon d'apprécier le génotype mérite un effort : intégration précoce de mesures en conditions de peuplement dense pour tenir compte au mieux des effets de compétition, prise en charge de l'adaptabilité en différents milieux, utilisation d'index de sélection plus ou moins complexe. Même si des connaissances existent, il faut réfléchir à leur judicieux assemblage.

Les propos précédents concernent l'ensemble des fourrages allogames. Mais un effort particulier a eu lieu pour les tétraploïdes naturels (luzerne, dactyle...) : importance de l'hétérogénéité entre allèles dans cette structure à chromosomes groupés par quatre, importance de la pléiotropie et des groupes de gènes liés (linkats). Les tétraploïdes induits ont également fait l'objet d'investigation comparative vis-à-vis des diploïdes dont ils sont issus et des tétraploïdes naturels. Leur sélection nécessite l'utilisation de diploïdes porteurs des caractères intéressants, puis il convient de favoriser des recombinaisons nouvelles au niveau tétraploïde.

Un atout complémentaire se dessine et mérite d'être prospecté : l'utilisation de l'haploïdie provoquée comme moyen d'accélérer la création de lignées très consanguines dont il convient de prévoir l'utilisation optimale et d'augmenter la variabilité. Des résultats techniques intéressants se dessinent pour les graminées fourragères ; les légumineuses semblent rebelles.

Nous avons évoqué plusieurs fois l'importance des relations de compétition entre individus dans le peuplement végétal. Notre groupe s'est penché activement sur ces problèmes. Les évolutions de peuplement, déformations plastiques ont été analysées. Les composantes morphologiques du rendement les plus stables selon la densité de peuplement sont la hauteur et la largeur des organes, sans qu'il y ait de liaison négative entre la taille des organes et la qualité (du moins en dactyle, ray-grass et luzerne). Il a été montré tant à l'intérieur des espèces qu'entre espèces, que des génotypes sont plus agressifs que d'autres en mélange sans être forcément productifs, que certains

restent de bons producteurs indifférents à leurs voisins ; des effets de coopération instantanés, peu stables il est vrai, ont été mis en évidence... Concrètement, des dispositifs de mesure précoce du comportement en condition dense (micro-essais) ont été mis au point et introduits en sélection. Une application mérite d'être faite rapidement au cas des relations entre graminées et légumineuses en association : des travaux débutent. Ces notions sont en cours de développement dans l'étude des peuplements de prairie permanente et, d'une manière plus générale, dans des mises au point de modèles descriptifs des peuplements prairiaux.

— Une autre démarche consiste à décomposer les éléments de l'efficacité physiologique et essayer d'agir sur certains d'entre eux.

Les plantes fourragères (maïs excepté) sont peu utilisées comme « plantes-pilotes » par les physiologistes français : céréales, plantes maraîchères... leur sont préférées. Aussi les recherches concernant les fourrages pérennes sont assez minces en ce domaine. Elles sont concentrées sur un point clé de la chaîne d'alimentation azotée de la plante : l'activité des nitrates réductases. L'activité enzymatique de génotypes de dactyles d'une part, de ray-grass d'Italie d'autre part, dont les réactions individuelles à la fumure azotée sont par ailleurs connues, est en cours de mesure selon une méthode *in vivo* originale, mise au point d'ailleurs avec ces espèces. Une variabilité génétique suffisante sera-t-elle mise en évidence ? Ce qui est connu par ailleurs le laisse espérer. Un tri en série sera-t-il aisé ? Les résultats d'une telle sélection seront-ils concrétisables ? Pour les autres voies physiologiques, nous attendons le progrès des connaissances de base à partir d'autres espèces et les apports spécifiques d'équipes étrangères.

— Mais l'amélioration de la capacité à transformer les éléments nutritionnels ne doit pas se heurter à des seuils.

La sensibilité aux parasites peut être limitante : si, pour les graminées, les rouilles occasionnent surtout une baisse de valeur alimentaire, luzerne et trèfle ont leur vie raccourcie par des parasites. Un certain progrès a pu être obtenu pour le trèfle violet vis-à-vis du *Sclerotinia*. Un programme d'envergure a abouti à la maîtrise des infections artificielles de *Verticillium albo-atrum*, *Colletotrichum*, du nématode des tiges dans nos ateliers de sélection, et à la création d'un matériel résistant. Déjà deux cultivars récents se comportent bien vis-à-vis du *Verticillium*. Le puceron du pois est la cause de perte de production de l'ordre de 15 à 20 % : des études en vue d'une sélection de résistance d'une part, d'un contrôle d'infestation par des techniques de culture d'autre part, sont en cours.

Dans le cas de la luzerne, la verse est également un défaut qui annule les efforts d'amélioration de l'efficacité. Sur ce point, des progrès importants ont été faits pour la plupart des variétés nouvelles, et certaines sont particulièrement résistantes.

Intégrer les progrès fragmentaires en un ensemble est la véritable difficulté de la sélection.

6. Transformer le végétal par sélection est bien. Il faut ensuite le mettre à la disposition des éleveurs par la semence. Dans ce but, la recherche agronomique a étudié autrefois la mise en place des organes reproducteurs (tallage épi, conditions de formation des apex) et réalisé des expérimentations étoffées sur les techniques de production de semences. Etablissements producteurs et service de recherche technique des multiplicateurs ont fait réussir ce travail. La France importait la quasi-totalité de ses besoins de graminées fourragères en 1955, maintenant elle les couvre en majorité.

En légumineuses, malgré des travaux importants relancés dans ces dernières années autour de la luzerne et des applications réussies, le rendement moyen reste faible, et cependant notre pays continue à être un exportateur notable.

7. Enfin, dans l'axe général de la diminution des coûts de production du végétal, des recherches concernent également la nutrition des plantes au champ : fertilisation, consommation et apport d'eau. Nous les avons déjà quelque peu évoquées.

a) Les recherches sur la fertilisation en éléments majeurs ont visé à connaître les besoins des principaux types de fourrages, la façon dont la fumure annuelle permet de les compenser et l'importance de ces apports et de la masse organique de la prairie à l'échelle de la rotation. Des études régionales (luzerne en Champagne, prairies permanentes d'Auvergne...) ont été nécessaires.

En ce qui concerne la fumure azotée, le souci a été de déterminer en quelque sorte les limites de réaction des espèces pures ou bien l'éventail des transformations de peuplement de la prairie permanente, selon les doses. L'interaction avec le mode d'exploitation complique la situation, notamment en prairie permanente. En fait, il est assez artificiel de raisonner une fumure à l'année, c'est par coupe que cela importe. Il apparaît qu'en fonction de l'ensoleillement sous des doses élevées d'azote au printemps (plus de 100 unités après la fin de l'hiver), la pérennité des prairies peut être en danger : des plantes meurent après la coupe, ayant en quelque sorte fourni toutes leurs réserves glucidiques pour répondre à la sollicitation de l'azote. Des observations chez certains éleveurs ont confirmé ces faits. Compte tenu également de certains aspects qualitatifs et bien sûr économiques, il y a de bonnes raisons pour veiller à limiter l'utilisation de l'azote (en fait, la majorité des éleveurs en utilisent très peu : 30 unités en moyenne par an sur les prairies temporaires — de 0 à 500 réellement). Afin d'économiser, il paraît nécessaire d'observer de plus près le dynamisme de l'utilisation de l'azote par la plante au cours du premier cycle du printemps et des repousses. Celui-ci variera selon le rythme d'exploitation et les génotypes d'une même espèce. Ces facteurs doivent être étudiés dans leurs interactions. On peut espérer prévoir le rendement et la teneur en protéines en fonction de la dose d'azote apportée et du climat entre l'apport et la coupe.

b) L'azote permet une meilleure utilisation de l'eau ; l'eau est nécessaire à l'utilisation de l'azote apporté. Autour de ces relations assez bien cernées, des précisions sont nécessaires selon les espèces.

c) Apporter de l'azote ou cultiver des légumineuses ? Cette opposition est évidemment trop forte. Il n'empêche que cette question n'est pas assez souvent posée.

— Les études sur les associations légumineuses-graminées (trèfle blanc-graminée d'une part, trèfle violet ou luzerne et graminée d'autre part) en ont montré l'intérêt pour la production de matière sèche (le total annuel est souvent supérieur à celui de la graminée pure recevant deux fois plus d'azote) ; les zootechniciens et leurs vaches apprécient la qualité du mélange, la mise en conserve de la légumineuse est facilitée. Il est par contre difficile de conduire la fertilisation et l'exploitation et, par là, de maintenir plusieurs années des associations pas trop déséquilibrées : maints résultats le prouvent également. Mais quelle est l'importance réelle de ce non-équilibre sur l'utilisation des troupeaux ? Ce peut être une souplesse concrète dans la présence de vert sur une parcelle donnée : au printemps plus de graminées, en été plus

de légumineuses. Pour la majorité des éleveurs français dont les prairies temporaires de longue durée peu fertilisées ou les prairies permanentes sont en fait de mauvaises associations, une combinaison rationnelle d'une légumineuse et d'une graminée ou l'introduction de légumineuses constituerait un progrès. Pour ceux qui conduisent avec succès leurs prairies, l'augmentation de la part des légumineuses dans la rotation est la façon d'économiser l'azote tout en maîtrisant séparément chaque production. Des travaux concernant ces associations doivent être relancés sur quelques points : apport de trèfle blanc dans les prairies permanentes ou prairies temporaires déjà en place et mode de conduite pour favoriser le trèfle, sélection pour une véritable coadaptation de cultivars de luzerne et graminées pérennes, de trèfle violet et ray-grass d'Italie. Cette dernière voie nous semble seule permettre à terme d'obtenir des équilibres durables.

— *Trèfle violet et luzerne* bénéficient d'une masse de connaissances acquises sur leur apport nutritif dans les sols pour les cultures suivantes, leur technique de culture... Les techniques actuelles d'ensilage permettent de considérer le trèfle ensilé comme un aliment idéal suffisamment riche en protéines et en énergie, facile à conserver, peu cher à produire. La luzerne elle-même peut enfin être utilisée sans difficulté au printemps. Les repousses sont alors faciles à faner, ou peuvent être utilisées en pâture directe en été comme le font beaucoup d'éleveurs du Sud-Ouest et du Centre-Ouest moyennant quelques précautions. L'utilisation des légumineuses va dans le sens de l'intérêt collectif et individuel.

### III. — EN GUISE DE CONCLUSION, OUVERTURE SUR L'AVENIR

A. — *Envisager l'apport de la recherche dans les années à venir, c'est d'abord souligner quelques traits que nous croyons essentiels dans l'avenir prévisible de la production d'aliments pour l'élevage en notre pays.*

La demande de protéines en provenance des ruminants (viande et produits laitiers) représente pratiquement la moitié de ce que consomment les Français à l'heure actuelle. D'après les enquêtes du Service Central des Statistiques, ce désir ne devrait qu'augmenter. Les besoins totaux de la population ne feront que croître (et il en est de même à l'échelle européenne et bien sûr mondiale). Certes, les aliments à base de protéine végétale prendront une importance de plus en plus grande avec le progrès de la technologie, et les autres produits animaux pourront être aussi disponibles en plus grande quantité. Mais on peut affirmer que dans les dix à quinze ans à venir au moins, il est nécessaire d'élever plus de ruminants. D'autre part, les besoins totaux en céréales, en grains riches en protéines augmenteront également : il semble que des surfaces complémentaires devront être offertes à ces cultures. Il faudra donc produire plus, sur des surfaces plutôt moindres. L'augmentation du niveau de vie des éleveurs et la préservation de l'intérêt du consommateur vont dans le même sens. Produire plus par hectare et par animal en préservant la qualité vaut encore pour le futur.

Le corollaire du besoin grandissant de céréales, pour l'alimentation directe de l'homme et des monogastriques, est que les fourrages doivent constituer l'essentiel de la ration des ruminants seuls aptes à valoriser autre chose que les grains. La valeur marchande de ces grains conduit à la même conclusion, par souci de prix de revient peu élevé dans l'élevage des ruminants. Ceci dit, une complémentation en céréales et protéines ne peut être évitée pour les animaux laitiers à haute production, pour la finition des bêtes à viande en ce qui concerne l'énergie... Une place judicieuse de chaque type d'aliment assurera le succès. La question de savoir quelle sera la vache



gère. Pour obtenir un revenu du même ordre, avec un troupeau à effectif réduit à haute production ou un troupeau moins performant mais avec un nombre de bêtes à l'hectare plus élevé, l'éleveur n'est-il pas conduit dans les deux cas à augmenter quantité et qualité du végétal à l'hectare ?

Au niveau collectif, l'augmentation globale de la demande d'une part et le besoin de maintenir une présence humaine en des régions difficiles d'autre part, et au niveau individuel la recherche d'un moindre prix de revient pour l'alimentation de certains animaux ou à certaines phases de vie, conduisent à intensifier l'utilisation des zones marginales, c'est-à-dire en fait à les réexploiter : pacages d'altitude, parcours... Les recherches engagées en ce sens méritent d'être développées.

Les faits et les augures insistent sur la diminution de disponibilité à bas prix de l'énergie fossile (et même de la quantité utilisable). En conséquence, fumure azotée et effort mécanique doivent être minimisés en quantité et ce qui est utilisé doit être valorisé au mieux. L'utilisation de végétaux pérennes va en ce sens avec, comme complément, des cultures très productives par rapport à la fourniture instantanée d'énergie comme maïs, betterave... Les légumineuses constituent une arme de choix pour l'économie d'azote. Trèfle blanc, trèfle violet et luzerne conviennent à de vastes régions de notre pays. Toute connaissance permettant d'économiser la fumure azotée sera précieuse.

Notre pays et plus encore d'autres de la C.E.E. sont dépendants d'une protéine importée : celle du soja. Dégager une bonne part de ce que consomment les ruminants est bon à prendre : une meilleure utilisation des organes foliaires des fourrages le permet. (La production de M.A.D. de l'ensemble des prairies cultivées, permanentes et temporaires, a été estimée à 3,26 millions de tonnes et le potentiel serait de 13 millions.) Pâturage et ensilage de plantes vertes sont là encore deux formes d'action en ce sens. Pour les autres productions animales, ce sont les pois, féveroles, lupins, cultures de micro-organismes sur résidus, céréales riches en protéines qui peuvent aider à résoudre la difficulté.

Le progrès en matière de législation du travail pour les employés, l'aspiration des propriétaires exploitants vers de moindres contraintes de travail, n'iront à juste titre qu'en augmentant. La recherche doit se préoccuper de solutions simplifiées, moins coûteuses en travail. La pérennité des plantes est un atout à condition que la récolte ne demande pas d'effort répété. La pâture semble là encore un moyen efficace (démonstration a été faite notamment que des troupeaux importants de laitières peuvent être menés ainsi avec peu d'efforts). En tout cas, l'utilisation massive des cultures annuelles pour conserve avec chantiers d'installation fréquents, de récolte certes mécanisés mais demandant un effort ardu et long en fait par suite de la nécessaire entraide entre éleveurs, ne va pas en ce sens. C'est une étape pour élever le niveau de productivité et de technicité, réussir un décolllement financier, ce ne peut être un équilibre.

La sécurité de la production des aliments est une exigence. Complémentarité entre peuplements végétaux permanents, temporaires et annuels d'une part, conserve de l'autre, restent les moyens d'avenir : les rapports dépendent et dépendront du milieu pédo-climatique local, des coûts selon les structures d'exploitation. La protection des cultures contre les parasites et aléas climatiques (irrigation d'appoint) doit être renforcée dans l'avenir.

Mais pour quels agriculteurs de demain doit travailler la recherche ? Actuellement, une minorité utilise immédiatement l'avance technique, précède, pose des questions. Un groupe non négligeable adapte avec un délai de

prudence. Beaucoup encore subissent. Je poserai, sans du tout y répondre, la question de savoir si les techniques proposées sont bien adaptées au point de départ. Le fossé entre les propositions techniques et les réalisations du plus grand nombre est profond malgré le considérable progrès global de l'agriculture. Est-ce uniquement une question de développement ? (Il faut savoir par ailleurs que le peuplement humain se modifie très lentement.)

B. — *En suite logique à ces généralités*, nous pensons que les recherches doivent être axées sur la production et l'utilisation :

- des plantes pérennes : prairie permanente cultivable, prairie temporaire et artificielle, peuplements de parcours et pacages. (La part relative des deux premiers types de production végétale est difficile à cerner pour l'avenir. Nous croyons que souvent ils se complètent en un même lieu, que par l'extension des cultures à grains et la fragilité de certains sols, par l'intérêt des bilans de fumure organique à l'échelle d'une rotation, les cultures de prairies temporaires et artificielles devraient s'étendre tandis que le niveau de soins accordés aux prairies permanentes devrait augmenter considérablement) ;
- des plantes annuelles véritablement complémentaires dans l'ordre d'importance pour conserves, été et quelque peu hiver ;
- des céréales riches en protéines et des grains protéagineux pour assurer une judicieuse complémentation.

Le choix des espèces doit tenir compte en notre pays de l'importance des étés. L'introduction des végétaux nouveaux est encore possible : les brômes du groupe *ceratochloa* (*catharticus*, *sitchensis*, *valdivianus*...) étudiés au fil des ans, adoptés par certains agriculteurs, peuvent incontestablement rendre des services en bien des régions. *Silphium perfoliatum* L. sera-t-il une nouveauté pour ensilage ? Les croisements interspécifiques ray-grass × fétuque élevée travaillés par diverses équipes dans le monde seront-ils opérationnels ? Nous pouvons affirmer que les amphidiploïdes entre fétuques méditerranéennes et européennes le seront dans cinq à six ans. Les types végétaux seront-ils plus différenciés selon l'utilisation ? Pour les graminées (et à un degré moindre les légumineuses) pérennes, la souplesse d'emploi en ensilage et en pâture paraît être une qualité à développer. Par contre, pour les annuelles à vie brève, installées dans une perspective immédiate donc précise, on peut attendre une spécialisation plus grande : maïs-ensilage, ray-grass d'Italie d'hiver. Cependant, des légumineuses pérennes spécialement adaptées à l'association, voire au pâturage, méritent d'être conçues (mais cela demandera du temps).

Ce serait trop dire que des bouleversements en sont attendus mais des améliorations, des facilités en découleront.

Il manque à notre avis une recherche dirigée de « gènes » transformant des caractéristiques importantes de la plante tel que cela est réalisé sur maïs.

Comme nous l'avons souligné, nous pouvons espérer en un raisonnement plus complet des méthodes de sélection et dans certains cas une accélération notable (haploïdisation). Mais il est indispensable d'intensifier les réflexions et expériences visant à intégrer les divers outils.

Les travaux sont en cours pour optimiser les fumures. Nous sommes à une période où une synthèse est nécessaire, comme cela a eu lieu pour rendre les ensilages opérationnels : apports d'azote par coupe, bilan de l'azote dans la prairie, fumure azotée à l'échelle d'une rotation, maîtrise de l'eau en complément. Un « flou » a besoin d'être dissipé.

Le regain des travaux sur l'élevage des animaux en pâture et l'apport en cours sur la valeur des aliments doivent être efficaces à terme proche.

Une technique nouvelle peut s'insérer dans une exploitation sans risquer de détruire un équilibre (un cultivar de dactyle souple d'exploitation par exemple) ou au contraire peut remettre en question le système de production (l'introduction du maïs, de laitières à haut potentiel). L'éleveur a besoin de plus en plus d'organiser globalement son évolution. Les recherches en économie prévisionnelle et les expériences de vérification devraient le permettre.

D'autres évolutions certaines ont été citées au cours du panorama général des recherches. Nous pourrions nous laisser aller à des vues d'avenir séduisantes comme l'apport de micro-organismes fixateurs d'azote sur les racines des graminées, mais il convient de rester dans un avenir accessible.

**P. MANSAT,**

*Directeur de la Station d'Amélioration des Plantes Fourragères  
de Lusignan,  
Institut National de la Recherche Agronomique, France.*

## DISCUSSIONS AYANT SUIVI L'EXPOSÉ DE M. MANSAT

M. COOPER (Royaume-Uni)

*Il existe en France une grande variété de climats et de types d'agriculture herbagère. Jusqu'à quel point une telle variabilité demande-t-elle une régionalisation des travaux de sélection et d'évaluation de la valeur agronomique des variétés, et comment peut-on y répondre pratiquement ?*

M. MANSAT

Les différences entre régions sont plus ou moins prises en compte selon les espèces. Les sélectionneurs de graminées fourragères sont assez bien répartis sur territoire ; par contre, pour la luzerne, les sélectionneurs sont essentiellement dans le Nord et deux seulement au Sud de la Loire. L'adaptation est assez poussée pour la luzerne : type flamand, type Provence ou méditerranéen, type pour marais, résistance plus ou moins grande quant aux parasites. En graminées et trèfle violet, c'est surtout la précocité qui fait l'adaptation régionale : fétuques précoces, voire méditerranéennes capables de pousser en hiver, et bromes pour les zones à hiver doux par exemple, fétuques tardives où il fait plus froid. Pour les choux, des types différents existent selon le niveau de résistance au froid demandé.

Mais un sélectionneur tend à rechercher une adaptation la plus générale possible. Il faut à coup sûr une base de résistance aux parasites assez large.

L'I.N.R.A. utilise le réseau de ses stations pour mesurer la valeur de son matériel en fin de course. Des échanges situés plus tôt dans le déroulement de la sélection vont se développer.

Les études officielles pour inscription au catalogue sont effectuées en 5 à 6 lieux par espèce.

M. MINDERHOUD (Pays-Bas)

*Il existe en France des fermes expérimentales, mais existe-t-il aussi des fermes pilotes où les nouvelles variétés, les nouvelles techniques culturales ou les nouvelles techniques d'utilisation sont proposées aux agriculteurs selon une gestion agricole normale ?*

M. MANSAT

Il y a des fermes d'expérience appartenant à l'I.N.R.A. ou aux Instituts et un certain nombre de fermes expérimentales appartenant aux Etablissements Départementaux de l'Élevage, voire aux lycées agricoles. Des systèmes y sont comparés, des démonstrations faites. Mais il n'y a pas de fermes pilotes à proprement parler. Cependant des éleveurs, conseillés et observés par les organismes de vulgarisation, acceptent de montrer, de servir de témoins. Ils sont heureusement, eux, assez nombreux.

M. CARLIER (Belgique)

*Pensez-vous qu'il y a des perspectives réelles pour la création de types de graminées avec un cycle C 4 ?*

#### M. MANSAT

Les graminées pérennes de nos pays sont en C 3, les transformer en C 4 pour ajouter la pousse estivale paraît un objectif trop ambitieux. C'est un bouleversement du système photosynthétique et des autres phénomènes métaboliques liés qu'il faudrait faire. Par contre, on peut utiliser des plantes d'été en C 4 : maïs, sorgho.

Peut-être M. COOPER peut-il compléter cette réponse, puisque des physiologistes s'activent dans son équipe aux côtés des sélectionneurs.

#### M. COOPER (Royaume-Uni)

Bien qu'elles aient un potentiel de production plus élevé, la plupart des espèces de graminées en C 4 ont, pour pousser, des exigences en température plus grandes que les graminées en C 3. Par conséquent, on ne peut généralement pas les utiliser avec succès en tant que plantes fourragères pérennes en Europe du Nord. Le maïs, bien sûr, est cultivé comme plante d'été jusque dans des pays aussi nordiques que les Pays-Bas et le Sud-Est de l'Angleterre.

#### M. NAUDIN (France)

1° Une question : pourriez-vous, pour le praticien que je suis, préciser rapidement quelles sont les précautions à prendre pour réaliser un bon ensilage de luzerne ou de trèfle violet ?

2° Une suggestion : pour vulgariser cette technique d'ensilage de la luzerne, pourquoi ne pas utiliser les mass-média, comme n'importe quelle lessive ?

#### M. MANSAT

1° L'ensilage de luzerne relève des mêmes techniques que l'ensilage des graminées : coupe en brins courts, tassage, bâche plastique, conservateur. Mais le conservateur est absolument indispensable. Il doit être appliqué à dose plus forte que dans le cas des graminées et il faut veiller à le bien mélanger. Disons que les soins doivent être plus importants que pour un ray-grass d'Italie.

2° Votre suggestion est certainement bonne. Déjà la télévision a été utilisée pour faire passer certains messages sur la culture de l'herbe. Nous transmettrons votre proposition aux services du G.N.I.S. et aux services de vulgarisation.

#### M. WILKINS (Royaume-Uni)

*Nous nous posons, en Angleterre, des questions sur la formule d'intensification de l'élevage dans le Sud-Est. La luzerne peut y être produite. L'ensilage de maïs et l'ensilage de luzerne pourraient fournir des rations intéressantes avec peu de concentré ; la luzerne permettrait de diminuer l'apport d'azote minéral dans le système de production. Pensez-vous que cela puisse être un système intéressant pour cette région ?*

#### M. MANSAT

Il est certain que le système est séduisant : peu de concentré, moins de fertilisation. Mais il y a des investissements importants pour la conserve, de la mécanisation pour toute l'année. En fait, seule une étude économique permettrait de répondre. Il y a 4 ou 5 ans, en Poitou, pour 70 laitières, un système maïs

intégral était intéressant. Actuellement, il n'est plus avantageux par rapport à d'autres. En tout cas, en France, où les étables sont petites, cela ne doit pas être avantageux dans la plupart des cas. En est-il de même avec des troupeaux importants comme les vôtres (vous avez les plus gros troupeaux d'Europe en moyenne), cela est à voir mais paraît douteux dans vos conditions climatiques. En d'autres régions d'Europe, ce système serait peut-être intéressant. J'ai beaucoup confiance dans les progrès du calcul économique pour nous éclairer face à de telles questions, sans être obligé de faire appel à des expérimentations lourdes et longues.

Mais l'intensification avec la luzerne ne suppose pas forcément la conserve : en Poitou, des troupeaux à 5.500 kg de moyenne utilisent des associations luzerne-dactyle pâturées, ou sorgho et luzerne pâturés séparément en été et foin de luzerne de haute qualité en hiver. La sélection devrait pouvoir aider à une plus large utilisation sous cette forme dans le futur.

M. MALLET (France)

*J'apporterai une réponse complémentaire à la question posée par M. WILKINS sur un type de ration uniforme en conserve intégrale.*

*Le travail de programmation linéaire réalisé au Lycée Agricole du Robillard (Calvados) a introduit le système de ration uniforme en conserve intégrale.*

*Les premiers résultats confirment les indications données par M. MAN-SAT. Ce système ne donne pas de bons résultats économiques. Cependant, il faut préciser que, parmi les rations introduites dans ce système, c'est la ration ensilage de maïs et ensilage de luzerne qui donne les meilleurs résultats.*