

*APERÇU DES RECHERCHES FOURRAGÈRES
EN COURS DANS LES PAYS
TEMPÉRÉS ET MÉDITERRANÉENS*

**D'APRES LES COMMUNICATIONS PRESENTEES
AU XI^e CONGRES INTERNATIONAL DES HERBAGES**

LES CONGRES INTERNATIONAUX DES HERBAGES, QUI SE TIENNENT EN PRINCIPE TOUS LES QUATRE ANS, PERMETTENT DE FAIRE LE POINT DES RECHERCHES EFFECTUEES dans le monde entier sur l'amélioration des productions fourragères et sur l'efficience de leur transformation en produits animaux. Ils sont aussi l'occasion, pour les chercheurs de tous les pays, de se rencontrer et d'établir des relations personnelles d'un grand intérêt.

Le fait que le XI^e Congrès se soit tenu en Australie, à Surfers Paradise (Queensland), en avril 1970, a sans doute été favorable à la réunion d'un plus grand nombre de délégués des pays tropicaux que ce ne fut le cas pour les Congrès précédents, et nos camarades travaillant au Centre de Recherches des Antilles françaises et de la Guyane, qui représentaient l'I.N.R.A., ont pu s'en réjouir à juste titre.

L'absence totale de chercheurs français représentant la métropole fut, cependant, vivement ressentie, et ceci d'autant plus que les délégations des pays tempérés de l'hémisphère Nord étaient particulièrement importantes : 72 chercheurs des U.S.A., 15 du Canada, 24 du Royaume-Uni, 8 du Japon, 13 d'U.R.S.S., 5 d'Allemagne de l'Ouest, 5 des Pays-Bas...

Le nombre des communications concernant les zones tempérées (y compris la zone méditerranéenne) atteignit 135 pour les seules productions végétales, plus 42 exposés relatifs aux aspects zootecniques, alors que les travaux concernant les pays tropicaux totalisaient respectivement 75 et 18 exposés.

Dans l'ensemble des travaux présentés, il faut préciser toutefois que le pays invitant, à savoir l'Australie, s'était réservé une place de choix (116 exposés sur 275). Ceci est incontestablement le reflet de l'intense activité déployée par l'Australie dans le domaine des Recherches Agronomiques, et tout particulièrement des sciences appliquées à l'élevage, première industrie de ce continent. Parmi ces résultats de travaux australiens, 73 textes, soit des deux tiers, étaient relatifs aux zones tempérées de climat méditerranéen de ce pays, où se trouve en fait concentrée la plus grande partie des effectifs bovins et ovins.

Le déroulement des travaux du Congrès présenta une originalité qui mérite d'être signalée : lors de chacune des séances des sections spécialisées, d'une durée rigoureusement limitée à une heure et demie, cinq communications furent présentées en moyenne, brièvement résumées par leurs auteurs pendant la première demi-heure : ceci permit de consacrer le maximum de temps, soit une heure, à des discussions entre les auditeurs et les auteurs. Afin d'être rendues le plus vivantes et spontanées possible, ces discussions ne firent l'objet ni de notes, ni d'enregistrements. Autrement dit, l'accent fut porté avant tout sur les contacts personnels entre spécialistes, au détriment sans doute des absents... et de ceux qui ne possédaient pas parfaitement l'usage de la langue anglaise, puisque aucune traduction ne fut assurée en aucune autre langue.

Précisons à ce propos que les textes des communications, sous forme d'un livre broché, parvinrent à l'ensemble des congressistes un mois avant le début du Congrès. Le rapport définitif, qui comprendra également les conférences présentées en séances plénières, paraîtra en 1971.

A titre expérimental, quelques sections fonctionnèrent avec un rapporteur unique, présentant de façon synthétique les quatre à six communications de la séance de travail, en la présence des auteurs chargés ensuite de répondre aux questions posées par l'assistance. Cette méthode fut particulièrement appréciée parmi les délégations anglo-saxonnes.

En complément des analyses présentées par MM. CHENOST et SALETTE sur les aspects zootechniques et tropicaux de ce XI^e Congrès, nous tenterons de faire un rapide inventaire des communications concernant les productions fourragères dans les pays tempérés et méditerranéens, en les classant selon les titres des six sections relatives aux aspects plus particulièrement végétaux.

Pâturages et parcours naturels.

Le nombre des contributions « tempérées » s'inscrivant sous ce titre s'élève à dix-neuf, parmi lesquelles huit proviennent des U.S.A. et cinq de l'Australie. En fait, il s'agit en général d'études effectuées dans des pays disposant de très grandes régions inexploitées ou sous-exploitées, dans lesquelles les gouvernements s'efforcent :

- ou bien d'accroître, autant que faire se peut, les très faibles ressources fourragères naturelles pour y développer un élevage de type extensif ;
- ou bien de défendre un équilibre dans le cadre d'un « écosystème » où les activités d'élevage ne sont que secondaires par rapport à la conservation de la nature et notamment des espèces animales sauvages.

On retrouve le premier type de préoccupations aux Indes, dans le Moyen-Orient et en U.R.S.S. Les études présentées sont ou bien descriptives : étude des équilibres floristiques au sol ou par photographies aériennes (3, 18, 19), estimation des capacités de production de certaines plantes dominantes herbacées (*Astrelba*) ou buissonnantes (*Kochia*, *Atriplex*) (9, 11), constatation de la diminution de valeur alimentaire des espèces naturelles avec l'âge des repousses (17), ou bien expérimentales, en faisant varier essentiellement le chargement en animaux ou les périodes de présence de ces animaux et en étudiant les variations qui en résultent dans la composition de la flore donc dans son niveau de production (6, 7, 10, 12), en favorisant les meilleures espèces (14) ou en détruisant les moins bonnes par épandages aériens d'herbicides sélectifs (8).

Le second objectif, à savoir la protection de la nature, devient de plus en plus important aux Etats-Unis, où le développement des loisirs l'emporte désormais sur le besoin d'accroître les ressources alimentaires. Toutefois, le maintien de zones couvertes d'herbe correctement exploitées soit par des animaux sauvages (cervidés), soit par des bovins, reste une garantie contre les risques d'incendie notamment. Aussi les services forestiers se préoccupent-

ils de la mise au point d'écosystèmes intégrant le pâturage, soit dans des zones servant de pare-feu, soit dans les surfaces boisées elles-mêmes (1, 2, 4). Inversement, le retrait du bétail à certaines périodes où les ressources diminuent est favorable tant à la forêt qu'à la reprise de la végétation herbacée (15).

En Australie, les deux types de préoccupations se superposent, le développement de l'élevage restant à l'ordre du jour tant dans les zones arides que dans les régions les plus favorables du Sud-Est. Le rôle protecteur d'une végétation correctement exploitée dans la lutte contre l'érosion y reste essentiel (5). Une méthodologie précise est proposée, faisant appel d'une part à des comptages floristiques dans des quadrats permanents et, d'autre part, à des estimations de plantes sélectivement consommées par des brebis munies de fistules œsophagiennes (13).

Introduction d'espèces semées dans les parcours.

La modification de la flore naturelle, voire son remplacement total au profit d'espèces choisies à la fois pour leur meilleure production et leur capacité de survivre en conditions difficiles, ou de se ressemer naturellement, reste une préoccupation des chercheurs américains, australiens et néo-zélandais.

Les techniques d'établissement de ces espèces sur de grands espaces aux moindres frais, c'est-à-dire avec le minimum d'interventions, ont fait de sérieux progrès aux U.S.A. comme en Nouvelle-Zélande, par le choix des meilleures dates de semis en fonction des exigences des espèces (21), et surtout, lorsqu'il s'agit d'installer certaines d'entre elles (dactyle ou ray-grass anglais, luzerne ou lotier) dans des gazons en place, par l'utilisation du paraquat sur toute la surface ou seulement en bandes (22, 24, 25). Des traitements de pré-germination des semences sont appliqués avec succès dans l'Ouest des Etats-Unis. Humidifiées pendant cinquante à soixante heures à la température de 17°, puis séchées et remises en sacs, les semences germent beaucoup plus rapidement lorsqu'elles sont utilisées dans des terres préparées sommairement ou sous des climats difficiles : la pénétration des jeunes racines et la sortie des premières feuilles sont beaucoup plus rapides, et la période critique d'installation fortement raccourcie, donc les chances de bon établissement sérieusement accrues (23).

34 Les conditions dans lesquelles les semis par avion ont les meilleures chances de réussir sont également étudiées en Australie. Le succès de l'établis-

sement est évidemment fonction du maintien en surface de quelques disponibilités en eau. La présence d'une végétation en place est un facteur favorable, soit qu'on la maintienne en vie si elle n'est pas trop compétitive, soit qu'on la détruise lors du semis par épandages d'herbicides afin d'assurer une couverture de matière organique. Dans ces conditions, le trèfle souterrain s'installe plus facilement que la luzerne, le ray-grass anglais mieux que le phalaris (106).

Le mécanisme d'enfouissement naturel des graines de trèfle souterrain fait l'objet d'études très précises en Australie (20). L'emploi de cette espèce est expérimenté au Japon, où l'on a constaté qu'elle durait plus longtemps que le trèfle Ladino dans les associations avec des graminées telles que le dactyle, et ceci même dans des régions montagneuses à précipitations estivales accentuées (28).

La recherche d'espèces tolérantes au sel est poursuivie dans le Victoria (Sud de l'Australie) où des résultats satisfaisants ont été enregistrés avec *Puccinellia ciliata* en situations inondables, *Agropyrum elongatum* et *Lolium rigidum* en zones sèches avec accumulation de sel en surface. La technique du « mulching » s'est révélée intéressante pour l'établissement de ces espèces en conditions humides (26). En Californie, l'intérêt de plusieurs espèces du genre *Atriplex* a été mis en évidence sur sols salés et très secs. Une méthode a été mise au point, qui permet de substituer aux taillis qui recouvrent plusieurs millions d'hectares de cette région des prairies comportant certaines graminées vivaces associées à des espèces se ressemant naturellement, telles que *Lolium rigidum*, *Trifolium hirtum* et *Trifolium subterraneum*, éventuellement semées par avion (29).

Amélioration des plantes et production des semences.

La majorité des communications relatives à l'amélioration des plantes fourragères des pays tempérés et méditerranéens a porté sur les espèces présentant une bonne résistance à la sécheresse : luzerne, trèfle souterrain, dactyle, fétuque élevée, phalaris. Seules exceptions : le trèfle violet et le lotier velu, à propos desquels les sélectionneurs de la « Grassland Division » de Nouvelle-Zélande ont fait état de leurs travaux d'hybridation entre les variétés néo-zélandaises et des introductions d'origine méditerranéenne apportant une meilleure capacité de production en saison fraîche (32, 47).

La luzerne fit à elle seule l'objet de cinq exposés, dont deux résultats de travaux américains mettant l'accent sur l'importance d'une meilleure résistance à l'ensemble des maladies et parasites, qui entraîne non seulement une amélioration des rendements et une meilleure pérennité, mais une réduction de la teneur en substances œstrogènes (43, 45). On insiste plus particulièrement en Australie sur l'intérêt des types rampants ou à rhizomes qui persistent plus longtemps aussi bien en climat tempéré que sub-tropical (42). Des chercheurs roumains, de leur côté, montrent que la sélection de types adaptés à la culture irriguée, possédant une plus grande rapidité de repousse, ne peut se faire qu'en conditions réelles d'irrigation qui, seules, font apparaître une variabilité en la matière (46). Enfin, des recherches poursuivies au Canada mettent en évidence une grande variabilité des teneurs de la luzerne en différents éléments : N, P, K, Ca, Mg, S, ainsi que des caractères morphologiques. Par contre, aucune différence n'est apparue entre les digestibilités *in vitro* des feuilles ni entre les teneurs des tiges en extrait soluble à l'éther (44).

La sélection du trèfle souterrain, très avancée en Australie, se poursuit par la recherche de types de différentes précocités dont les teneurs en substances œstrogènes soient nettement inférieures à celles des anciennes variétés. En effet, les accidents de stérilité chez les brebis constatés depuis 1946 à la suite de l'extension considérable de l'emploi du trèfle souterrain n'ont pas conduit les éleveurs à rejeter cette espèce jugée irremplaçable dans toute la zone de climat méditerranéen : dans la seule région du Sud-Ouest où ce trèfle couvre aujourd'hui 5 millions d'hectares, son utilisation s'accroît au rythme de 400.000 hectares par an. La sélection a d'ores et déjà permis de créer des variétés à faible teneur en isoflavone, substance reconnue responsable des accidents de stérilité (36). Le Portugal et Israël s'intéressent également à l'utilisation du trèfle souterrain. Des programmes d'amélioration à partir d'écotypes locaux ou d'autres pays du pourtour méditerranéen y sont entrepris (31, 34).

Une luzerne annuelle, *Medicago trunculata*, est également utilisée dans la région d'Adélaïde (Australie du Sud). Elle est bien adaptée aux sols calcaires de cette région et des études de variabilité après introduction d'écotypes de nombreux pays méditerranéens préludent à un programme de sélection (30).

les très grandes potentialités de la fétuque élevée, et la possibilité de parvenir à des améliorations sensibles de digestibilité, de rendement global et de pousse à contre-saison (35). Aux U.S.A., le *Phalaris arundinacea* est sélectionné pour accroître son acceptabilité (33). Enfin, en Australie du Sud, le dactyle est l'objet de travaux originaux au Waite Institute d'Adelaïde (48). Le croisement de variétés d'Europe du Nord (Aberystwyth) et d'écotypes méditerranéens a permis de réunir, sur les mêmes plantes, les avantages de pousse estivale et de pousse hivernale des deux types. En seconde génération, cette réunion de caractères semble se maintenir et on envisage la production commerciale des semences hybrides F 2.

Sur un plan plus général, les techniques de sélection ont fait l'objet d'un certain nombre d'exposés. Les chercheurs américains du Centre fédéral de Beltsville ont présenté leurs travaux sur l'apomixie d'une part, et sur une méthode permettant d'accroître la capacité de photosynthèse des plantes à partir de caractères morphologiques (37, 38). L'amélioration de la valeur nutritive du *Phalaris tuberosa* pose un certain nombre de problèmes fondamentaux qui, selon les Néo-Zélandais, ne semblent pas avoir reçu de solution. Les interactions entre le génotype et le stade de croissance d'une part, entre le génotype et le milieu d'autre part rendent cette approche difficile (39). Une étude sur une méthode originale de conservation du pollen des graminées a été menée à bien en Allemagne Fédérale (41). Enfin, l'équipe française de Lusignan a présenté les résultats d'une étude critique des effets de l'inbreeding sur la valeur des variétés synthétiques ou hybrides que l'on peut réaliser à partir des lignées autofécondées, et sur le maintien de la vigueur hybride à travers les générations successives (40).

Les communications relatives à la production des semences n'apportèrent aucun élément nouveau. Elles reflètent les tentatives de mise au point des techniques spéciales de cette production, dont on constate qu'elles doivent être différentes des techniques de production fourragère, dans des pays tels que l'Australie et le Japon (49, 53, 54), ou la bonne maîtrise de ces techniques aux U.S.A. (50). Un chercheur allemand a cru devoir faire état d'une baisse de production fourragère de 2 % (en matière verte) entre les trèfles violets produits en Allemagne (génération des semences de base) et la génération suivante multipliée en France (semences certifiées). Cette différence n'apparaîtrait pas dans le cas des luzernes allemandes multipliées en Californie (51).

Nutrition des plantes fourragères et fertilité du sol.

Ce chapitre correspond au thème de recherches le plus développé en Australie et en Nouvelle-Zélande. Ces deux pays ont en effet présenté 22 exposés sur les 32 que comportait la Section au titre des pays tempérés. Les U.S.A. les suivent de loin avec 4 exposés, l'Angleterre et l'U.R.S.S. 2, la Tchécoslovaquie et le Japon un seul. Si les pays de l'Est poursuivent leur découverte des effets bénéfiques de l'azote sur les graminées (71, 73, 74), l'étude de la forme ammoniacale anhydre et de l'urée retient l'attention des Anglais et des Américains, ainsi que, pour ces derniers, l'emploi du soufre sous différentes formes (68, 75, 76). Au Wisconsin, une thèse d'un chercheur irlandais sur l'évolution des teneurs en azote d'un brome inerme soumis à des fumures azotées croissantes a mis en évidence des réductions significatives de ces teneurs lorsqu'une fumure phosphatée était apportée, ou par augmentation de la fumure potassique (72). Au Japon, des chercheurs de l'Université d'Okkaido insistent également sur l'importance des fumures phospho-potassiques sur les associations fléole-trèfle violet et dactyle-trèfle Ladino (65).

Peu de travaux australiens et néo-zélandais concernent l'emploi des fumures azotées et potassiques sur prairies. Par contre, l'emploi du superphosphate est généralisé depuis longtemps en Australie, et l'on se préoccupe encore d'améliorer la disponibilité des éléments qu'il contient (P et S) pour les plantes prairiales, soit par un ajustement de la taille des particules (mouture plus ou moins fine), soit en l'enrichissant en S avec des sulfures (69, 70). D'une façon générale, l'application de soufre est aujourd'hui une préoccupation dominante en Australie : des études sur ce thème sont poursuivies par le C.S.I.R.O. en différentes régions, portant sur le choix des formes d'engrais en fonction de la nature du sol (67) et en fonction des éléments dominants de la flore, le trèfle souterrain étant le plus fréquent (59). Les teneurs en calcium du sol sont également étudiées en relation avec le développement et la persistance du trèfle souterrain et de *Medicago trunculata* (64, 66). Les déficiences en autres minéraux (P, K, Mg, S) et oligoéléments sont analysées dans leurs conséquences sur l'activité photosynthétique et la surface foliaire du trèfle, ainsi que sur la nutrition des animaux (61, 62, 63). Six communications, émanant toutes d'Australie et de Nouvelle-Zélande, portent sur les techniques d'analyse permettant de détecter ces déficiences minérales, soit sur les plantes elles-mêmes, soit sur le profil du sol prospecté par les racines (55 à 60).

En l'absence de travaux très avancés concernant l'emploi de l'azote des engrais sur une végétation d'ailleurs dominée par les légumineuses, il est normal d'assister à la présentation de nombreux résultats de recherches sur l'action de ces légumineuses dans la fixation de l'azote de l'air, sur les moyens d'améliorer cette fixation en favorisant la formation des nodosités, sur une connaissance plus précise des espèces et souches de *Rhizobium* et sur leur répartition en fonction des sols et autres facteurs du milieu (78, 79). L'action du carbonate de chaux dans le cas des sols acides est étudiée de façon critique tant en Australie qu'en Nouvelle-Zélande. Elle se traduit de façons différentes selon les espèces fourragères cultivées (77, 80).

Enfin, quatre communications australiennes traitent de l'accumulation de l'azote organique sur les prairies temporaires de plus ou moins longue durée, et des possibilités de minéralisation et d'évolution des formes de cet azote. L'action favorable des vers de terre est confirmée, alors que les épandages de gypse semblent avoir une action dépressive en sols lourds irrigués, par accroissement du lessivage de l'azote résultant de la meilleure pénétration de l'eau (82, 83, 84, 86).

Physiologie des plantes fourragères.

L'étude de l'influence de chacun des facteurs du milieu sur la croissance des plantes fourragères se développe dans un certain nombre de pays disposant d'équipements adéquats (chambres climatiques).

En Australie, par exemple, les effets de l'humidité sont abordés de plusieurs façons, pour pouvoir prédire les périodes de croissance et d'arrêt de végétation à partir des caractéristiques du sol et des chiffres de précipitations, ou bien par l'emploi des formules d'évapotranspiration potentielle (87, 89). Un travail néo-zélandais a permis d'estimer, dans une région déterminée, quel est le déficit optimum en eau du sol (4,5 cm) auquel il convient d'irriguer une association ray-grass anglais-trèfle souterrain (88).

Les effets de la température et de la lumière sur la croissance des plantes firent principalement l'objet d'exposés américains. La fléole et le pâturin des prés sont plus affectés par des régimes à températures élevées que le dactyle et le brome inerme : ceci apparaît lié aux teneurs respectives de ces plantes en ARN et en ADN (90). La luzerne, cultivée à deux régimes

différents de température, présente des teneurs plus fortes en protéines brutes aux températures élevées, même lorsqu'on respecte un même stade végétatif pour la détermination des dates de coupes sous les différents régimes. Il en va de même avec des graminées : fléole et brome inerme, alors que leurs teneurs en sucres solubles sont plus élevées aux températures les plus faibles (92, 93).

On a pu déterminer, en Nouvelle-Zélande, toujours grâce aux travaux menés en chambres climatiques, pourquoi un brome (*Bromus unioloides*) poussait mieux qu'un ray-grass en saison fraîche. Il s'agit d'une meilleure adaptation, non pas aux faibles températures, mais aux faibles intensités lumineuses résultant d'un port plus érigé qui permet à la lumière de mieux pénétrer dans la masse végétale en peuplement dense (91).

L'activité photosynthétique et les pertes de la respiration sont influencées par le niveau des réserves hydrocarbonées de la plante. Une étude hollandaise, effectuée sur ray-grass anglais, montre que cette influence s'exerce de façon différente selon que la plante est intacte ou repousse après une coupe (94). C'est également sur le ray-grass anglais que les physiologistes d'Aberystwyth (G.-B.) ont pu mettre en évidence des variations sensibles du taux de photosynthèse entre plantes de différentes origines, aussi bien aux approches de la saturation de la lumière que lorsque celle-ci est de faible intensité. Il s'agit de caractères héréditaires, sur lesquels le sélectionneur peut donc travailler pour aboutir à la création de variétés plus productives sous différents types d'ensoleillement ; mais les suppléments de rendement ne pourront évidemment se manifester que si l'eau et les éléments nutritifs ne sont pas des facteurs limitants (95).

Deux études australiennes portent également sur la photosynthèse. L'une, constatant que la production de matière sèche pour une même quantité d'eau perdue par la transpiration est bien plus importante chez les graminées tropicales que chez les graminées tempérées, suggère une extension de l'emploi des premières dans des zones de latitude intermédiaire (96). L'autre concerne le ray-grass « Wimmera » (*Lolium rigidum*), espèce annuelle très utilisée dans le Sud de l'Australie (97).

L'effet de coupes plus ou moins fréquentes sur différentes espèces méditerranéennes fait l'objet de travaux en Californie (100) et en Australie (98). Sur graminées tempérées, le seul travail présenté provient de la Station de Lusignan, où l'effet du « primage » (première coupe des plantes avant l'élon-

gation de l'apex) a été étudié : il se traduit par une diminution de la quantité totale de matière sèche, mais par une augmentation de la quantité de protéines brutes digestibles produites dans l'année. Par ailleurs, une réaction différente des espèces au système d'exploitation a pu être mise en évidence : le maximum de production de matière sèche est obtenu du dactyle et de la fétuque avec des coupes à la floraison, alors que pour le ray-grass d'Italie l'avantage est en faveur des coupes à la montaison (avant épiaison) (99).

L'influence du niveau des réserves accumulées à la base des plantes et de la nature de ces réserves sur la repousse et la persistance de la luzerne a été étudiée en Australie et au Canada (101, 102, 103), ainsi que sur la fléole au Canada. Pour cette dernière espèce, un niveau élevé de réserves azotées dans la base des plantes en hiver est un facteur de meilleure repousse au printemps, et ceci peut être atteint par épandage d'une partie de la fumure azotée à l'automne (105).

Des études conduites en Espagne n'ont pas permis d'établir une corrélation entre l'adaptation de certains écotypes de *Phalaris tuberosa* aux conditions de la région de Madrid, et divers caractères morphologiques des plantes et racines (104).

Production fourragère et écologie.

Les facteurs écologiques affectant la production et la persistance des espèces fourragères ont fait l'objet de huit communications, dont cinq émanent des stations de recherches australiennes. L'intérêt de l'emploi de certaines céréales fourragères, en particulier l'avoine, est démontré pour la zone fraîche du Sud de l'Australie, où la production de prairies faiblit en hiver (110). L'extension de l'emploi de la luzerne vers des zones sèches de climat subtropical est possible. L'association de cette légumineuse aux graminées déjà utilisées améliore notablement le rendement de la prairie, ainsi que la teneur en azote du sol (109). L'influence du système d'exploitation : rotation ou pâturage continu, en relation avec le chargement en animaux est très importante sur la luzerne : dans une expérience menée en Australie du Sud, celle-ci n'a pas persisté au-delà de deux bêtes à l'hectare en pâturage libre, alors qu'avec un système de rotation à six parcs, elle a pu survivre à un chargement de quatre bêtes à l'hectare (115). Aux U.S.A. également, on a pu mettre en évidence que la fréquence des coupes de la luzerne est beaucoup plus

importante pour son maintien en bon état de production que le niveau de fertilisation qui lui est appliqué : trente-cinq à quarante jours entre les coupes semblent représenter un optimum (116).

Dans l'Alabama, les techniques d'exploitation du *Phalaris tuberosa* ont été étudiées en vue d'accroître sa production hivernale, jugée supérieure à celle du *Phalaris arundinacea* et à celle de la Fétuque élevée (112).

L'effet nocif du piétinement des animaux sur la prairie est étudié plus particulièrement en Nouvelle-Zélande, pays humide. Toutefois, il est précisé que les problèmes n'apparaissent que rarement aux chargements de deux vaches à l'hectare, ou de quinze brebis à l'hectare, considérés comme faibles à modérés dans ce pays (111). L'effet de l'intensité de pâturage est également étudié en Australie sur différentes graminées : comparant les densités moyenne et forte de dix-neuf et trente-huit brebis à l'hectare, les expérimentateurs montrent que le Phalaris, puis la fétuque élevée, supportent mieux les forts chargements que le dactyle et le ray-grass anglais, pratiquement éliminés dans les deux cas (113).

L'évolution de la composition botanique de prairies semées ou naturelles en fonction des systèmes d'exploitation et de la fumure a été étudiée en Australie et dans les pays de l'Est. En Tchécoslovaquie, par exemple, on a constaté que l'application de fumures ne permettait pas d'éliminer le Nard dans les prairies où cette espèce dominait, alors que les techniques de ressemis, même sans labour sous le piétinement intensif des animaux, donnaient de bons résultats, à condition qu'une fumure correcte soit apportée (48). En U.R.S.S. par contre (Esthonie), sur des prairies naturelles ne comportant que des espèces médiocres, des fumures à doses croissantes (jusqu'à 480 N, 120 P, 120 K) appliquées sur de longues périodes, ont permis, dans les meilleurs cas, de parvenir à une flore dans laquelle dominèrent la fléole et la fétuque des prés. Des fumures moyennes (120 N) ont permis de ramener des dactyles vieux de trente ans à une dominance de 76 % dans le peuplement (19). Le dactyle a réagi favorablement à l'apport de cuivre dans des terres carencées (120).

Les phénomènes de compétition entre espèces différentes ont fait l'objet d'études dans des pays variés. En Nouvelle-Zélande, l'association ray-grass hybride - ray-grass anglais, largement utilisée, ne semble trouver de justification réelle que dans les cas d'hétérogénéité marquée du terrain. En système intensif, et là où le ray-grass hybride se développe bien, le ray-grass anglais disparaît

rapidement (121). Une étude française très avancée aborde le problème des relations « sociales » entre sept espèces différentes, et ceci selon quatre modèles différents (122). Aux U.S.A., une étude écologique a été menée sur les hauts plateaux du Colorado, en agissant sur l'équilibre de la flore par des applications de désherbant, d'engrais ou d'eau (123). Enfin, du Canada provient la seule publication concernant la compétition intraspécifique (124).

Pour terminer ce tour d'horizon sur les études fourragères menées récemment dans les pays tempérés, signalons enfin, toujours dans le cadre des études écologiques, quatre communications australiennes ou néo-zélandaises abordant le contrôle des ronces et des chardons dans les herbages australiens (125, 127), celui des scarabées, toujours sur le plan d'une méthodologie s'appuyant sur l'étude de l'écosystème global (126), enfin l'influence des attaques de rouilles sur ray-grass anglais et hybrides en Nouvelle-Zélande, entraînant parfois une réduction draconienne du pourcentage de couverture du sol par ces graminées... au profit du trèfle blanc (128).

Conclusions.

Il serait exagéré de chercher à caractériser l'ensemble des recherches fourragères conduites dans chacun des pays participants par les seules communications présentées à un Congrès International des Herbages. Dans le cas particulier de ce XI^e Congrès notamment, l'annonce faite longtemps à l'avance par les organisateurs de l'impossibilité dans laquelle seraient mis les auteurs de faire présenter leurs travaux s'ils n'envisageaient pas d'assister personnellement aux séances, a sans doute retenu nombre de chercheurs, notamment français. Elle a, par contre, favorisé les publications australiennes et néo-zélandaises, comme nous l'avons vu, ce qui permet de se faire une idée valable des orientations données aux recherches fourragères dans ces deux pays.

Tout d'abord, il apparaît à travers ces publications, comme à la visite des nombreuses Stations disséminées à travers l'Australie méridionale, que les recherches agronomiques entendent rester au service des éleveurs en aboutissant rapidement à des solutions simples, applicables par le plus grand nombre, et ceci dans les conditions économiques du présent. La fourniture de produits animaux à bas prix, tant aux consommateurs du pays que pour la conquête de nouveaux marchés extérieurs, reste l'élément dominant de la

les pays d'élevage où l'herbe est bien à sa place laissera économiquement peu de chances au développement de ces produits artificiels. Toutefois, s'il fallait en venir un jour, sous la pression démographique, à développer une alimentation protéique dérivée directement des végétaux, l'auteur affirme que, dans les conditions des pays tempérés, l'extraction de 40 % des protéines fournies annuellement par une prairie donnant un rendement de 13,5 t/ha de matière sèche et la distribution des résidus aux ruminants procureraient au total un rendement en protéines consommables par l'homme au moins équivalent à celui du soja. Mais il s'agit là de vues d'avenir, dont l'aboutissement nécessiterait le développement de toute une technologie, encore loin d'être au point.

D'ici là, la marge de progrès dont disposent encore les pays tempérés pour tirer un meilleur parti de leurs surfaces en herbe est telle qu'elle justifie largement le maintien de ce transformateur « de luxe » qu'est le ruminant.

R. DESROCHES,

*Bureau d'Etude et de Diffusion
des Techniques Fourragères.*

*LISTE DES COMMUNICATIONS RELATIVES A LA PRODUCTION FOURRAGERE
EN PAYS TEMPERES*

présentées au XI^e Congrès International des Herbages ()*

- (1) BURCHAM L.T. : « Post-Fire succession and phenology in Sierran pine forests ».
- (2) CLIFF E.P. « The ecology of native vegetation ».
- (3) GUPTA R.K. and NANDA P.C. : « Grassland types and their ecological succession in the western Himalayas ».
- (4) MERTON LOVE R. : « Better watershed management ».
- (5) MARSHALL John K. : « Assessing the protective role of shrub-dominated rangeland vegetation against soil erosion by wind ».
- (6) CLARK Martin S. : « Vegetation changes on semi-desert range during 10 years of summer, winter, and year-long grazing by cattle ».
- (7) KENNETH Pearse C. : Range deterioration in the Middle-East ».
- (8) CARLTON H., ERBEL H. and GOULD Walter L. : « Control of mesquite, creosote bush and tarbush on arid rangelands of the southwestern United States ».
- (9) JOZWIK F.X., NICHOLLS A.O. and PERRY R.A. : « Studies on the Mitchell grasses (*Astreba* F. Muell) ».
- (10) LAYCOCK William A. : « The effects of spring and fall grazing on sagebrush/grass ranges in eastern Idaho ».
- (11) LEIGH J.H., WILSON A.D. and WILLIAMS O.B. : « An assessment of the value of three perennial chenopodiaceous shrubs for wool production of sheep grazing semi-arid pastures ».
- (12) NAVEH Z. : « Effect of integrated ecosystem management of productivity of a degraded Mediterranean hill pasture in Israel ».
- (13) PERRY R.A. : « The effects on grass and browse production of various treatments on a mulga community in central Australia ».
- (14) SHAMSUTDINOV Z. : « Creation of permanent pastures in the Uzbekistan desert zone ».

- (15) SKOVLIN John M. and HARRIS Robert W. : « Management of conifer woodland grazing resources for cattle, deer and elk ».
- (16) WILLIAMS O.B. : « Longevity and survival of some dietary constituents in a natural semi-arid grassland grazed by sheep ».
- (17) HAN I.K., KIM R.A. and PARK S.H. : « Seasonal changes of chemical composition and of dry matter digestibility of Korean native herbage plants ».
- (18) DRISCOLL Richard S., REPERT Jack N., HELLER Robert C. and CARNEGIE David M. : « Identification and measurement of herbland and shrubland vegetation from large scale aerial colour photographs ».
- (19) BLAIR Rains A. : « The evaluation of African rangeland using aerial photograph ».
- (20) BARLEY K.P. and ENGLAND P.J. : « Mechanics of burr burial by subterranean clover ».
- (21) CORNELIUS D.R. and BURMA G.D. : « Seeding and seedbed ridging to improve dry grazing land in central California ».
- (22) CULLEN N.A. : « The effect of grazing, time of sowing, fertilizer and paraquat on the germination and survival of oversown grasses and clovers ».
- (23) WESLEY Keller, BLEAK Alvin T. and HANSON A.A. : « Preplanting seed treatment may reduce failures in range seeding ».
- (24) VAN KEUREN R.W. and TRIPLETT G.B. : « Seeding legumes into established grass swards ».
- (25) WHITE J.G.H. : « Establishment of lucerne (*Medicago sativa* L.) in uncultivated country by sod-seeding and oversowing ».
- (26) ZALLAR S. and MITCHELL A. : « Pasture species for non-irrigated salt-affected land ».
- (27) GOODIN J.R. and McKELL C.M. : « *Atriplex* spp. as a potential forage crop in marginal agricultural areas ».
- (28) YAMADA Toyokasu and WATANABE Kamehiko : « Usefulness of sub clover for improving low-production swards in Japan ».
- (29) BURMA George D. : « Controlling brush and converting to grass ».
- (30) CRAWFORD E.J. : « Variability in a large Mediterranean collection of introduced lines of *Medicago truncatula* Gaertn ».
- (31) KATZNELSON J. : « Edaphic factors in the distribution of subterranean clover in the Mediterranean region ».
- (32) ANDERSON L.B. : « The utilization of a Moroccan ecotype and its hybrids with « Grasslands Hamua » in the improvement of red clover (*Trifolium pratense* L.) ».
- (33) BARNES R.F., NYQUIST W.E. and PICKETT R.C. : « Variation in acceptability and covariation with agronomic characters in *Phalaris arundinacea* L. ».
- (34) CRESPO D.G. : « Some agronomic aspects of selecting subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) from Portuguese ecotypes ».

- (35) FRAME J., HUNT J.V. and HARKESS R.D. : « Potentiality studies of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb).
- (36) FRANCIS C.M., GLADSTONES J.S. and STERN W.R. : « Selection of new subterranean clover cultivars in southwestern Australia ».
- (37) BASHAW E.C., HOVIN A.W. and HOLT E.C. : « Apomixis, its evolutionary significance and utilization in plant breeding ».
- (38) CARLSON G.E., HART Richard H., HANSON C.H. and PEARCE R.B. : « Overcoming barriers to higher forage yields through breeding for physiological and morphological characteristics ».
- (39) CLEMENTS R.J. : « Problems of breeding pasture plants for improved herbage nutritive value ».
- (40) GALLAIS A., GUY P. and LENOBLE M. : « Models for varieties in cross-fertilized forage plants ».
- (41) NITZSCHE W. : « The storage of grass pollen ».
- (42) BRAY R.A. : « Development of grazing lucerne for subtropical conditions ».
- (43) HANSON C.H. and HUNT O.J. : « Overcoming barriers to higher forage yields and quality of alfalfa breeding for resistance to disease and insect pests ».
- (44) HEINRICHS D.H. : « Variation of chemical constituents within and between alfalfa populations ».
- (45) HUNT O.J., JENSEN H.J., PEADEN R.N., FAULKNER L.R. and GRIFFIN G.D. : « Breeding alfalfa resistant to Northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla* Chitwood) ».
- (46) VARGA P., KELLNER S., CIURDARESCU G. and GUMANIUC Ludmila : « Genetic variability and correlations between characters in lucerne clones ».
- (47) BARCLAY P.C. and LAMBERT J.P. : « The breeding and testing of *Lotus pedunculatus* Cav. in New Zealand ».
- (48) KNIGHT R. : « The seasonal growth of parents, hybrid and backcross generations in *Dactylis glomerata* L. ».
- (49) AITKEN Yvonne and MULETT Joan H. : « Patterns of seasonal development in the main pasture species used in southern Victoria, 38° S ».
- (50) COWAN Ritchie J. : « Factors influencing the production of high quality forage crop seed ».
- (51) SIMON Uwe : « Advances in the production and use of bred forage crop varieties in Germany and their genetic quality after multiplication in different environments ».
- (52) HEDDING R.R. and MULLET Joan H. : « Influence of grass cover on seed production of *Trifolium subterranean* var. Bacchus Marsh ».
- (53) MAKI Yoshisuke, NAKAYAMA Sadao, TANABE Yasuichi and AOTA Tatehiko : « The influence of sowing methods, levels of fertilization, defoliation and range of harvest dates on the yield and quality of timothy (*Phleum pratense* L.) and orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) seed ».

- (54) MULLETT Joan H. : « The effect of gibberellic acid on seed production of *Phalaris tuberosa* L. ».
- (55) ASHER C.J. and GRUNDON N.J. : « Volatile losses of mineral constituents from forage plants ».
- (56) CAMPBELL N.A. and KEAY J. : « Flexible techniques in describing mathematically a range of response curves of pasture species ».
- (57) McNAUGHT K.J. : « Diagnosis of mineral deficiencies in grass-legume pastures by plant analysis ».
- (58) RANDALL P.J. : « Use of induced metabolic changes in the diagnosis of mineral deficiencies in plants ».
- (59) SPENCER K. and BOUMA D. : « Sulphur content of clover as an indicator of pasture response ».
- (60) TOXOPEUS M.R.J. : « Sulphur deficiency in grassland in young soils from volcanic ash and its possible prediction by laboratory tests ».
- (61) BOUMA D. : « The response of subterranean clover to changes in the supply of different nutrient elements ».
- (62) GLADSTONES J.S. and LONERAGAN J.F. : « Nutrient elements in herbage plants in relation to soil adaptation and animal nutrition ».
- (63) JACKMAN R.H. and MOUAT C.H. : « The effect of browntop (*Agrostis tenuis* Sibth.) and increasing phosphorus deficiency on the growth of white clover (*Trifolium repens* L.) ».
- (64) LONERAGAN J.F., ROWLAND I.C., ROBSON A.D. and SNOWBALL K. : « The Ca nutrition of plants ».
- (65) OOHARA Hisatomo, YOSHIDA Norihito and OOHARA Yoichi, DRAKE Mack and COLBY W.G. : « Effects of rates and methods of fertilizer phosphorus application on establishment, yield, and mineral content of perennial legume and grass forage plants grown on volcanic ash soil ».
- (66) OZANNE P.G. and HOWES K.M.W. : « Calcium and subterranean clover persistence ».
- (67) BARROW N.J. : « Sulphate adsorption by soils as a determinant of sulphur status, and methods of supplying sulphur on non-adsorbing soils ».
- (68) JONES M.B., MARTIN W.E. and RUKMAN J.E. : Effectiveness of various sulphur sources applied to annual-type grasslands of California ».
- (69) WEIR R.G. : « Factors affecting the availability of sulphur from sulphur fertilizers ».
- (70) WILLIAMS C.H. : « Effect of particle size on the availability of the phosphorus and sulphur in superphosphate ».
- (71) KADZIULIS L. and the late TONKUNAS J. : « Nitrogen responses of legume-grass pastures in Lithuania ».
- (72) KEANE G.P. and SHOLL J.M. : « Nitrogenous fractions in some forage grasses as influenced by fertilization and ensiling ».

- (73) SAU A. : « Legumes and fertilizers as sources of grassland nitrogen in temperate regions of the U.R.S.S. ».
- (74) TOMKA O., LIHAN E. and HABOVSTIAK J. : « The long-term influence of various high nutrient rates on natural grass areas in Slovakia ».
- (75) DRYSDALE A.D. : « Anhydrous ammonia as a grassland fertilizer ».
- (76) MAYS D.A. : « Sulphur-coated urea: a slow release nitrogen source for grass ».
- (77) HELYAR K.R. and ANDERSON A.J. : « Some effects of the soil pH on different species and on the soil solution for a soil high in exchangeable aluminium ».
- (78) ROBSON A.D. and LENORAGAN J.F. : « Growth of annual *Medicago* species on an acid soil ».
- (79) BROCKWELL J. and ROBINSONA C. : « Observations on the natural distribution of *Rhizobium* spp. relative to physical features of the landscape ».
- (80) LOWTHER W.L. and LONERAGAN J.F. : « Calcium in the nodulation of legumes ».
- (81) ROUGHLEY R.J., DART P.J., NUTMAN P.S. and RODERIGUEZ-BARRUECO C. : « The influence of root temperature on root-hair infection of *Trifolium subterraneum* L. by *Rhizobium trifolii* Dang ».
- (82) BURFORD J.R. and GREENLAND D.J. : « Denitrification under an annual pasture ».
- (83) CLARKE A.L. : « Nitrogen accretion by an impoverished red-brown earth soil under short-term leys ».
- (84) NOBLE J.C., GORDON W.T. and KLEINIG C.R. : « The influence of earthworms on the development of mats of organic matter under irrigated pastures in southern Australia ».
- (85) POWER J.F. : « Nitrogen management of semi-arid grasslands in North America ».
- (86) RIXON A.J. : « Effect of applied gypsum on the yield and herbage nitrogen of an irrigated pasture ».
- (87) McALPINE J.R. : « Estimating pasture growth periods and droughts from simple water balance models ».
- (88) RICKARDS D.S. and FITZGERALD P.D. : « The effect of soil moisture and irrigation on pasture production in Canterbury, New Zealand ».
- (89) SHEPHERD W. and DILLEY A.C. : « Some aspects of evapotranspiration and moisture stress of pastures ».
- (90) BAKER Barton S. and JUNG G.A. : « Response of four perennial grasses to high temperature stress ».
- (91) LANGER R.H.M. : « Growth of prairie grass (*Bromus unioloides* H.B.K.) in different temperatures and light intensities ».
- (92) MARTEN G.C. : « Temperatures as a determinant of quality of alfalfa harvested by bloom stage or age criteria ».

- (93) DALE, SMITH : « Influence of cool and warm temperatures and temperature reversal at inflorescence emergence on yield and chemical composition of timothy and brome grass at anthesis ».
- (94) ALBERDA Th. : « The influence of carbohydrate reserves on respiration, photosynthesis and dry matter production of intact plants ».
- (95) COOPER J.P. and WILSON D. : « Variation in photosynthetic rate in *Lolium* ».
- (96) DOWNES R.W. : « Differences between tropical and temperate grasses in rates of photosynthesis and transpiration ».
- (97) FULWOOD P.G. and PUCKRIDGE D.W. : « Photosynthesis of Wimmera ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud.) in the field ».
- (98) DAVIDSON J.L., GIBSON A.H. and BIRCH J.W. : « Effects of temperature and defoliation on growth and nitrogen fixation in subterranean clover ».
- (99) GILLET Michel : « Physiologie of some temperate forage grasses and cutting date in the spring ».
- (100) SAVELLE Glenn D. and HEADY Harold F. : « Mediterranean annual species: their response to defoliation ».
- (101) FULKERSON R.S. : « Location and fall harvest effects in Ontario on food reserve storage in alfalfa (*Medicago sativa* L.) ».
- (102) HODGKINSON K.C. : « Physiological aspects of the regeneration of lucerne ».
- (103) LEACH G.J. : « Growth of the lucerne plant after defoliation ».
- (104) McKELL C.M., MARTINEZ-DIEZ Ernesto and DUNCAN Cameron : « Carbohydrate reserves and performance of *Phalaris tuberosa* L. ecotypes ».
- (105) SHEARD R.W. : « Characterization of food reserves as a basis for timing nitrogen applications for timothy (*Phleum pratense* L.) ».
- (106) McWILLIAM J.R. and DOWLING P.M. : « Factor influencing the germination and establishment of pasture seed on the soil surface ».
- (107) QUINLIVAN B.J. : « The regulation of germination in *Swainsona canescens* ».
- (108) SPRINGFIELD H.W. : « Germination characteristics of *Atriplex canescens* seeds ».
- (109) CAMERON D.G. and MULLALY J.D. : « The effects of Hunter River lucerne on associated grasses in raingrown pastures of central Queensland ».
- (110) CROFTS F.C., LAING D.R. and KELLEHER F.M. : « Increased production from winter cereal forages ».
- (111) EDMOND D.B. : « Effects of treading on pastures, using different animals and soils ».
- (112) HOVELAND Carl S. : « Dormancy and seasonal growth of *Phalaris* species in Alabama ».
- (113) HUTCHINSON K.J. : « The persistence of perennial species under intensive grazing in a cool temperature environment ».
- (114) LESTER D.C. and CARTER O.G. : « The influence of temperature upon the effect of gibberellic acid on the growth of *Paspalum dilatatum* ».

- (115) SMITH M.V. : « Effects of stocking rate and grazing management on the persistence and production of dryland lucerne on deep sands ».
- (116) WASHKO J.B. and PRICE J.W. : « Intensive management of alfalfa for forage production ».
- (117) CAMERON I.H. and CANNON D.J. : « Changes in the botanical composition of pasture in relation to rate stocking with sheep, and consequent effects on wool production ».
- (118) HABOVSTIAK J. : « Amendment of *Nardus stricta*-dominant pasture by sheepfolding and resowing ».
- (119) LIIV J. : « Changes in botanical composition and yield of plant communities under intensive fertilization ».
- (120) SABARDINA G., KLAVINA G., FATARE I. and JUKNA J. : « Changes in the botanical composition of meadow plant communities under the influence of the micro-elements molybdenum, copper and boron ».
- (121) HARRIS W. : « The prospects for mixing varieties of the *Lolium multiflorum* Lam.-L. perenne L. complex ».
- (122) JACQUARD Pierre : « Study of the social relations between seven forage species at two trophic levels ».
- (123) PAULSEN Jr. Harold A. : « Competition and successional patterns on Thurber fescue grasslands of western U.S.A. ».
- (124) THOMAS N. and STEPLER H.A. : « Intraspecific competition in timothy (*Phleum pratense* L.) and orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) ».
- (125) AMOR R.L. : « Comparison of granular herbicides for the control of blackberry (*Rubus fruticosus* L. agg.) regrowth in non-arable pasture ».
- (126) DAVIDSON R.L., WISEMAN J.R. and WOLFE V.J. : « A systems approach to pasture scarab problems in Australia ».
- (127) GEORGE J.M., HUTCHINSON K.J. and MOTTERSHEAD B.E. : « Spear thistle (*Cirsium vulgare*) invasion of grazed pastures ».
- (128) LATCH G.C.M. and LANCASHIRE J.A. : « The importance of some effects of fungal disease on pasture yield and composition ».