



PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT (PNUE)  
COMMISSION DE L'URSS POUR LE PNUE

# L'écologie, la gestion et l'efficacité des paturages

Le recueil des matériaux d'études des courses internationaux

Volume II



PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR  
L'ENVIRONNEMENT (PNUE)  
COMMISSION DE L'URSS POUR LE PNUE

L'ÉCOLOGIE, LA GESTION ET L'EFFICACITÉ  
DES PÂTURAGES

LE RECUEIL DES MATÉRIAUX D'ÉTUDES  
DES COURS INTERNATIONAUX

Volume II



CENTRE DES PROJETS INTERNATIONAUX DU GKNT  
MOSCOU 1984

Tex  
38  
v. 2

**Choix des textes:**

**B.V. VINOGRADOV**, docteur en géographie

Institut de la morphologie évolutionnaire et de l'écologie des  
animaux de l'Académie des Sciences de l'URSS

**L.Ya. KOUROTCHKINA**, docteur en biologie

Institut botanique de l'Académie des Sciences de la RSS de  
Kazaquie

© Publié par le projet PNUE/URSS  
"Programme de publications et de soutien informatique"  
Moscou, 1984

107053, Moscou, B-53, Boîte postale 438

L'ÉCOLOGIE, LA GESTION ET L'EFFICACITÉ  
DES PÂTURAGES

LE RECUEIL DES MATÉRIAUX D'ÉTUDES  
DES COURS INTERNATIONAUX

Volume II

Rédacteur en chef,  
académicien de l'Académie des Sciences  
de la RSS de Turkménie  
*Nétchayéva N.T.*

CENTRE DES PROJETS INTERNATIONAUX DU GKNT  
MOSCOU 1984

## TABLE DE MATIERES

<p>V. PRODUCTIVITE ET DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES DES PATURAGES: METHODE DE L'ETUDE . . . . . 5</p> <p><i>V.I. Ratchkoulík, M.V. Sitnikova.</i> Observations à distance du rendement des pâturages . . . . . 5</p> <p><i>S.A. Bédarev, R.P. Plissak.</i> Prévission des variations et du rendement des prés de fauche et de pâturage . . . . . 13</p> <p><i>B.N. Djoumanazarov, N.N. Dourdyev.</i> Valeur fourragère complexe des pâturages désertiques . . . . . 20</p> <p><i>G.B. Makoulbékova, R.P. Plissak.</i> La description des séries de paysage écologiques à des fins de la typologie et de la dynamique des écosystèmes de pâturage . . . . . 27</p> <p><i>L.Ya. Kourotchkina.</i> Etude des cénopopulations de la végétation de désert . . . . . 37</p> <p>VI. AMELIORATION ET DEFENCE DES PATURAGES . . . . . 46</p> <p><i>Z.Ch. Chamsoutdinov.</i> Système d'amélioration des pâturages du désert argileux . . . . . 46</p> <p><i>Z.Ch. Chamsoutdinov.</i> Sélection et culture des semences chez les plantes amélioratrices des pâturages . . . . . 53</p>	<p><i>G.M. Moukhammédov.</i> Technologie d'amélioration des pâturages dans le désert sablonneux . . . . . 62</p> <p><i>S.A. Abdraïmov.</i> Méthodes d'amélioration et d'utilisation des pâturages . . . . . 68</p> <p><i>S.N. Prianichnikov.</i> Amélioration des pâturages et création des stocks-tampons de fourrages . . . . . 73</p> <p><i>P.A. Salukov, V.A. Joukova.</i> Irrigation des prés et des pâturages par submersion . . . . . 80</p> <p><i>V.A. Joukova.</i> Aménagement des pâturages irrigués . . . . . 86</p> <p><i>K.G. Antonova.</i> Effet du régime de réserve sur le rendement des pâturages . . . . . 95</p> <p>VII. QUELQUES ASPECTS DE L'ÉCOLOGIE DES PATURAGES EN AUSTRALIE, EN AFRIQUE ET AUX ETATS-UNIS . . . . . 101</p> <p><i>I.J. Hallsforth.</i> Sols des pacages en Australie . . . . . 101</p> <p><i>H.J. Fox.</i> Systèmes de pacage. Pâturages ouverts et clôturés . . . . . 110</p> <p><i>W. Lusigi.</i> Problèmes et perspectives de la double utilisation des pâturages par les animaux sauvages et domestiques en Afrique de l'est . . . . . 119</p> <p><i>L.Ya. Kourotchkina, V.V. Voukhrer, Y.P. Filonets.</i> Liste des mots-clés . . . . . 127</p>
---	--

## V. PRODUCTIVITE ET DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES DES PATURAGES: METHODE DE L'ETUDE

### OBSERVATIONS A DISTANCE DU RENDEMENT DES PATURAGES

par V. Ratchkoulik, licencié en géographie, chef du laboratoire de l'Institut national de météorologie agricole

M. Sitnikova, licenciée en géographie, chef du laboratoire au Centre de recherches du Comité d'Etat de la météorologie (Tachkent)

L'utilisation des méthodes instrumentales d'observation à distance permet de recueillir des données quantitatives caractérisant le sol et le tapis végétal. La méthode photométrique consiste à déterminer les coefficients de luminance du système sol-végétation dans certains domaines du spectre et à trouver les paramètres correspondants du tapis végétal d'après la courbe d'étalonnage. La courbe d'étalonnage est le rapport entre les coefficients de luminance du système sol-végétation et les paramètres du tapis végétal. On peut à la fois faire appel aux coefficients de luminance dans les différents domaines du spectre et au rapport ou à la différence de coefficients spectraux de luminance [4, 5, 14].

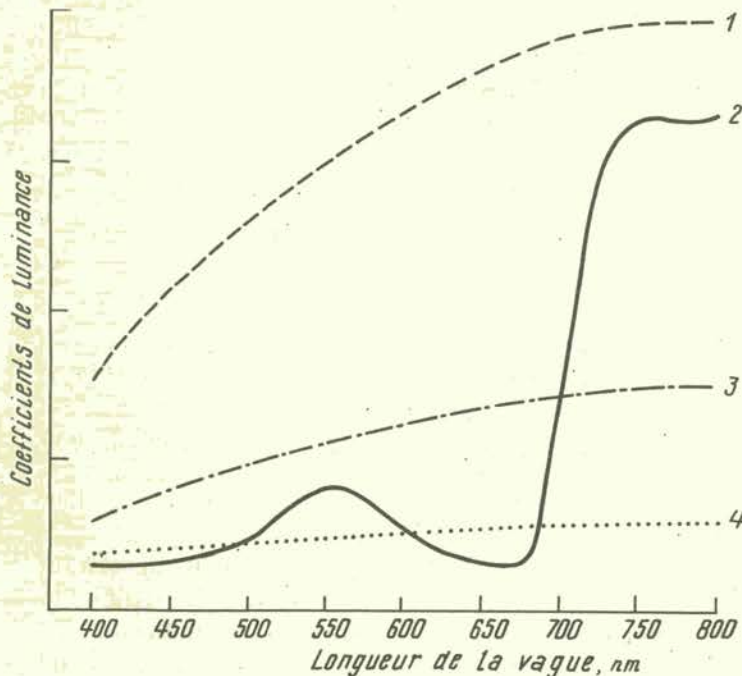


Fig. 1. Coefficients spectraux de luminance de la feuille verte (2) et quelques types des sols:

1 — gris typiques; 3 — marron; 4 — tchernoziom

Cette méthode peut être recommandée pour les mesures au sol, par avion ou par satellite. L'analyse des courbes spectrales de réflexion des plantes (fig. 1) révèle qu'on peut travailler dans les domaines assez étendus du spectre. Ainsi, dans la plage de 400-1100 nm on ne trouve que trois domaines se prêtant à ces mesures à savoir: 400-500 nm, 600-690 nm et 750-1100 nm. Les deux premiers sont situés à l'intérieur des bandes d'absorption de la chlorophylle. Dans le tableau 1 sont présentés les contrastes spectraux du couple sol-bromus tectorum.

Tableau 1  
Contrastes du couple sol-bromus tectorum

nm	Type de sol			
	gris	sablonneux	limoneux	tchernoziom
400	0,55	0,50	0,49	0,01
450	0,67	0,58	0,57	0,01
500	0,68	0,67	0,66	0,01
550	0,42	0,40	0,38	0,57
600	0,68	0,66	0,64	0,02
660	0,84	0,85	0,80	0,46
700	0,53	0,54	0,44	0,32
750	0,05	0,05	0,23	0,72
800	0,06	0,04	0,24	0,73
900	0,06	0,04	0,24	0,73

Pour les mesures au sol on peut utiliser n'importe quelle bande du spectre à condition que le contraste du couple sol-végétation ne soit pas au-dessous de 0,50. En cas de mesures par avion ou par satellite il faut compter avec l'effet déformant de l'atmosphère qui entraîne la réduction de luminance des objets au sol du fait de l'affaiblissement des flux lumineux et l'accroissement de luminance dû à la diffusion de l'énergie rayonnante dans l'atmosphère.

La fig. 2 donne l'accroissement des valeurs moyennes des coefficients spectraux de luminance de la couche atmosphérique avec la hauteur, pour certaines longueurs d'onde:

Tableau 3

Coefficients spectraux de luminance des principaux massifs des sols du désert de Kyzyl-Koum et du plateau d'Oust-Yourt à la hauteur du soleil égale à 50°

n° du massif de sol	Type de sol	coeff. nm		
		660	780	R780/R660
1	Sablonneux	0,27	0,30	1,11
2	Sablonneux à inclusions de sols gris de désert et takyrs	0,33	0,36	1,09
3	Sols gris de désert	0,30	0,33	1,10
4	Sols gris de désert avec inclusions de sols gris clairs et argileux	0,32	0,35	1,10
5	Sols gris clairs et argileux	0,40	0,44	1,10
6	Sols gypseux gris-bruns	0,40	0,44	1,10

paramètres du tapis végétal pour la bonne raison que ce rapport ne varie presque pas avec la position du soleil, le taux d'humidité et l'état du sol. Même pour les divers types de sols ce rapport varie beaucoup moins que les coefficients de luminance (tableau 3). En outre, le rapport considéré des coefficients de luminance ne dépend pas de l'incidence de l'étalon et de l'objet pas plus que de l'état de l'atmosphère.

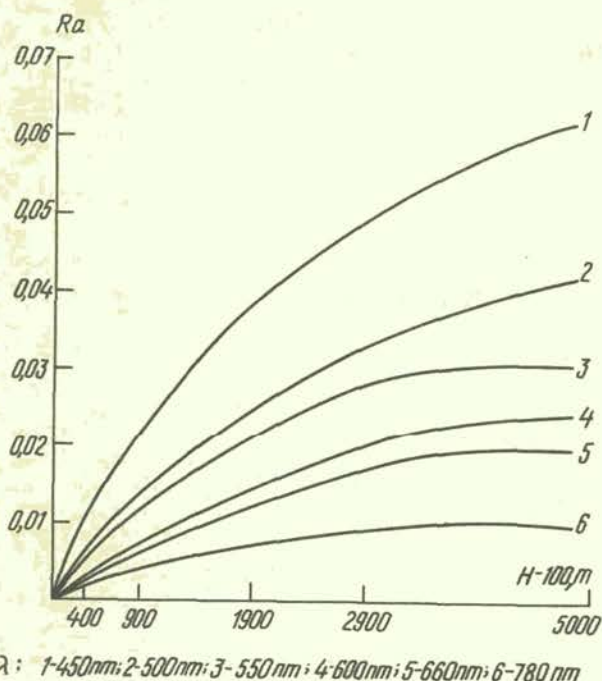


Fig. 2. Changement des valeurs moyennes des coefficients de luminance de l'atmosphère Ra dans la couche de 100-5100 m

Les données du tableau 2 montrent que dans la partie bleue du spectre (450 nm) l'atmosphère commence à intervenir de façon appréciable à partir de 500 m. Entre 3000 et 5000 m son influence grandit à tel point que le coefficient de luminance augmente de 20 à 30 %.

Pour la détermination de la masse verte des plantes on préfère se servir de deux parties du spectre dont l'une se trouve dans la bande d'absorption de la chlorophylle et l'autre en dehors de celle-ci. Les parties du spectre doivent être choisies le plus près possible les unes des autres pour égaliser autant que possible l'influence des divers facteurs étrangers sur la mesure de l'intensité de la lumière. De ce point de vue les parties du spectre allant de 620 à 690 nm et de 720 à 800 nm offrent le plus d'intérêt.

Tableau 2

Coefficients spectraux de luminance du pâturage de désert suivant l'altitude

Altitude, (m)	nm					
	450	500	550	600	660	780
Pâturage de désert						
100	0,130	0,160	0,190	0,220	0,250	0,290
500	0,135	0,163	0,191	0,221	0,248	0,286
1000	0,140	0,166	0,192	0,222	0,248	0,288
2000	0,147	0,169	0,196	0,221	0,248	0,289
3000	0,158	0,172	0,199	0,222	0,248	0,285
5000	0,169	0,176	0,194	0,219	0,248	0,281

L'application du rapport des coefficients de luminance et de réflexion simplifie la détermination des

#### Détermination de la courbe de conversion du photomètre

Les courbes de conversion du photomètre sont réalisées pour chaque type de végétation dans les phases de développement à mesurer. On choisit pour ce genre de détermination au moins trente parcelles (2,5x2,5 m) à diverses densités de plantes. Les parcelles doivent être représentatives de toutes les valeurs de densité sur le territoire à étudier. La densité et la hauteur des plantes entourant les parcelles à une distance faisant au moins le double de la hauteur des plantes doivent être à peu près les mêmes que sur les parcelles choisies afin que l'état du tapis végétal des parcelles ne diffère point de celui des terrains environnants. En plus de parcelles couvertes de végétation on choisit ou on aménage en divers points du désert trois parcelles dénudées (2,5x2,5 m). L'espace autour de ces parcelles doit être dégagé de toute plante et de tout objet susceptible de donner l'ombragement sur une distance faisant au moins le double de leur hauteur. Toutes les 33 parcelles doivent présenter les mêmes caractéristiques de sol et de l'état de leur surface.

Pour réaliser la courbe de conversion sur un terrain plat ou à mamelons lorsque le champ de vision du photomètre balaie trois mamelons au moins, il est nécessaire, de choisir les parcelles situées sur le même plan horizontal. Au cas où on étudie un objet isolé présentant une direction et une pente déterminées, on choisit pour la courbe d'étalonnage des parcelles ayant les mêmes paramètres. Après le choix des parcelles dans les parties déterminées du spectre, on procède

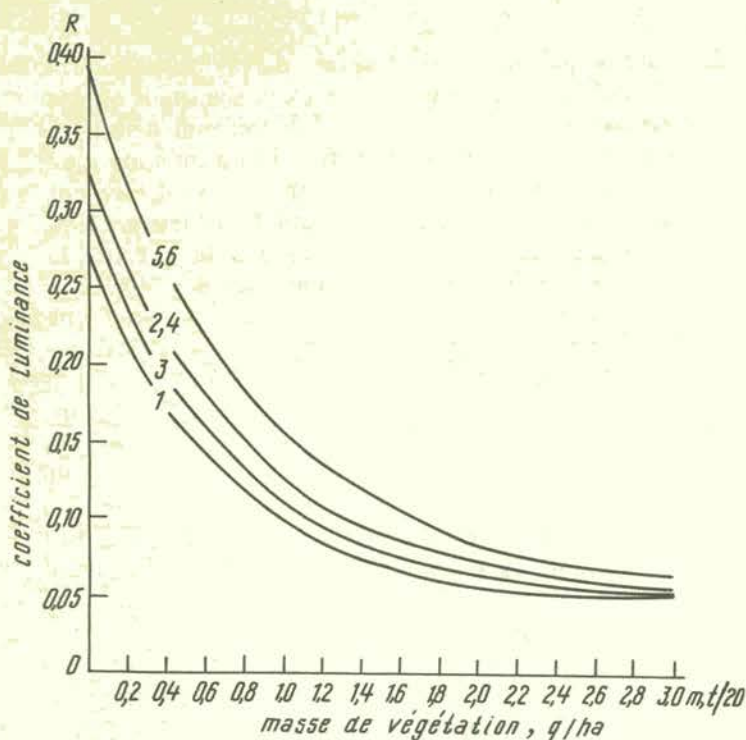


Fig. 3. Les courbes d'étalonnages pour déterminer la masse de végétation des pâturages de Kyzyl-Koum et du plateau d'Oust-Youurt par la méthode du coefficient de luminance: 1-6 — les massifs du sol

à la mesure de leurs coefficients de luminance dans une seule ou deux parties du spectre.

Les mesures photométriques une fois terminées on détermine le nombre de plantes sur la parcelle tout comme la surface foliacée et la masse des parties aériennes des plantes qui donnent leur densité par unité de terrain. Ce n'est qu'après qu'on réalise les courbes de conversion reliant le coefficient de luminance ou le rapport des coefficients de luminance aux paramètres du tapis végétal (fig. 3). Si le coefficient de luminance ou le rapport des coefficients de luminance du système sol-végétation dépendent de la position du soleil les courbes de conversion tiennent compte des différentes positions du soleil et sont par la suite choisies en fonction de la position du soleil [4, 5].

#### Levé par avion de la phytomasse des pâturages

Le levé par avion des pâturages consiste à mesurer à l'aide du photomètre de bord les coefficients spectraux de luminance des pâturages par la méthode relative dans la direction de la normale, et, à déterminer, ensuite, la grandeur de phytomasse suivant les courbes d'étalonnage. Les coefficients de luminance sont généralement déterminés le long des itinéraires à une altitude de 1000-1200 m à l'aide du photomètre de bord incliné sous l'angle de 35°. Les itinéraires sont d'habitude ceux qui passent à proximité immédiate des stations météorologiques ce qui permet d'inclure les prévisions de rendement des pâturages dans les documents hydrométéorologiques. Les données con-

cernant les rendements sont reportées le long des itinéraires sur les cartes-schémas où l'on fait figurer les types de pâturages, les limites de grandes exploitations de l'élevage et le réseau de stations hydrométéorologiques. Cette carte avec les itinéraires de levé et les rendements présumés permet aux usagers d'évaluer les disponibilités en fourrages le jour de levé, de les adapter au type de pâturage et au territoire concrets de l'exploitation de l'élevage et de comparer ces données avec le rendement moyen annuel du type suivant l'explication.

#### Levé par satellite de la phytomasse des pâturages de désert

Les levés par avion permettent de se faire une idée générale de la répartition de la végétation sur l'aire donnée mais l'identification des zones à taux de rendement différent se trouve compliquée du fait que la distance entre les itinéraires varie entre 5 et 50 km. Une étude plus détaillée demande beaucoup plus d'heures de vol et nécessite l'emploi de plusieurs avions à la fois pour des raisons de rapidité et de qualité. C'est la raison pour laquelle on préfère utiliser la photographie par satellite permettant de couvrir un grand territoire.

La densité optique de l'image photographique de la végétation dépend de sa masse au sol [1, 7, 11]. Mais la forme de cette corrélation est influencée, à toutes choses égales par l'éclaircissement et les conditions du traitement des clichés. L'utilisation des panneaux de référence au sol et l'impression des courbes d'étalonnage sur images pendant le levé permettent dans certains cas de tenir compte de cette influence [7, 11]. En outre la teinte de l'image du système sol-végétation et sa brillance dépendent des coefficients de brillance du sol sous les plantes, des angles de balayage et de mesure, de la position du soleil au point d'observation, etc.

L'influence du sol sur les coefficients spectraux de luminance et la teinte de l'image photographique du système sol-végétation sont d'autant plus grandes que plus grand est le contraste des propriétés de réflexion du sol et de la végétation et plus petites sont ses parties aériennes. Les observations montrent que la succession du sol gris au tchernoziom sous les plantes fait monter de 2 à 3 fois la grandeur des coefficients de luminance du système sol-végétation ayant la même masse. Les densités optiques de l'image photographique de ces mêmes objets peuvent également varier dans une large plage [7]. Tout cela nous amène à prendre en considération les taux de luminance des sols sous les plantes lors de la photométrie des images.

L'utilisation directe de la méthode photométrique pour la détermination des paramètres du tapis végétal depuis l'espace est gênée par l'écran atmosphérique, l'anisotropie des propriétés de réflexion des objets au sol et les différences de position du soleil en divers points de l'aire de levé.

Pour exclure l'effet perturbant de l'atmosphère on fait appel à l'étalonnage par satellite qui consiste à



ajuster le signal correspondant à la luminance des objets de référence aux coefficients de leur brillance, à étendre cette corrélation à l'ensemble du territoire photographié [6]. Le signal peut être converti en image enregistrée sur pellicule ou sur bande magnétique sous forme codée. Dans le premier cas on établit un rapport entre la densité optique ou la transparence de l'image des aires de référence et leurs coefficients de luminance, dans le second cas on ajuste la valeur chiffrée de luminance du couple objet-atmosphère et le coefficient de luminance de l'objet.

Les variations des coefficients de luminance des pâturages de désert dues au mouvement du soleil dans le ciel commencent à se manifester nettement aux valeurs de hauteur du soleil au-dessous de  $30^{\circ}$ . Cela veut dire qu'on doit surtout utiliser les clichés obtenus aux angles supérieurs à  $30^{\circ}$ . Dans ce cas l'anisotropie des propriétés de réflexion des pâturages de désert est faible (pour les angles de visée inférieurs à  $10^{\circ}$  par rapport à la direction nadirale). Il s'ensuit qu'il faut travailler sur l'image de la zone de terrain à l'intérieur de l'angle de visée indiqué. Cela veut dire que la largeur de la bande balayée sera d'environ 500 km (hauteur de levé 1500 km) et environ 300 km (hauteur de levé 1000 km).

Le traitement des données obtenues par satellite et enregistrées sur pellicule photographique consiste à réaliser la mesure photométrique de l'aire de travail. Avant de procéder à la photométrie l'image sur le cliché prise par le satellite est divisée en éléments constitutifs. Pour les clichés ayant une résolution de 1 à 3 km les dimensions des éléments doivent correspondre aux carreaux de 30 sur 50 km de côté. La division en éléments s'effectue à l'aide d'une palette qui est une grille dont les carreaux représentent les surfaces isométriques compte tenu de la distorsion de l'échelle du fait de la courbure de la surface terrestre. Le principe de construction de la palette est décrit au [9, 12].

La mesure photométrique s'effectue à l'aide des microphotomètres (МФ-2, МФ-4, ИФО-451, АМФ-51, etc). Le diaphragme du microphotomètre est mis au point en sorte que son champ de vision ne couvre qu'un seul carreau. On photomètre tous les carreaux du territoire à étudier. Si le procédé employé est celui des rapports des coefficients de luminance, la photométrie s'étend aux clichés pris dans deux parties du spectre (600-690 nm et 750-1100 nm). Le procédé faisant appel aux coefficients de luminance ne prévoit que la photométrie du cliché pris dans la bande rouge du spectre (600-690 nm). Les résultats de la photométrie sont reportés sur la carte géographique à l'échelle de 1:1000000 divisée en carreaux correspondant à ceux de la palette.

L'information chiffrée et enregistrée sur bande magnétique est traitée sur ordinateur qui réalise l'adaptation géographique [8]. A l'entrée à la machine les données à traiter sont divisées en éléments correspondant aux carreaux de 30 sur 50 km.

La mesure photométrique implique les mêmes conditions d'éclairement de la parcelle de référence et

de l'aire à mesurer. Les mesures par avion et au sol permettent de satisfaire à cette exigence, mais en cas de mesure par satellite l'étalon de référence doit se trouver au sol. Toutefois la diffraction atmosphérique fait qu'on ne peut plus se passer d'un seul élément même exposé au même éclairage que les objets à mesurer. Dans ce cas, il est nécessaire d'utiliser toute la gamme de coefficients de luminance des objets à mesurer. C'est pour cette raison, précisément, que lors du traitement des données une partie des carreaux est considérée comme carreaux de référence et on détermine leurs coefficients de luminance au champ. Pour établir un rapport sûr entre les coefficients de luminance des parcelles de référence et l'intensité du signal correspondant à la luminance de l'objet à mesurer il faut avoir au moins 20 carreaux. La superficie totale de cette quantité de parcelles de référence mesurant 30 sur 30 km constitue environ 5 % par rapport à la superficie à étudier (500 sur 700 km).

Le choix des parcelles de référence procède à des principes suivants: les parcelles doivent être situées le plus près possible les unes des autres, leur éloignement maximal doit être tel que la différence de hauteur du soleil aux points extrêmes n'excède pas le point  $3^{\circ}$ . Pour la même raison on choisira les parcelles dans la bande de 100 sur 500 km étirée dans le sens de la largeur. Les coefficients de luminance des parcelles de référence à l'intérieur des parties effectives du spectre doivent couvrir toute la gamme qui peut inclure les coefficients de luminance des autres carreaux situés sur le territoire donné.

L'expérience montre qu'en période d'accumulation maximale de la phytomasse où sont généralement effectuées les mesures du rendement des pâturages, les coefficients de luminance du désert à l'absence de précipitations varient si peu dans le temps qu'ils restent pratiquement les mêmes durant 5 à 7 jours. C'est pour cette raison, précisément, que la mesure par avion des coefficients de luminance des parcelles de référence ne doit pas, nécessairement, s'effectuer le jour du levé par satellite. Faut-il dire que cela simplifie, dans une grande mesure, l'étalonnage par satellite du fait qu'il s'avère souvent difficile de combiner le levé par avion et par satellite. Un autre avantage de cette méthode réside dans la possibilité d'étalonner plusieurs clichés pris par satellite en utilisant les résultats d'un seul levé par avion. Etant donné les grandes dimensions des zones de référence, les coefficients de luminance sont trouvés pour une partie seulement de leur superficie. Les calculs montrent que le coefficient de luminance d'un carreau de désert (à taux de précision suffisant en pratique) peut être déterminé suivant les résultats des mesures sur une superficie égale à 6-8 % de celle du carreau [10]. Ainsi, sur une bande de 100 sur 500 km, il suffit, généralement, d'effectuer 4 à 6 passages d'une longueur totale de 2000 à 3000 km. Compte tenu des restrictions provenant des hauteurs du soleil, ce travail peut être réalisé en 2 ou 3 jours à l'aide d'IL-14. Notons au passage qu'il faudrait environ 15 jours pour déterminer les coefficients de luminance sur une superficie de 500x700 km.

Les coefficients de luminance des zones de référence de désert une fois déterminés on établit un rapport entre leurs coefficients et valeurs de luminance. En cas d'enregistrement des données de levé par satellite sur film photographique cela s'assimile à la transparence ou à la densité de l'image des zones de référence. Dans l'éventualité d'enregistrement des résultats du levé par satellite sur bande magnétique nous disposerons d'un certain nombre de données chiffrées traitées ensuite sur ordinateur. Les corrélations sont établies séparément par levé. Pour la méthode des rapports des coefficients de luminance la corrélation est établie pour deux parties du spectre situées dans les bandes de 600-690 nm et 750-1100 nm. L'emploi de la méthode des coefficients de luminance permet d'établir cette corrélation uniquement pour les parties du spectre dans la bande de 600 à 690 nm.

La fig. 4 donne une corrélation entre les coefficients de luminance des parcelles de référence du désert Kyzyl-Koum dans la bande de 600-690 nm et la transparence de l'image prise dans la bande de 500-700 nm. Cette corrélation permet de déterminer les coefficients de luminance des autres carreaux du désert extérieurs par rapport à la bande d'étalonnage. Les coefficients de luminance ne sont pas déterminés pour les carreaux qui renferment les objets étrangers aux pâturages (pièces d'eau, montagnes, oasis, etc.).

L'emploi de la méthode des coefficients de luminance nécessite que les coefficients de luminance des carreaux du désert soient réduits à la même valeur



Fig. 4. Corrélation entre la transparence de l'image des parcelles de référence de la bande et les coefficients de luminance

d'éclairement. Etant donné que les courbes de corrélation entre les coefficients de luminance et la transparence de l'image sont tracées pour les carreaux de référence, les coefficients de luminance des autres carreaux sont réduits à l'éclairement de prise d'image des parcelles de référence. Comme les parcelles de référence doivent être choisies de telle sorte que la différence maximale de la hauteur du soleil ne soit point supérieure à  $3^{\circ}$ , les coefficients de luminance des carreaux sont réduits à la valeur d'éclairement correspondant à la hauteur moyenne du soleil pour les parcelles de référence ( $h_{\odot\ominus}$ ). Pour ce faire, on détermine la hauteur du soleil pour le point médian de chaque carreau ( $h_{\odot i}$ ). Pareillement on trouve pour chaque carreau la valeur du rapport du sinus de la hauteur moyenne du soleil ( $\sin h_{\odot\ominus}$ ) des parcelles de référence et du sinus de la hauteur du soleil du carreau donné ( $\sin h_{\odot i}$ ). Puis le coefficient de luminance de chaque carreau est multiplié par la grandeur correspondante donnée par le rapport:

$$\frac{\sin h_{\odot\ominus}}{\sin h_{\odot i}}$$

L'emploi de la méthode des rapports des coefficients de luminance permet de se passer des corrections de différence d'éclairement.

La précision de la détermination de la phytomasse dépend de la mesure du coefficient de luminance du sol. Cela veut dire, que le traitement des données acquises par satellite nécessite au préalable la détermination des coefficients de luminance des sols. Etant donné la faible résolution du levé par satellite nous sommes dispensés de mesurer les coefficients de luminance pour les petites aires à l'opposé des mesures au sol et par avion. Il suffit, donc, de se limiter à la valeur des coefficients moyens de luminance des principaux types de sols situés dans la zone de levé. A cette fin, on situe sur la carte pédologique les massifs à principaux types de sols inhérents à la région à étudier et on mesure les coefficients spectraux de luminance des sols dans les parties fonctionnelles du spectre. La fig. 5 donne à titre d'exemple une carte schématique représentant les limites des principaux types de sols du désert Kyzyl-Koum et du plateau Oust-Yourt.

L'expérience montre que les coefficients spectraux de luminance des sols sur les pâturages sablonneux peuvent être déterminés par avion ou par hélicoptère. Pour ces mesures on choisit les terrains sablonneux dénudés et caractéristiques du site donné. Pour faciliter le repérage des parcelles par avion et exclure l'effet déformant de l'atmosphère, le vol doit s'effectuer à 100-200 m d'altitude. Pour les pâturages à sols gris et takyrs on ne trouve pas généralement, de bandes de terrain dénudées, suffisamment, étendues caractéristiques du massif donné ce qui nous amène à déterminer leurs coefficients de luminance par les diverses mesures au sol. Pour ces mesures on utilise un hélicoptère ou un véhicule automobile pour amener les observateurs et le matériel en divers points de l'aire à étudier. Des

hélicoptères et des avions sont également utilisés pour délimiter les différents types de sols. Tant les mesures par avion qu'au sol sont effectuées aux hauteurs du soleil supérieures à 30°. La détermination des coefficients de luminance des massifs de sols peut en outre faire appel aux mesures antérieures à condition toutefois qu'elles aient été réalisées dans les bandes appropriées du spectre.

Le tableau 3 donne les valeurs moyennes des coefficients spectraux de luminance pour les principaux types de sols de Kyzyl-Koum et du plateau Oust-Yourt (fig. 5) dans les bandes spectrales avec  $\lambda_{\max}$  de 660 et de 780 nm ainsi que leurs rapports. Les données du tableau 3 montrent que le rapport des coefficients de luminance des principaux types de sols est pratiquement le même. Cela nous permet d'utiliser la même courbe d'étalonnage pour la détermination de la phytomasse à Kyzyl-Koum et sur le plateau Oust-Yourt par la méthode du rapport des coefficients de luminance.

Les courbes d'étalonnage servent à la détermination de la phytoproduction de chaque carreau en utilisant les valeurs des coefficients de luminance des carreaux ajustés à la hauteur du soleil. De plus, il est nécessaire, d'utiliser les courbes d'étalonnage correspondant aux

coefficients de luminance du sol du site que renferme le carreau (fig. 5). En cas d'emploi de la méthode du rapport des coefficients de luminance on détermine dans un premier temps les coefficients de luminance pour chaque carreau dans deux bandes du spectre et on trouve, ensuite, leurs rapports. L'importance de la phytomasse est trouvée d'après la courbe d'étalonnage construite pour le rapport des coefficients de luminance. Les données ainsi acquises sont reportées sur les carreaux correspondants de la carte des sols et du tapis végétal à l'échelle de 1:1 000 000.

Considérons à titre d'exemple la détermination de la phytomasse par la méthode du coefficient de luminance sur les parcours de Kyzyl-Koum au printemps où le regain des éphémères atteint son maximum. On choisit entre le 1<sup>er</sup> et le 15<sup>e</sup> mai un cliché pris par satellite par beau temps, qui doit satisfaire à toutes les prescriptions susmentionnées. Au-dessus du cliché on place la palette correspondante. Pour faciliter les mesures, les carreaux sont désignés par des lettres et des chiffres. Les dimensions des mailles de la palette correspondent au carreau de pâturage faisant 50 x 50 km. A l'aide du microphotomètre on détermine la transparence des mailles couvrant le territoire du dé-

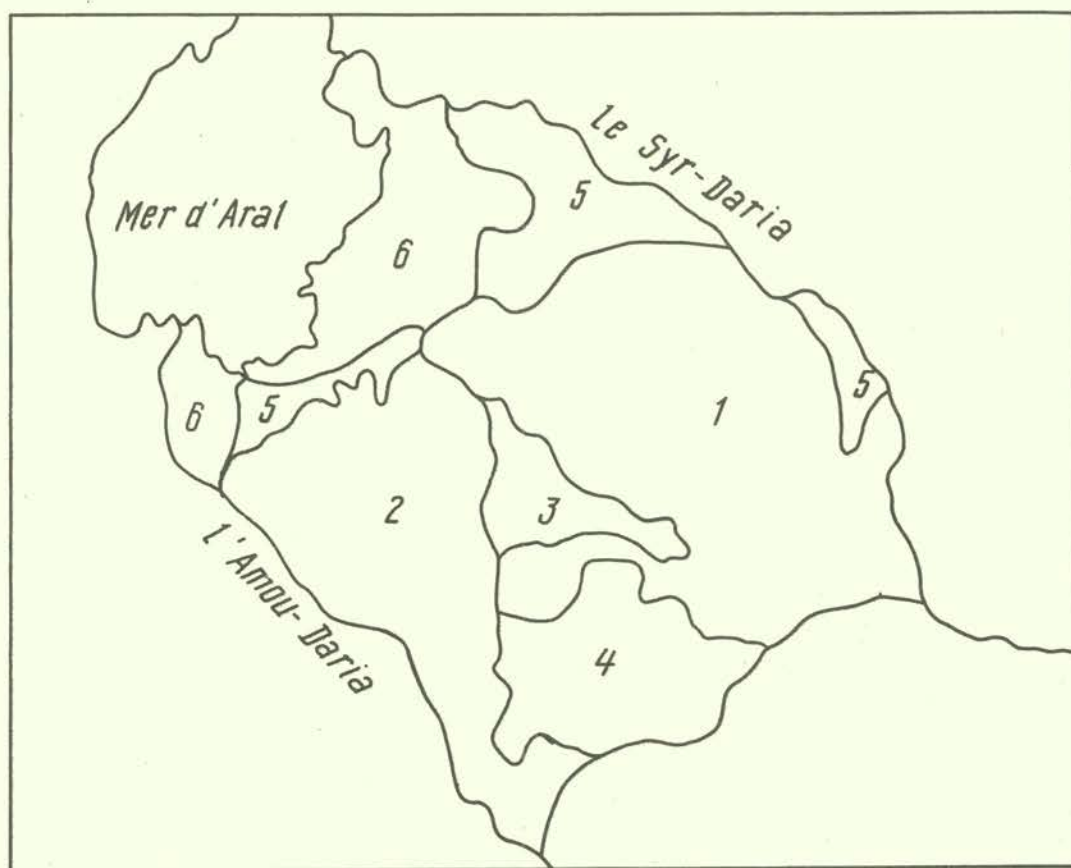


Fig. 5. Massifs principaux des sols du désert de Kyzyl-Koum et du plateau d'Oust-Yourt:

Type des sols:

- 1 — sablonneux; 2 — sablonneux à inclusions des sols gris de désert et takyrs; 3 — sols gris de désert;
- 4 — sols gris de désert avec inclusions des sols gris-clair et argileux; 5 — sols gris-clair et argileux;
- 6 — sols gypseux gris-brun

sert. Les valeurs de transparence sont ensuite reportées sur le tableau. Toutes les mailles situées à l'intérieur des bandes «d» et «e» serviront de points de référence. La carte des sols et du tapis végétal à 1:1 000 000 est divisée en carreaux correspondant aux mailles de la palette. Sur les bandes «d» et «e» ainsi obtenues on trace 4 itinéraires (en pointillé). C'est le long des itinéraires qu'on détermine par avion les coefficients de luminance du désert dans le domaine du spectre (600-690 nm). Les valeurs moyennes des coefficients de luminance de chaque carreau sont consignées dans le tableau 5.

La courbe de corrélation (fig. 4) est construite sur la base des valeurs de transparence des terrains désertiques à l'intérieur des carreaux des bandes «d» et «e» (tableau 4) et de celles des coefficients de luminance des carreaux correspondants (tableau 5). C'est d'après la courbe (fig. 4) et les coefficients de transparence (tableau 4) que nous trouvons les coefficients de luminance des terrains pastoraux limités par les carreaux des bandes «a», «b», «c», «f», «g», «h», «i», aussi que par les carreaux de «d3» et «e3» pour les consigner dans le tableau 6. Le temps du levé (8 h 28 mn) permet de savoir le sinus de la hauteur du soleil pour le point médian de chaque carreau ( $\text{Sin } h_{\odot i}$ ) et l'incorporer,

également, au tableau. On trouve ensuite la valeur moyenne du sinus de la hauteur du soleil pour les carreaux de référence ( $\text{Sin } h_{\odot \ominus}$ ) qui est égale, le cas échéant, à 0,788. Le rapport de la valeur moyenne du sinus de la hauteur du soleil pour les carreaux de référence et du sinus de la hauteur du soleil, pour le point médian, est trouvé pour chaque carreau et rapporté sur le tableau. Les coefficients de luminance des carreaux du désert (tableau 6) sont multipliés par le rapport correspondant des sinus et les données obtenues sont fixées dans le tableau 7. C'est sur la base de données du tableau 7 qu'on trouve au moyen de courbes d'étalonnage (fig. 4) la valeur de la phytomasse aérienne pour chaque carreau et qu'on fait figurer les résultats sur la carte.

Pour la détermination de la phytomasse à l'intérieur des carreaux on utilise la courbe d'étalonnage correspondant au coefficient de luminance du sol du carreau donné. Le coefficient de luminance du sol est trouvé d'après la situation du carreau sur la carte des sols (fig. 5, tabl. 3). Au cas où le carreau renferme les sols des différents massifs, le coefficient de luminance du sol sera déterminé comme la moyenne pesée compte tenu du poids de la superficie des sols de chaque massif.

Tableau 4

Transparence de l'image des carreaux de désert (unités relatives)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a			118	112	108	85	77	77	77					
b			104	112	140	125	83	80	83	87	83			
c			107	113	125	100	79	78	79	78	73	86		
d			117	104	78	77	76	77	77	86	78	67		
e			115	108	70	82	77	76	74	89	83	60	140	
f			113	109	100	110	85	80	93	115	75	82	130	
g			111	116	118	117	106	111	112	111	80	79		
h			124	113	121	117	110	107	114	116	103	107		
i			124	122	126	118	118	116	118					

Tableau 5

Coefficients de luminance des carreaux de référence

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
d				0,255	0,195	0,209	0,209	0,204	0,204	0,221	0,210	0,190	0,295	
e				0,260	0,255	0,250	0,221	0,211	0,225	0,276	0,215	0,212	0,280	

Tableau 6

Coefficients de luminance des terrains pastoraux

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a			0,255	0,249	0,245	0,212	0,202	0,204	0,208					
b			0,239	0,250	0,290	0,271	0,210	0,210	0,213	0,220	0,216			
c			0,242	0,252	0,273	0,236	0,208	0,210	0,211	0,211	0,206	0,226		
d			0,258	0,251	0,207	0,209	0,205	0,208	0,209	0,223	0,214	0,200		
e			0,258											
f			0,256											
g			0,254	0,261	0,266	0,266	0,252	0,260	0,263	0,262	0,215	0,218		
h			0,272	0,260	0,274	0,268	0,258	0,255	0,267	0,276	0,255	0,262		
i			0,274	0,274	0,278	0,270	0,282	0,269	0,276					

Valeurs corrigées des coefficients de luminance des pâturages

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a			0,268	0,260	0,255	0,220	0,209	0,209	0,209					
b			0,249	0,260	0,300	0,280	0,215	0,213	0,215	0,221	0,215			
c			0,252	0,261	0,280	0,241	0,212	0,211	0,212	0,211	0,204	0,221		
d			0,267	0,249	0,212	0,211	0,208	0,210	0,220	0,221	0,212	0,195		
e			0,265	0,265	0,195	0,209	0,209	0,204	0,204	0,221	0,210	0,190	0,295	
f			0,263	0,256	0,255	0,250	0,221	0,211	0,225	0,276	0,215	0,212	0,280	
g			0,260	0,266	0,270	0,268	0,252	0,260	0,262	0,260	0,213	0,212		
h			0,278	0,263	0,276	0,268	0,258	0,253	0,262	0,265	0,248	0,253		
i			0,278	0,275	0,280	0,270	0,270	0,265	0,270					

## BIBLIOGRAPHIE

1. *Vinogradov B.* Méthodes aériennes d'étude de la végétation des zones arides. Moscou-Léninegrad, 1966.
2. *Gringof I.* Les plantes du désert de Kara-Koum et le facteur climatique. Travaux du SARNIGMI, ed. 34 (49), Léninegrad, 1967.
3. Etudes du milieu naturel depuis les stations orbitales pilotées. Sous la direction de K. Kondratiev. Guidrométéoizdat, Léninegrad, 1972.
4. Directions méthodiques pour la détermination des paramètres du tapis végétal par la méthode photométrique. Tachkent, 1972.
5. Directions méthodiques pour la détermination des paramètres du tapis végétal par la méthode du rapport des coefficients de luminance dans deux domaines du spectre. Tachkent, 1972.
6. *Ratchkoulík V., Sitnikova M.* Certains problèmes relatifs à la détermination aérospatiale de la biomasse des pâturages de désert et des plantations de cultures agricoles. Météorologie et Hydrologie, 1976, n° 6.
7. *Ratchkoulík V., Ouraganov V.* La corrélation entre le coefficient de luminance des champs de blé et le coefficient de luminance du sol. Météorologie et Hydrologie, 1970, n° 11.
8. *Soloviova I.* Convertissement des clichés pris par satellite en projection cartographique au moyen d'ordinateur. Travaux du Centre de Météorologie, ed. 110, 1973.
9. *Sonetchkine D.* Le décodage météorologique des clichés de la Terre pris depuis l'espace. Travaux du Centre de Météorologie, ed. 98, 1972.
10. *Tomine Y.* Evaluation de la précision de mesure du rendement moyen des parcours d'après les données de la photographie aérienne. Travaux IZM, 1(50), Moscou, 1973.
11. *Ouraganov V.* La possibilité d'utilisation de la photographie pour la détermination des paramètres du tapis végétal. Travaux du SARNIGMI, 1972, ed. 64 (79).
12. *Tsarev B.* Emploi des palettes transformables pour le décodage des clichés pris par satellite. Travaux du SARNIGMI, ed. 33 (114), 1975.
13. *Yanichevski Y.* Appareils actinométriques et méthodes d'observation. Guidrométéoizdat, Léninegrad, 1957.
14. *Pearson R.L., Miller L.D.* Remote mapping of standing crop biomass for estimation of the productivity of the shorgrass prairie. Proc. 8-th Internat. Symp. Remote Sensing Environment, Ann Arbor, 1972.

## PREVISION DES VARIATIONS ET DU RENDEMENT DES PRES DE FAUCHE ET DE PATURAGE

par S. Bedarev — docteur en sciences biologiques, chef  
du laboratoire de KAZNIGMI (Alma-  
Ata)

R. Plissak — licencié en sciences biologiques, chercheur  
supérieur de l'Institut de la botanique de  
l'Académie de Sciences de la République  
de Kazaquie (Alma-Ata)

L'utilisation des ressources naturelles, y compris les terrains utilisés pour la production des fourrages, repose d'une part sur le niveau de développement de l'économie et des forces productives, et d'autre part sur les particularités spécifiques du pays. Sous ce rapport, le Kazakhstan est un exemple frappant des modifications survenues dans le système d'utilisation des domaines au fur et à mesure de l'évolution des forces productives.

Au cours des dernières années, beaucoup de sovkhos spécialisés dans l'élevage du mouton ont été organisés dans les zones désertiques et subdésertiques. Dans un proche avenir, les besoins en eau de l'ensemble du territoire seront satisfaits, si bien qu'on pourra effectuer la gestion des prairies et des pâturages en respectant rigoureusement les recommandations scientifiques, en réalisant des rotations différentielles des pâturages, en créant des assolements fourragers au niveau de la ferme, etc.

Les paysages naturels variés du Kazakhstan comprennent des différents types de prés de fauche et de pâturage, ce qui détermine leur utilisation possible pendant toutes les saisons de l'année.

On connaît à présent grosso modo le maximum du cheptel pour chaque région aride. Limité par des considérations pratiques, le cheptel était déterminé en fonction de la capacité des pâturages au cours des années à rendement maximal. Or, dès que le rendement en fourrage tombe à cause de la sécheresse, le cheptel peut diminuer brusquement. On sait que dans certaines régions du Sahara le cheptel a diminué de cinq fois à cause d'une sécheresse prolongée.

Il est notoire que le développement et le rendement des domaines naturels dépendent beaucoup de l'ensemble des facteurs météorologiques et autres. Si l'année est défavorable, le rendement peut diminuer de deux ou trois fois, ce qui perturbe gravement la gestion des domaines, nuit au maintien du cheptel et à sa reproduction.

En ce qui concerne les prés de fauche inondés, ils méritent une attention particulière, à cause des bonnes récoltes des plantes fourragères qu'ils donnent d'année en année. Cette récolte est une bonne réserve pour la fabrication du fourrage ensilé, de la farine d'herbe, etc.

Sur le territoire de l'Union Soviétique, il y a actuellement environ 9 millions d'hectares de prés de fauche inondables, dont 30 % sont situés dans la steppe

boisée ou non, et 15 %, dans les zones semi-aride et aride. Bien que les prés inondables ne fassent qu'une fraction insignifiante de l'ensemble des domaines naturels produisant les fourrages, la quantité de foin qu'on y coupe représente une partie non négligeable de la quantité globale. En raison de la valeur exceptionnelle des prés inondables pour la balance fourragère, il convient de les étudier systématiquement afin de pouvoir les exploiter à fond, ainsi que d'améliorer et d'enrichir la couverture végétale.

Nous savons que la croissance, le développement et la productivité des plantes sur les terres inondées dépendent beaucoup du régime hydrologique de la rivière, ainsi que d'autres facteurs écologiques. Il est indispensable donc de considérer le développement des plantes en fonction d'un ensemble de facteurs environnants, et surtout des paramètres hydrométéorologiques. En cherchant à cerner les dépendances, on rencontre des difficultés notables, liées au fait que le régime d'inondation des terres adjacentes aux cours d'eau varie sensiblement d'année en année, ce qui fait que le développement phénologique et la productivité des plantes présentent également des variations sensibles.

Lorsque l'inondation est régulée, les choses se présentent autrement. Au cours des dernières décennies, d'importantes retenues d'eau ont été créées tant en Union Soviétique qu'à l'étranger. En aménageant une retenue d'eau artificielle, l'homme modifie profondément l'environnement. Les retenues d'eau permettent de mettre à profit les ressources d'eau des fleuves afin de satisfaire les différents besoins de l'économie nationale. D'autre part, l'édification des centrales hydro-électriques conduit à des conséquences négatives, parmi lesquelles on peut citer l'inondation permanente des domaines agricoles précieux, l'apparition des terres marécageuses, la salinisation des sols, etc. La pratique de construction d'ouvrages hydrauliques montre que les domaines fourragers précieux situés en aval des cours d'eau souffrent parfois d'une manière très grave. On connaît par exemple les dommages causés par la construction hydraulique dans le delta de la Volga et de l'Akhtouba, dans la vallée du fleuve Irtych, etc. A la suite de la perturbation du régime d'inondation, beaucoup de prés anciennement inondés sont devenus secs; la végétation des prés commence à dégrader; la hauteur des plantes ne dépasse pas 50-60 cm. Les plantes les plus atteintes sont des graminées à grande valeur fourragère, telles que: *Elytrigia repens*,

*Bromus inermis*, *Poa pratensis*, etc. La plupart de ces plantes a cessé de fructifier; sur une superficie étendue, des herbes variées à mauvaise appétibilité ont commencé à dominer, ce qui a occasionné la perte de beaux terrains de fauche et l'apparition de médiocres pâturages à plantes adventices.

Puisque les rythmes de développement et le rendement de la végétation sont étroitement liés aux facteurs hydrométéorologiques et à l'activité agricole de l'homme, nous allons considérer certains aspects de cette influence sur les prés de fauche et de pâturage situés dans les zones arides du Kazakhstan.

Il est connu que les variations saisonnières du paysage doivent être considérées comme l'une des manifestations finales des liens entre les composantes vivantes et mortes de l'environnement. Afin d'évaluer un territoire ou paysage quelconque, on doit donc disposer obligatoirement d'une information suffisamment précise sur la nature du changement de ses aspects au long de l'année ou pendant un autre laps de temps quelconque.

L'étude des variations saisonnières ou du développement phénologique de la couverture végétale, entreprise dans le but de mettre en évidence les lois d'évolution des paysages ou des biogéocénoses, présente un grand intérêt au point de vue pratique et scientifique. Une caractéristique phénologique suffisamment objective de la région, jointe à d'autres estimations naturelles, sociales et économiques, constitue le fondement scientifique absolument indispensable pour la bonne résolution des problèmes de découpage économique général des domaines, ainsi que de la répartition et de la spécialisation des secteurs de l'économie nationale.

Lorsqu'il s'agit d'un terrain utilisé pour la production spontanée des fourrages, les aspects phénologiques revêtent une importance encore plus grande. La couverture végétale des zones arides se compose de formes vitales différentes, qui ont le cycle végétatif de durée variée, ce qui a une influence notable sur le caractère d'exploitation des pâturages. Grâce à une telle variété, les animaux en pacage reçoivent la nourriture verte pendant presque 7 ou 8 mois, ce qui est nettement propice au comportement général et à la fertilité des animaux.

La plupart des mesures de gestion pratiquées en prairiculture s'avèrent d'autant plus efficaces que l'information sur l'état de la végétation et sur la production de la phytomasse est arrivée plus tôt; en d'autres mots, les prévisions agrométéorologiques doivent arriver aussi vite que possible. Connaissant le pronostic exact du début de la repousse au printemps, les organismes chargés de la planification mettent au point un schéma d'utilisation des pâturages compte tenu de l'existence de telle ou telle forme vitale des plantes sur le terrain. Par exemple, les terrains à prédominance des laiches (*Carex physodes*, *C. pachystylis*) et d'autres éphémères et éphéméroïdes pourront être utilisés pour broutage avant les autres. Si l'association végétale comprend des plantes dont le cycle est plus prolongé, il est conseillé de retarder leur utilisation

jusqu'à ce que la masse accumulée par les plantes atteigne son maximum ou que leur qualité nutritive et leur appétibilité deviennent les plus élevées. De surcroît, la connaissance des délais de succession des principales phases de développement des plantes permet de calculer les délais de formation de la récolte des fourrages.

Les études phénologiques portent actuellement non seulement sur des plantes cultivées mais aussi sur des plantes spontanées. Ces études permettent de définir le développement de la végétation en fonction de l'ensemble des facteurs de l'environnement qui influencent son développement. Les conditions qui déterminent le développement des plantes étant extrêmement variées, il est utile de trouver les causes premières des rythmes saisonnières de la végétation et du caractère de l'interaction organisme-milieu.

Les facteurs extérieurs peuvent être divisés en principaux et auxiliaires. Parmi les facteurs principaux, citons l'humidité du sol, la température de l'air et du sol, la radiation solaire, etc. Parmi les facteurs auxiliaires (ou indirects), on doit indiquer la profondeur de la couche de neige et sa répartition suivant les éléments du relief, l'exposition des pentes des terres de sable, la nature du substrat, la densité de sa couverture végétale; etc. Par exemple, la quantité de neige dans le désert est faible, mais le vent provoque des amoncellements de neige dans les dépressions et sur les certaines pentes, si bien qu'aux endroits où la neige persiste, les phases initiales de la végétation risquent d'être retardées.

L'exposition est importante pour la vitesse de chauffage du sol. Les mêmes plantes végètent différemment si la somme des températures positives croît plus ou moins vite. Les pentes sud s'échauffent plus rapidement, et la floraison des plantes qui y poussent arrive plus tôt que sur les pentes nord, ce qui est surtout facile à voir si la floraison de l'espèce considérée est précoce.

Les observations phénologiques et autres de la végétation sur les terrains de fauche et de pâturage pendant toute la saison ont une importance particulière, surtout dans des conditions stationnaires. Les résultats des observations de la phénologie, de la croissance linéaire et du poids de la phytomasse (réserve de fourrages) effectués dans le contexte des conditions agrométéorologiques sont précieux pour la mise en évidence des particularités de développement des plantes. En confrontant le cycle de vie saisonnier des plantes et les changements parallèles du biotope, on comprend mieux les rythmes de développement des plantes; les conséquences pratiques sont extrêmement importantes, car elles déterminent les possibilités de l'utilisation rationnelle des prés de fauche et de pâturage et permettent de prévoir le rendement en fourrages sous divers aspects.

Etant donné que la végétation naturelle dans les zones arides est très variée et joue un rôle non négligeable dans la balance fourragère tout au long de l'année, nous nous attacherons à examiner certains

aspects phénologiques propres aux plantes de ces régions.

Dans le désert Nord-tourannien l'influence décisive revient aux conditions qui ont lieu au printemps. On sait par exemple que chaque phase de développement d'une plante ne peut commencer que si toutes les conditions y sont favorables. Un déficit de chaleur ou d'humidité peut se repercuter sur la vitesse de telle ou telle phase, ainsi que sur l'état et la quantité des différentes espèces dans l'association. En fonction des conditions qui ont lieu au printemps, il arrive que le début de la végétation de nombreuses plantes se trouve décalé de une ou deux décades.

Le commencement de la végétation des plantes dépend non seulement des facteurs météorologiques, mais aussi des particularités biologiques intrinsèques des espèces, et en premier lieu de la structure et de la profondeur de l'appareil radical, car on sait que la profondeur des racines peut servir d'indicateur et de régulateur des délais de végétation. Grâce à la faible profondeur de leurs racines, les éphéméroïdes et certaines plantes pérennes peuvent commencer à végéter dès que le soleil de printemps a commencé à chauffer la couche superficielle du sol. Dans certaines années, le développement intensif des éphémères et des éphéméroïdes est conditionné par les décades chaudes et pluvieuses qui ont lieu au début du printemps.

Quand le printemps est tardif et froid, les éphéméroïdes de toutes les espèces sont plutôt rares, malgré de bonnes réserves d'eau dans le sol. Si le printemps est hâtif et chaud, les conditions sont favorables au développement de la végétation éphémère, surtout des espèces *Poa bulbosa*, *Alyssum desertorum*, *Lappula*, etc. Les observations réalisées permettent de supposer l'existence d'une relation étroite entre les rythmes de développement des plantes et les conditions agrométéorologiques. Beaucoup d'éphémères, éphéméroïdes et plantes pérennes se développent cependant dans des conditions environnantes très variées. Certaines plantes passent par toutes les phases phénologiques quand l'humidité du sol est presque minimale, et d'autres exigent une humidité relativement élevée.

Le fait que les phases principales de développement des plantes dépendent de la température de l'air et de la quantité d'eau accessible indique l'existence des relations que nous appellerons «hydro-thermo-phénologiques». Considérons les délais de floraison et de fructification des plantes à cycle court en fonction de la quantité d'eau accessible dans la couche 0-40 cm du sol, ainsi qu'en fonction de la température de l'air. Au point de vue de la floraison et de la fructification, on peut classer les plantes en plusieurs groupes qui demandent des conditions particulières de la part du milieu.

Sous ce rapport, nous classons dans le premier groupe les espèces d'éphémères et éphéméroïdes qui demandent la réserve maximale d'eau accessible (29 à 32 mm) et une température de l'air de 10 à 14 °C pour la floraison et de 13 à 20 °C pour la fructification: ce sont *Ranunculus platyspermus*, *Ceratocephalus*

*falcatus*, *Filago arvensis*, *Euphorbia rapulum*, *Gagea stipitata* et plusieurs autres espèces.

Les phases de floraison et de fructification des plantes du deuxième groupe ont lieu lorsque la température de l'air est élevée mais que les réserves d'eau accessible dans le sol sont moins importantes (23 à 26 mm). Parmi les plantes de ce groupe, on doit signaler *Meniocus linifolius*, *Potentilla dealbata*, *Rhinopetalum karelinij*, *Tulipa patens*, *T. biflora*, *Trigonella arcuata*, etc.

Les plantes du troisième groupe (*Alyssum dasycarpum*, *Lepidium perfoliatum*, *Malcolmia circinata*, *Poa bulbosa*, *Ferula caspica*) et du quatrième groupe (*Colpodium humile*, *Ferula tatarica*, *Tauscheria lasiocarpa*, *Kirilovia eriantha*) entrent en floraison quand la température de l'air est sensiblement élevée (environ 17 °C) mais que les réserves en eau utile diminuent brusquement (17-18 mm).

On voit que l'arrivée des phases principales de développement des plantes éphémères et éphéméroïdes exige des températures d'air et des réserves en eau variées, ce qui témoigne de la bonne rusticité des plantes et assure une large propagation des espèces dans la zone aride.

En plus des plantes à cycle court, on rencontre en Asie Centrale, au Kazakhstan et dans d'autres régions arides des plantes dont la période végétative est nettement prolongée, de même que leurs phases de développement. Dans les déserts du Sud, beaucoup de plantes commencent à végéter en moyenne à la fin du février et au début du mars, et dans les déserts du Nord, fin mars—début avril. Si le printemps est hâtif en chaud, la repousse peut commencer de 15 à 20 jours plus tôt que d'habitude. Par exemple, sur les pâturages du Kyzyl-Koum le décalage possible entre les premiers et les derniers délais de début de la végétation peut varier entre 32 et 65 jours.

L'établissement d'une relation entre le commencement de telle ou telle phase de développement des plantes et les facteurs météorologiques est un problème d'importance majeure, car il détermine la date optimale du commencement du broutage. Si les animaux sont menés en pacage avant cette date, les conséquences peuvent être désastreuses, notamment à cause d'un piétinement excessif, de l'humidification trop forte des couches superficielles du sol, de la destruction prématurée, partielle ou même totale, des plantes à bonne appétibilité; ce dernier facteur affaiblit l'organisme végétal, car les substances plastiques y seront consommées trop vite. Connaissant les délais du renouvellement de la végétation des plantes, l'intensité de la repousse et la hauteur nécessaire pour l'utilisation du pâturage, les spécialistes de l'exploitation peuvent planifier l'utilisation des terrains de pâturage au printemps à bon escient, en respectant l'alternance saisonnière et en se conformant aux qualités nutritives et à l'appétibilité de telle ou telle espèce de plantes.

Sachant que l'apparition des premières pousses vertes au printemps dépend avant tout de la température et que les réserves d'eau au printemps sont géné-



ralement optimales, on détermine la phase de renouvellement de la végétation en fonction des jours et des sommes des températures maximales de l'air pendant la période entre le passage par 0 °C de la température moyenne journalière et le renouvellement de la végétation. Cette relation est assez étroite; son facteur de corrélation constitue  $0,944 \pm 0,006$ . La relation a été dégagée pour les plantes de pâturages dont le renouvellement commence dès que la somme des températures maximales de l'air a atteint 400°. Pour les plantes exigeant une somme des températures maximales plus grande que 400°, le facteur de corrélation est  $0,87 \pm 0,04$ .

L'équation de la régression est respectivement:

$$U = 0,093q + 1,011$$

et

$$U = 0,05q + 14,45$$

où U est le nombre de jours;

q, la somme des températures maximales de l'air pendant la période entre le passage par 0 °C de la température moyenne journalière et le renouvellement de la végétation.

Les relations dégagées permettent d'établir la date du commencement de l'utilisation des pâturages pour le broutage au printemps. Connaissant la date du renouvellement de la végétation des plantes, on peut, en se servant de l'équation de régression

$$U = 0,07q + 0,8$$

et en prenant r égal à  $0,93 \pm 0,02$ , calculer les délais de commencement du pacage conformément aux prévisions synoptiques à long terme et à la hauteur connue des plantes sur le pâturage. Dans cette dernière équation

U est la durée de la période entre le renouvellement de végétation et le commencement du pacage;

q, la somme des températures moyennes journalières pour la même période.

Il arrive cependant que, le seuil de 0 °C étant franchi, les plantes végètent déjà depuis un certain temps. La repousse des plantes hâtives (*Agropyron sibiricum*, *Kochia prostrata*, *Artemisia terrae-albae*) commence souvent dès que la couche de neige est partie, grâce à la bonne insolation et au chauffage de la couche supérieure du sol. Pour de tels pâturages, on peut faire le calcul en se basant non sur le seuil de 0 °C mais sur la somme des températures maximales comptées depuis le départ de la couche de neige. Les résultats obtenus confirment la relation (facteur de corrélation  $r = 0,91 \pm 0,03$ ).

La croissance et le développement des plantes de la zone subdésertique ou des steppes désertiques dépendent également, dans une large mesure, de la quantité de précipitations atmosphériques ou des réserves d'eau dans le sol. Si les précipitations sont de 130 à 140 mm dans le désert, elles peuvent varier entre 200 et 250 mm dans la zone subdésertique, c'est-à-dire que'elles sont

un peu plus importantes. Malgré cette différence, l'humidité reste un facteur limitatif sur ce territoire, bien que la température puisse également jouer un rôle appréciable et modifier d'une façon considérable la durée de chaque phase et de la période végétative dans son ensemble.

Les espèces principales qui déterminent le paysage de la steppe désertique sont: *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *S. sareptana*, *Artemisia lerceana*, *A. pauciflora*, *A. terra-albae*, *Linosyris tatarica*, *Kochia prostrata*, etc.

Les associations végétales comprenant des *Stipa* et la *Festuca* fournissent d'excellents fourrages, surtout pendant le printemps, ainsi que dans les premiers jours du printemps avant la floraison. Vers cette période les plantes indiquées accumulent une grande masse des organes aériens, et la détermination des délais des phases principales de leur développement offrent un intérêt.

Presque toutes les espèces énumérées des *Stipa* commencent à végéter 13 à 14 jours après le seuil de 0 °C en moyenne; pendant cette période, la somme des températures positives s'élève à environ 35 ou 40°. L'épiaison des stipas commence dans la plupart des cas dans la troisième décade de mai, ou au bout de 35 à 40 jours après le renouvellement de la végétation. La somme des températures moyennes journalières constitue de 490 à 520°, tandis que la somme des déficits d'humidité de l'air au cours de la même période est égale à 320-340 mb.

Les terres inondables ont un grand potentiel de production, grâce aux réserves d'eau qu'elles accumulent. Puisque les prairies d'inondation appartiennent au type intrazonal de la végétation, c'est le régime hydrologique qui constitue le facteur principal déterminant les conditions écologiques de la prairie, sa composition floristique, de même que les particularités de croissance des plantes. Parmi les paramètres hydrologiques, il convient de signaler en tout premier lieu le régime d'inondation, qui se caractérise par sa durée, sa situation dans le temps et la puissance de la couche d'eau. On doit aussi prendre en considération les conditions climatiques et météorologiques de la région concernée, le relief, les types de sols, leur degré de salinité. Toutes ces conditions forment une composition botanique déterminée des terres inondables, leur productivité, les variations de croissance et de développement. Il s'ensuit que des plantes déterminées, présentant leurs propres particularités du cycle de développement, peuvent végéter dans des conditions différentes créées sur les terres inondées.

Le commencement de la végétation des plantes sur les terres inondables dépend de la température de la rhizosphère, qui est déterminée à son tour par la température générale au printemps et par l'humidité du sol. On sait que les sols humides s'échauffent assez lentement au printemps à cause de leur conductivité thermique insuffisante et des grandes pertes d'évaporation. Les études ont montré que le sol tourbeux commence à se dégeler d'abord aux endroits non inondab-

les. Quand l'eau atteint une température de 4 ou 6 °C, elle pénètre dans les porosités vides et contribue à un dégel plus rapide des compartiments de terrain inondés. Par exemple, le roseau commun (*Phragmites communis*), dont le régime habituel est le régime de crues, reprend la végétation à des dates souvent différentes, ce qui tient à ce que la rhizosphère est chauffée au printemps d'une façon irrégulière.

Lorsque le printemps est hâtif mais lent et que la température s'élève lentement, le sol inondé dégèle et s'échauffe plus vite que le sol sec. Le roseau entre donc plus vite en végétation sur le terrain inondé que sur le terrain sec.

Quand le printemps est tardif mais que la température s'élève par bond, le sol sec devient chaud plus vite que le sol caché sous une couverture d'eau. Cela tient à ce que l'eau remplissant les interstices entre les particules du sol possède une plus grande inertie thermique que l'air qui envahit les porosités du sol non inondé. Le roseau commence donc à végéter plus tôt sur le sol sec que sur le sol inondé; sa période végétative recommence dès que la couche de sol de 20 cm a atteint une température de 10–11 °C, dans des conditions d'inondation variées.

En plus du roseau qui est répandu généralement à l'aval, il y a des plantes poussant sur les terres inondables dans le cours moyen des rivières qui participent activement à la balance fourragère; la décrue y a lieu aux mois de mars ou d'avril, c'est-à-dire avant le renouvellement de la végétation. Au cours de la période s'étendant à partir du débâcle et jusqu'au commencement de la végétation, la somme des températures accumulées peut servir d'indice signalant le renouvellement de la végétation. On compte ces sommes à partir du moment de débâcle, parce que l'eau commence à envahir ces terres à partir de l'automne et forme des croûtes de glace sur les prés dont l'épaisseur peut atteindre en hiver 40 à 50 cm. Le sol sous-jacent gèle également à une certaine profondeur et ne commence à dégeler qu'après le débâcle de printemps. Comme la température de l'eau est liée à celle de l'air, on comprend que la température de l'air détermine le dégel et l'échauffement du sol tant pendant la crue qu'après la décrue.

Sur les terres rarement inondables et non inondables du delta de Fourmanovka (aval de la rivière Tchou), le renouvellement de la végétation est enregistré à la première élévation sensible de la température de l'air. C'est ainsi qu'on a enregistré, pour l'agropyre rampant (*Aneurolepidium repens*) le commencement de la végétation après cinq jours pendant lesquels la température moyenne de l'air a atteint 8,6 °C.

Nous avons déjà souligné l'importance scientifique et pratique de la détermination des délais du commencement et de la durée des phases subséquentes de développement, surtout pour les phases qui déterminent le fauchage, la collecte des graines, etc. En ce qui concerne le roseau, une attention particulière doit être accordée au commencement de la formation de la panicule, car, coupées en ce moment, les plantes fournis-

sent un fourrage remarquablement nutritif et bien accepté par les animaux. Bien que l'alimentation en eau des plantes sur les terres inondables soit suffisante (proximité de la nappe phréatique, crues fréquentes), ce sont les conditions hydrométéorologiques de l'année qui exercent une influence notable sur les délais de l'épiaison, de la floraison et de la fructification des plantes. Par exemple, en fonction du moment de la décrue, la période entre le recommencement de la végétation du roseau commun et la formation de la panicule peut varier entre 82 et 116 jours. Les sommes des températures au-dessus de zéro varient en conséquence, pour la période considérée, entre 2290° (sur les terres fortement inondées) et 1600° (terres sèches).

D'après le caractère de son développement phénologique, le roseau est classé parmi les plantes à cycle long. Si l'eau reste longtemps sur le sol tourbeux inondé à l'aval, sa génération est tardive, bien que la croissance soit intense. Il y a des années où il forme des roselières en fin d'avril et au début de mai hautes de 140 à 160 cm, alors que la hauteur du roseau sur les prés ne dépasse pas 20 à 40 cm. Vers le 15 mai, les roselières atteignent 240 à 320 cm de haut, à peu près 70 cm étant sous l'eau. La floraison commence à la fin du mois d'août et dure 9 ou 10 jours; la maturation des graines ne prend fin qu'au début de l'octobre.

Les plantes moins exigeantes vis-à-vis de la durée de maintien et à la profondeur des eaux de crues (*Aneurolepidium repens*, *Calamagrostis epigeios*, *Hordeum bogdani*, etc.) présentent des cycles de développement plus stables. La somme des températures positives entre le début de la végétation et la floraison est dans ces cas variable. Pour l'agropyre rampant et l'orge de Bogdan, les meilleurs délais de coupe sont proches de la phase de floraison, lorsque les sommes des températures sont voisines de 1100 et de 1200° respectivement, tandis que pour les associations à prédominance du roseau des sables, on attend la formation de la panicule. La somme des températures sera sensiblement la même que pour les espèces indiquées plus haut, de 1100 à 1150° en moyenne. Pour le roseau commun, les délais de coupe dépendent du régime d'inondation; les sommes de températures varient entre 1600 et 2290°.

On vient d'examiner certains aspects de l'influence des facteurs météorologiques sur la croissance et le développement des plantes sur les prés de fauche et de pâturage. On a considéré surtout les plantes des prés à régime d'inondation spontané. Or, puisque la plupart des cours d'eau sont réglés à l'heure actuelle, l'inondation des prés est étroitement liée aux activités économiques de l'homme. Considérons certains aspects de l'influence de l'écoulement réglé sur le développement et la productivité des prés.

La construction des centrales hydro-électriques et la création de vastes retenues d'eau modifie considérablement le milieu naturel, tant en amont qu'en aval de l'ouvrage. La pratique de la construction hydraulique montre que ce sont les terres situées en aval qui subissent les dommages les plus forts en ce qui concerne la

production fourragère. Des conséquences très graves se sont déjà fait sentir, par exemple, sur les terres inondées par la Volga et l'Akhtouba, dans la vallée du fleuve Irtych (centrale Oust-Kaménogorskaïa), etc.

La question liée à la perte de plusieurs millions d'hectares de terres généralement précieuses pour la production fourragère à la suite de la construction des ouvrages hydrauliques exige une étude minutieuse, des prévisions des changements qui risquent de se produire au niveau du milieu, ainsi que la recherche des moyens de compenser ces pertes.

L'utilisation d'une partie de l'écoulement de la rivière Ili pour le remplissage de la retenue d'eau Kaptchagaïskaïa, d'un volume de 20 à 28 km<sup>3</sup>, a profondément modifié le régime hydrologique du delta existant, de même que les conditions hydrogéologiques, les processus de pédogenèse et la formation de la couverture végétale.

La construction de la centrale Kaptchagaïskaïa et du réservoir d'eau a permis de réguler le volume et les délais des lâchures vers l'aval de l'Ili. Or, en raison du relief alvéolaire, l'écoulement fluvial est réparti d'une façon irrégulière sur le territoire du delta. C'est pourquoi le problème principal — le ravitaillement en eau des grandes superficies servant à la production des fourrages au cours de la période initiale de remplissage de la retenue d'eau Kaptchagaïskaïa — n'a pas trouvé sa solution. Pendant les premières années de lâchures artificielles (1970–1974) les terres inondées avaient une superficie maximale de 35 000 ha utilisés pour la production des fourrages, tandis que l'ensemble des sols hydromorphes du delta occupe à peu près 400 000 ha.

137 000 ha sont occupés par les associations de graminées (*Phragmites communis*, *Aneurolepidium repens*, *Calamagrostis epigeios*) et de graminées — herbes diverses (*Glycyrrhiza uralensis*, *Calamagrostis epigeios*) sur les sols alluviaux de prairies, par le roseau commun (*Ph. communis*) sur les sols marécageux et les prairies marécageuses, par le roseau commun et le roseau des sables (*Ph. communis*, *C. épigeios*), le roseau commun et les herbes diverses (*Ph. communis*, *Glycyrrhiza uralensis*) sur les sols marécageux de prairies, au rendement de 0,25 à 3,56 t/ha. Au cours de la mise en eau de la retenue la plupart de ces prés ne sont pas ravitaillés en eau et présentent donc un rendement médiocre: de 0,2 à 0,8 t/ha.

Plus de 45 000 ha sont occupés par les associations de roseaux, de roseaux et soudes (*Echinopsilon hyssopifolium*, *Ph. communis*), les herbes adventices (*Karelinia caspica*, *Alhagi pseudalhagi*), les graminées et herbes adventices (*idem* et *Ph. australis*), les herbes adventices et tamaris (*Tamarix ramosissima*, *Karelinia caspica*) et d'autres associations sur les sols hydromorphes séchés et en cours de dessèchement (rendement entre 0,09 et 0,56 t/ha). Ce sont des pâturages d'automne, fauchés par secteurs, pour les ovins et les bovins. Environ 115 000 ha sont occupés par les associations de roseaux et tamaris (*T. ramosissima*,

*Ph. australis*), les arbustes (*Eurotia ceratoides*, *Halimodendron halodendron*, *Tamarix ramosissima*), les soudes annuelles (*Climacoptera brachiata*, *Ceratocarpus arenarius*), les karelinia et les eurotia (*Eurotia ceratoides*, *Karelinia caspica*), ainsi que par d'autres associations habituelles des sols hydromorphes désertisés et en cours de désertification. Leur rendement varie entre 0,01 et 0,05 t/ha. Ce sont actuellement des pâturages d'automne pour ovins.

Nos observations des variations survenues au niveau des associations végétales de prairies dans les conditions d'un écoulement fluvial régulé montrent que la végétation du delta réagit très vivement aux changements du facteur hydrologique à cause de la prédominance des sols légers, présentant une faible capacité d'aspiration et de rétention d'eau, sur les différents éléments du relief du delta contemporain (rehaussements bordant les lits, dépressions entre les lits). Si l'inondation fait défaut pendant un an ou deux, il se produit des modifications notables tant dans la composition que dans le rendement des prés de fauche. En ce qui concerne la composition botanique, on remarque l'accroissement des herbes adventices phréatophytiques (*Lepidium sibiricum*, *Cirsium arvense*, *Alhagi pseudalhagi*), des trichohydrophytes — soudes annuelles (*Suaeda linifolia*, *Chenopodium album*), ainsi que des plantes venimeuses (*Oxytropis puberula*, *Goebelia Alopecuroides*). Si les inondations superficielles cessent et les sols hydromorphes se dessèchent, les plantes fourragères de valeur (*Aneurolepidium repens*, *Elymus multicaulis*) tendent à disparaître sur les prés, tandis que les herbes adventices, refusées par les animaux et venimeuses deviennent les dominantes et les édificateurs des associations.

Si aucune inondation ne survient au cours de un ou deux ans, le rendement des ass. *Aneurolepidium repens*, *Phragmites australis*, *Calamagrostis epigeios* u ass. *Ph. austr.* diminue de 0,5 à 1,0 t/ha; celui des ass. *Calamagrostis epigeios*, *Ph. Australis*, *Glycyrrhiza uralensis* diminue de 2 à 6 t/ha.

On assiste, donc, à des modifications très notables survenues déjà après deux ou trois ans d'absence absolue ou presque absolue des inondations sur les prés de fauche dans les conditions de l'écoulement régulé de la rivière Ili: le rendement a baissé, la composition botanique a dégradé à cause de la dominance des plantes adventices, refusées par les animaux et venimeuses.

En planifiant la construction d'ouvrages hydrauliques, il est nécessaire de prévoir ces changements de la couverture végétale afin de mettre en évidence les préjudices possibles pour la production agricole.

A l'occasion de l'établissement du projet de la centrale Kaptchagaïskaïa et de sa retenue d'eau, nous avons été chargés de dresser la prévision des changements possibles au niveau de la couverture végétale.

L'écoulement naturel de la rivière Ili était favorable à l'agriculture. Dans les années humides le niveau du lac Balkhach augmentait, de vastes superficies de prés restaient longtemps sous l'eau, l'élevage subissait des dommages énormes (c'était le cas en 1969), tandis que

dans les années sèches, de grandes superficies de prés de fauche restaient sans alimentation en eau.

Dans notre pronostic du changement de la végétation, nous nous sommes basés sur les conditions fondamentales suivantes définies par la filiale Kazakhe de l'Institut Hydroproïekt S. Jouk:

1) création d'une crue artificielle au début du printemps, d'une durée de 15 à 30 jours, de volume égal à celle de 1969;

2) mise en eau annuelle, au début du printemps, d'une superficie de 350 000 ha, y compris généralement la partie supérieure du delta contemporain, par les eaux de la rivière Jidel;

3) absence de crues en été.

En amont du delta contemporain, tous les bras de rivière, disposés en éventail, sont bordés par les rehaussements assez élevés. Dans les conditions naturelles, à la suite des embâcles, les eaux de crues de printemps franchissaient ces rehaussements et remplissaient les dépressions entre les lits. Au cours des crues d'été, malgré le volume très fort, les eaux ne débordaient pas les berges.

La prévision des conditions pédohydrogéologiques établie à l'Institut de pédologie de l'Académie des Sciences du Kazakhstan (1970) disait qu'à la suite de la régulation de l'écoulement de la rivière Ili le régime hydrologique et les conditions hydrogéologiques dans la partie supérieure du delta contemporain seraient proches des conditions naturelles: crues au début du printemps, perte totale des eaux de crue par infiltration en raison du relief alvéolaire déterminé par les rehaussements en bordure des bras de rivière; nappe phréatique à une profondeur de 1 à 3 m; minéralisation des eaux souterraines dans les limites de 1 à 3 g/l; formation des sols d'après le modèle des sols des prairies, avec prédominance des variétés alluviales et marécageuses, circulation d'eau verticale périodique, faible salinisation du profil en été et en automne.

Puisque la pédogenèse et les conditions hydrogéologiques demeurent proches des conditions naturelles, on s'attend à ce que la végétation sera caractérisée, comme avant la correction de l'écoulement, par la formation des associations de graminées (*Aneurolepidium repens*, *Calamagrostis epigeios*, *Phragmites communis*), d'agrophyre (*E. repens*), d'agropyre et roseau (*Ph. communis*, *A. repens*) sur les sols alluviaux de prairies, et des associations de roseau, de roseau commun-roseau des sables-agropyre (*Ph. communis*, *C. epigeios*, *A. repens*), de roseau commun-roseau des sables (*idem*), d'herbes diverses et graminées (*idem* et *Glycyrrhiza uralensis*) sur les sols marécageux de prairies.

Les inspections géobotaniques réalisées au cours des 5 premières années de mise en eau de la retenue (1970-1974) ont montré que le pronostic des changements de la végétation était correct.

Le projet prévoyait également l'inondation de la partie moyenne du delta contemporain de la rivière Ili au début du printemps par les crues d'un volume de 1,25 km<sup>3</sup> (volume des eaux de crue de 1969) pendant

une période de 15 à 30 jours, afin d'assurer la saturation de la zone d'aération, de manière que les eaux souterraines rejoignent celles de surface.

Si, dans les conditions naturelles, les associations du roseau se développaient quand la profondeur des eaux souterraines était de 0 à 1 (1,5) m, la profondeur des eaux souterraines dans les conditions de l'écoulement corrigé devait présenter les variations suivantes: — mai: 50 cm; — juin: 170 cm; — juillet: 320 cm; — août: 430 cm; — septembre: 450 cm. De cette façon, au cours de la première moitié de la période végétative, les conditions hydrogéologiques seraient proches des conditions spontanées, tandis que vers l'automne, le niveau de la nappe phréatique devait baisser jusqu'à 4 ou 5 mètres. Il en serait de même sur les sols marécageux de prairies occupées par les associations de roseaux. Puisque, vers la fin de la période végétative, les conditions hydrogéologiques devaient empirer, nous prévoyons un abaissement considérable du rendement des associations de roseaux et l'apparition, au sein de ces associations, d'espèces qui supportent bien l'abaissement de la nappe phréatique: *Karelinia caspica*, *Cirsium arvense* (cirse des champs), *Lepidium sibiricum* (passerage sibérienne), *Alhagi pseudalhagi* et autres; plus tard, on s'attend à une grande multiplication des ces plantes adventices phréatophytiques mal acceptées ou refusées par les animaux.

Les sols des prairies se formaient dans les conditions naturelles quand la profondeur des eaux souterraines restait dans les limites de 1,5 à 3,2 m. Le projet prévoyait les variations de cette profondeur: — mai: 50 cm; — juin: 140 cm; — juillet: 250 cm; — août: 350 cm; — septembre: 380 cm.

Conformément à ces profondeurs, la frange capillaire devait se situer en surface ou de 150 à 220 cm plus haut que la nappe phréatique. Ces conditions sont donc sensiblement proches, elles aussi, des conditions naturelles, tandis que la formation des sols s'effectue selon le modèle des sols des prairies.

Puisque les sols des variétés indiquées sont occupés par les associations à prédominance des trichohydrophytes (*Aneurolepidium repens*, *Calamagrostis epigeios* — *A. repens*) dont l'appareil radical se situe dans la zone de la frange capillaire pendant toute la durée de la période végétative, il n'y a aucune raison de prévoir des modifications sérieuses au niveau de la composition ou de la productivité des associations.

En établissant les prévisions du changement de la végétation dans les conditions de l'écoulement régulé de la rivière Ili, on a tenu compte de la particularité spécifique des sols des prairies, qui consiste dans la composition mécanique plus légère des sols. Cette particularité entraîne une diminution brusque des réserves en eau dans le sol lorsque le niveau des eaux souterraines baisse légèrement. C'est pourquoi une inondation superficielle insuffisante risque de causer un dessèchement prononcé et la désertification des sols alluviaux des prairies, surtout présentant une composition mécanique légère, ainsi que la xérophytisation des associations végétales.

En comparant ainsi les conditions pédohydrogéologiques des régimes existant et prévu et en tenant compte des particularités bioécologiques des dominantes et des édificateurs des associations végétales des prés, nous avons dressé la prévision des changements au niveau de la végétation dans le delta contemporain de la rivière Ili pendant le période de mise en eau de la retenue d'eau Kaptchagaïskaïa. Cette prévision est basée sur les principes de V. Dokoutchaïev et de ses disciples concernant une liaison étroite de tous les processus dans les paysages naturels.

La prévision est essentiellement qualitative: on prédit la composition des associations végétales dans les conditions planifiées, l'apparition ou la disparition de telle ou telle espèce, l'implantation possible de nouvelles associations dans les conditions écologiques modifiées.

La prévision contient un chapitre sur le rendement prévu des domaines, qui est absolument nécessaire pour l'établissement des plans économiques d'utilisation de delta contemporain de la riv. Ili, ainsi que pour l'évaluation des dommages possibles pour la production agricole.

Afin de déterminer la possibilité des prévisions du rendement dans les conditions de l'écoulement fluvial corrigé, en se basant sur le dépouillement des données statistiques rassemblées, on a entrepris une analyse corrélationnelle et régressive multicritère des résultats des inspections géobotaniques et pédohydrogéologiques complexes. L'analyse effectuée et le modèle statistique proposé tiennent compte de quelques facteurs à base logique rigoureuse et à valeur informa-

tive maximale, qui déterminent dans une large mesure le rendement des prés de fauche:

- profondeur de la nappe phréatique,  $x_1$  ;
- minéralisation des eaux souterraines,  $x_2$  ;
- réserves d'eau dans le sol (couche 0–100 cm),  $x_3$  ;
- réserves de sels dans le sol (couche 0–100 cm),  $x_4$  ;
- effet total moyen pondéré dans la couche 0–100 cm caractérisant la toxicité des sels contenus dans le sol,  $x_5$  ;
- rendement (facteur résultatif),  $y$ .

Le calcul a été fait pour l'association de roseaux occupant les sols marécageux des prairies dans les dépressions entre bras de rivière du delta contemporain de la rivière Ili.

A la suite de l'analyse statistique des données initiales et des relations bifactorielles dégagées entre le rendement et les paramètres cherchés, on a proposé un modèle régressif linéaire.

$$y = 6,19 - 1,74x_1 - 1,35x_2 + 0,002x_3 + 0,85x_4 - 9,21x_5$$

dont les paramètres ont été recherchés par la méthode des moindres carrés.

En se basant sur ce modèle régressif représentatif des phénomènes étudiées et en tenant compte de la corrélation des facteurs, on a calculé les valeurs théoriques du rendement pour la période considérée.

La filiale Kazakhe de l'Institut Hydroproïekt S. Jouk a tenu compte des éléments principaux de notre prévision en établissant le projet de la centrale Kaptchagaïskaïa et de la retenue d'eau.

## VALEUR FOURRAGERE COMPLEXE DES PATURAGES DESERTIQUES

par B. Djoumanazarov, licencié en sciences biologiques.  
Institut des déserts de l'Académie des Sciences de RSS de  
Turkménie (Achkhabad)

N. Dourdyev, licencié en sciences biologiques. Institut  
des déserts de l'Académie des Sciences de  
la RSS de Turkménie (Achkhabad)

Les nombreuses études, effectuées tant suivant un itinéraire choisi que sur place, ont grandement contribué à l'établissement de l'inventaire des domaines désertiques utilisés au pâturage, des frontières de classes et de types de pâturages, de leur productivité et, d'une façon générale, à la détermination de la capacité des pâturages désertiques de transhumance. Ces études constituent une première étape de l'estimation de la valeur des pâturages désertiques, susceptibles de caractériser l'aspect quantitatif du problème.

Les réalisations de la science et de la technique imposent aujourd'hui la nécessité de l'alimentation normale des animaux de ferme, de façon à obtenir un maximum de production de l'élevage et à assurer sa

haute qualité. Pour le faire, il est nécessaire d'évaluer la qualité des différents fourrages, surtout de ceux qui sont fournis par les pâturages désertiques, car leur nutritivité ne reste pas inchangée dans toutes les saisons de l'année. Par exemple, la valeur nutritive des 100 kg de jeunes pousses inégale pour chaque saison suivant, ainsi que d'après le type de la nutritivité des fourrages et de sa quantité.

Pour établir correctement les normes d'alimentation des animaux, surtout pendant l'automne et l'hiver, il est nécessaire de connaître exactement les besoins des animaux en éléments nutritifs indispensables, la quantité de ces éléments dans le païsson, la réserve des fourrages et la ration des animaux qui se trouvent en

pacage pendant toute l'année. Grâce aux réalisations contemporaines de la biologie, de la biochimie, de la science agricole, on peut aujourd'hui effectuer une estimation complexe de la valeur alimentaire des pâturages désertiques.

L'approche complexe de la nutritivité des fourrages implique tout d'abord la détermination exacte de la composition chimique. On cherche tout d'abord la quantité de la protéine «brute», des corps gras, de la cellulose, de la cendre et des substances extractives non azotées.

La science d'alimentation fait une distinction entre la protéine «brute» et l'albumine. Le premier terme englobe tant l'albumine que les amides. C'est l'échange des albumines qui occupe une place de choix dans l'échange des éléments entre l'organisme et le milieu. Cela est dû avant tout aux particularités physico-chimiques et biologiques propres aux albumines en tant que porteurs de la vie, ainsi que par le fait qu'elles constituent tous les éléments de structure du corps de l'animal. La protéine du fourrage est la source de l'albumine du corps.

L'étude de la quantité de protéine «brute» contenue dans les plantes des pâturages du désert Kara-Koum a permis de mettre en évidence les particularités de variation de ce facteur important de nutritivité des aliments. Pour toutes les plantes étudiées, sans exception, la teneur maximale en protéine a lieu au printemps. Parmi les arbustes, on doit mentionner spécialement, à ce titre, l'*Aelenia subaphylla* et la *Salsola richterii* (resp. 32,5 % et 26,3 %); parmi les petits arbustes, la *Smirnovia turkestanica* (26,7 %) et l'*Astragalus unifoliolatus* (22,8 %). Parmi les herbes, on doit noter l'*Astragalus maksimowiczii* (31,0 %). En automne et en hiver, la teneur en protéine «brute» tombe pour toutes les plantes étudiées. La diminution notable de la teneur en protéine en automne et en hiver détermine une baisse considérable de la nutritivité générale des plantes de pâturage.

L'importance des corps gras dans l'alimentation des animaux tient à ce que ces corps font partie, à titre de composante structurale, du protoplasme cellulaire. Chez les animaux, ce tissu accumule les réserves fondamentales. Les corps gras sont nécessaires pour le fonctionnement normal de certaines glandes de digestion; puisqu'ils portent en solution des matières vitales telles que les vitamines; les corps gras jouent un rôle important au niveau de plusieurs fonctions physiologiques, ainsi que pour la formation des corps gras du lait. Les acides gras non saturés des graisses et huiles naturelles — acide linoléique, etc. — doivent absolument être contenus dans le fourrage, car ils sont irremplaçables pour les animaux. Leur teneur accrue dans le fourrage naturel indique une bonne calorificité [3].

En ce qui concerne la teneur en corps gras «bruts», les plantes des pâturages du Kara-Koum ne présentent que des valeurs médiocres. Les variations saisonnières sont peu marquées. Le minimum d'automne-hiver est inexistant ou trop faible, ce qui est dû à une certaine

concentration des corps gras dans les fruits, ainsi qu'à la fructification de certaines espèces qui a lieu en automne.

Dans le groupe des hydrates de carbone, un rôle particulier est joué par la cellulose, constituée par les membranes cellulaires mal digérées des plantes. On considère que le fourrage est d'autant moins bon qu'il contient plus de cellulose. Un tel fourrage est difficilement assimilable par l'organisme de l'animal. En établissant la valeur nutritive globale d'un fourrage, on introduit des coefficients appropriés afin de tenir compte de l'influence négative de la cellulose. Or, en quantité modérée, la cellulose est indispensable aux animaux, car elle stimule le développement du tractus digestif et la motricité digestive. Avant d'être utilisée en tant que substance nutritive, la cellulose subit l'hydrolyse par la microflore qui habite les premiers estomacs des ruminants.

Une particularité générale propre à la grande majorité des plantes des pâturages du Kara-Koum est l'augmentation très marquée de la teneur en cellulose à mesure que les plantes finissent de végéter et commencent à se dessécher.

La cendre «brute», c'est le résidu incombustible des matières sèches constituée par les oxydes de Na, K, Ca, MgCl, etc. et par les anhydrides des acides sulfurique, phosphorique, chlorhydrique, etc.

La composition minérale (teneur en macro- et micro-éléments) est tout aussi importante pour l'alimentation normale des animaux que les matières organiques. On peut juger en première approximation de la teneur en éléments nutritifs minéraux du fourrage en considérant la quantité de cendre «brute» qui reste après la combustion des matières organiques. La teneur en cendre du fourrage vert est un facteur nutritif important, car sa variation est liée à celle des substances organiques dans le fourrage.

La teneur en cendre est un facteur zonal. On sait, par exemple, qu'elle est assez grande dans la zone désertique. Dans les limites de cette zone, la teneur en cendre des plantes varie notablement en fonction de la nature du sol. Ainsi donc, la valeur de tous les indices de composition minérale des plantes ne joue que dans des conditions écologiques déterminées; si ces dernières changent, la teneur en cendre peut changer considérablement, elle aussi.

Il est connu que, toutes les autres conditions écologiques étant relativement égales, les plantes appartenant aux différents groupes de classification accumulent des quantités inégales d'éléments minéraux. Il y a des plantes à teneur en cendre théoriquement très élevée. Pour en donner un exemple, il suffit de mentionner le groupe nombreux de soudes, famille des *Aenopodiaceae*. Notamment, la teneur en cendre de *Haloxylon aphyllum* en été et en automne peut atteindre 30 % du poids sec à l'air, tandis que pour la *Salsola lanata* (soude annuelle) cet indice atteint 41 à 44 % au printemps, en été et en automne.

La teneur en cendre du groupe des éphémères est moyenne dans la plupart des cas (6 à 18 %).

D'une façon générale, toutes les plantes des pâturages, que nous avons étudiées dans les conditions du complexe à crêtes et takyrs du Kara-Koum sont caractérisées par une teneur moyenne et élevée (pour la zone désertique) en cendre «brute».

Les substances extractives non azotées (S.E.N.A.) jouent un rôle non négligeable dans l'alimentation des animaux. Ce groupe comprend des sucres (mono-, di-, trisaccharides), des polysaccharides, des acides organiques, les pectines, des substances tannantes, la vitamine C, etc. Dans les plantes, ce sont l'amidon et les sucres que l'on rencontre le plus souvent. Les substances extractives non azotées, et plus particulièrement l'amidon et les sucres qu'elles contiennent, loin d'être exclusivement une matière nutritive, constituent la nourriture de la microflore habitant le tractus digestif, surtout les premiers estomacs des ruminants. Conjointement avec les produits du traitement par les microbes de la cellulose «brute», ces substances sont utilisées en tant que nourriture ou matière première à la synthèse des substances azotées du corps et pour la production, mais surtout pour le dépôt de graisse dans le corps.

On détermine la quantité de substances extractives non azotées en retranchant de l'ensemble des matières assimilées à 100 % les teneurs en pourcentage de protéine «brute», en corps gras, en cellulose et en cendre.

Connaissant la teneur en protéine «brute», en corps gras, en cellulose et en substances extractives non azotées, on peut établir en première approximation la valeur nutritive générale du fourrage.

Cette valeur, appelée également énergie, est un paramètre cumulatif, qui tient compte tant de la somme des matières nutritives de la partie organique du fourrage que du degré de digestibilité de ces substances dans l'organisme de l'animal.

La valeur nutritive la plus haute des plantes vertes est enregistrée au printemps. En été, en automne et en hiver, la nutritivité du fourrage diminue, d'abord faiblement, ensuite d'une manière notable. La diminution de la nutritivité générale du printemps à l'hiver se passe beaucoup plus lentement pour les herbes à période végétative prolongée que pour les éphémères et les éphéméroïdes. La nutritivité absolument exceptionnelle du fourrage constitué par le *Carex physodes* au printemps, notée à plus d'une occasion par les auteurs les plus divers, confirme l'opinion des spécialistes sur le rôle de toute première importance que cette plante joue dans la ration fourragère des ovins.

L'estimation complexe des fourrages fournis par les pâturages désertiques ne consiste pas seulement dans la recherche de la valeur nutritive générale. Elle implique l'examen d'un large éventail de problèmes relatifs aux modalités d'accumulation dans le fourrage vert des éléments nutritifs vitaux, tels que les vitamines, les amino-acides, les macro- et micro-éléments, qui jouent un rôle exclusif dans l'activité d'un organisme vivant.

Le chercheur polonais K. Funk a avancé en 1914 une hypothèse conformément à laquelle la panoplie des matières nutritives indispensables pour les animaux,

qui comprenait par tradition à l'époque les albumines, les corps gras, les hydrates de carbone et les sels minéraux, devait inclure un nouveau groupe de substances auquel ce chercheur a donné le nom de vitamines, ou amines de la vie.

La science des vitamines a fait des progrès remarquables. Dès aujourd'hui, nous pouvons mettre à profit nos connaissances en vitaminologie pour obtenir de meilleurs résultats en reproduction et en élevage, améliorer la fertilité du bétail et obtenir des produits riches en vitamines (6).

Parmi toutes les vitamines connues, en appréciant la valeur nutritive des fourrages, on attache l'attention la plus grande au carotène. Un tel intérêt de cette substance tient à ce qu'elle représente le provitamine A. S'introduisant dans les cellules des parois de l'intestin des animaux, le carotène, avec le concours du ferment caroténase, prend la forme active, c'est-à-dire devient la vitamine A (1).

Le carotène est un hydrate de carbone à formule empirique  $C_{40}H_{56}$ ; il est présent dans les plantes en différentes modifications:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -carotène. Toutes les trois formes du carotène sont des provitamines A. C'est le  $\beta$ -carotène qui est le plus actif, car, à la différence des deux autres variétés, il présente deux noyaux d'ion, si bien qu'en partageant la molécule de  $\beta$ -carotène en deux, chaque moitié reste la vitamine A (4).

La source exclusive du carotène est le monde végétal.

Nos recherches ont montré qu'au printemps, dans les conditions de la zone du désert sablonneux turkmène, la source principale du carotène pour les animaux de ferme est constituée par les éphémères et les éphéméroïdes, surtout l'*Eremopyrum buonapartii* (454 mg/kg m.s.) et le *Bromus tectorum* (456 mg/kg m.s.). En hiver, on note une pénurie aiguë en carotène sur les pâturages au centre du Kara-Koum: pendant cette période, on ne trouve du carotène que dans l'*Ephedra strobilacea* et l'*Astragalus unifoliolatus*, encore qu'il n'y en a que fort peu (28 et 39 mg/kg m.s. respectivement).

Au niveau des connaissances actuelles, la valeur du fourrage au point de vue de la source de protéine est basée surtout sur l'analyse des amino-acides qu'on y trouve.

C'est N. Prianichnikov qui a commencé, dans notre pays, les études des amino-acides des fourrages. Au cours des vingt dernières années, les savants soviétiques ont apporté une contribution notable à la théorie d'application des amino-acides pour l'élevage des animaux. On trouve un tour d'horizon impressionnant dans les travaux de I. Popov [6] consacrés à ce problème. Ce chercheur a été le premier dans notre pays à assembler et systématiser les données sur les amino-acides présents dans les fourrages, ainsi qu'à justifier la nécessité de production et d'utilisation des amino-acides de synthèse dans l'alimentation des animaux et des oiseaux.

Beaucoup de chercheurs considèrent que les amino-acides «critiques» faisant partie de la ration animale

sont la lysine, la méthionine, le tryptophane, la valine, la phénylalanine et les leucines.

L'étude des amino-acides des plantes des pâturages du Kara-Koum a montré que la protéine de toutes les plantes examinées renferme tous les amino-acides irremplaçables; d'autre part, certains fourrages locaux contiennent plus d' amino-acides que les mêmes fourrages provenant d'une autre zone du pays. Par exemple, on a constaté que la teneur en arginine, histidine, proline, phénylalanine, leucines des plantes examinées est suffisante pour satisfaire les besoins des animaux élevés.

L'une des plantes présentant la panoplie la plus riche des amino-acides est le *Carex physodes*. Au printemps, cette plante présente beaucoup d' amino-acides uniques: lysine 5,59 %, valine 4,59 %, phénylalanine 5,24 %, leucines 14,7 % par rapport à la quantité de protéine.

Les autres plantes qui présentent au printemps assez d' amino-acides sont le *Bromus tectorum*, l'*Eremopyrum buonapartis*, l'*Agriophyllum latifolium* et l'*Agriophyllum minus*, *Salsola richterii*. On a constaté par ailleurs que la teneur globale en amino-acides diminue fortement entre le printemps et l'hiver sur les pâturages. La plupart des plantes en l'hiver sont pauvres en lysine, en tryptophane, et surtout en méthionine. Conformément à l'avis des chercheurs qui ont entrepris cette étude, la méthionine doit être considérée comme le principal amino-acide limitatif dans les plantes des pâturages du Kara-Koum en hiver.

Il n'y a pas longtemps, on pensait que le rôle des substances minérales est essentiellement de maintenir les animaux en bonne santé. On a pu découvrir que toutes les fonctions de l'activité cellulaire sont liées aux substances minérales; leur présence est considérée comme un facteur de productivité des animaux et comme celui d'utilisation de la matière organique en général et de la protéine en particulier.

Certaines substances minérales font partie des structures de l'organisme: ce sont par exemple le calcium (Ca) et le phosphore (P) dont on trouve beaucoup dans les os. Le phosphore se rencontre en outre dans les protéines cellulaires et dans celles du lait. Le chlore (Cl) est indispensable pour la formation de l'acide chlorhydrique dans le suc gastrique; conjointement avec le sodium (Na) le chlore contribue à maintenir la bonne pression osmotique dans les cellules et la valeur normale du PH. Les éléments minéraux ont une fonction régulatrice. Leur manque peut provoquer enfin des maladies graves, telles que le rachitisme, l'anémie, l'ostéoporose, etc.

L'étude des plantes des pâturages du centre du Kara-Koum a montré l'excès de calcium (Ca) et de potassium (K) dans les espèces examinées. La plupart des plantes fourragères du désert sablonneux accumulent beaucoup de phosphore (P) au printemps; vers la fin de la période végétative, la teneur en phosphore (P) diminue nettement. En automne et en hiver, les fourrages de pâturage contiennent fort peu de phosphore, si bien que les ovins doivent recevoir, dans ces saisons, une alimentation supplémentaire appropriée.

Nos recherches montrent que la teneur en potassium (K) des espèces examinées est plusieurs fois supérieure à celle en sodium (Na); un apport supplémentaire de sodium est donc indispensable.

Le rôle biologique des micro-éléments dans l'organisme humain et animal est complexe. Leur importance est grande pour les processus de reproduction et de croissance. Le cuivre fait partie de bon nombre de ferments et influe sur la formation de l'albumine et de la chlorophylle des plantes. Un manque de cuivre dans les aliments occasionne de nombreuses maladies, telles que l'anémie, l'atrophie du muscle cardiaque, les troubles de croissance de laine, la dépigmentation, etc.

Le molybdène est un micro-élément irremplaçable. Il fait partie de la xanthine-oxydase, ferment régulateur du métabolisme des purines chez les animaux et chez l'homme.

Parmi les autres micro-éléments, il y a lieu de signaler le cobalt. Les études ont montré que le cobalt fait partie de la composition de la vitamine B<sub>12</sub> et joue un rôle important dans les processus biochimiques concernant l'organisme animal. Ya. Peïve [5] signale que si la teneur en cobalt des aliments est inférieure à 0,04-0,07 mg/kg, les animaux risquent d'être atteints par l'acobaltose. Si le kilogramme du sol contient moins de 2,5 mg de cobalt, les fourrages sont carencés en cobalt.

L'étude des variations saisonnières de la teneur en micro-éléments énumérés des plantes des pâturages du désert sablonneux montre que la teneur en cuivre varie fortement (de 1,5 à 17,0 mg/kg de fourrage sec à l'air) en fonction de l'espèce végétale et de la saison de l'année. Le maximum a lieu au printemps; en automne et en hiver, la plupart des plantes de pâturage sont pauvres en cuivre. On a découvert en outre que les espèces de la famille des composées (Compositae) sont de vrais concentrateurs de cuivre (13 à 16 mg/kg de fourrage sec à l'air).

La teneur en molybdène des plantes des déserts (Kara-Koum) varie dans de larges limites: entre 0,07 et 3,27 mg/kg. Le pic se situe au printemps. D'autre part, il y a des espèces (telles que les soudes) susceptibles d'accumuler de grandes quantités de molybdène en été et en automne, ce qui est lié à la phase de formation des fruits. En hiver, la presque totalité des plantes de pâturage sont pauvres en molybdène.

Le cobalt est concentré au niveau des familles des Chenopodiaceae et des Asteraceae. Sa teneur varie entre 0,1 et 1,57 mg/kg et atteint son maximum au printemps. En hiver, la teneur est diminuée, comme pour tous les autres micro-éléments.

Connaissant la valeur nutritive générale des fourrages produits sur les pâturages désertiques et les besoins des animaux vis-à-vis de telles ou telles substances nutritives, on peut organiser l'alimentation correcte en toute saison de l'année.

Les questions de l'alimentation correcte des ovins sur les pâturages désertiques sont encore mal connues, bien que certaines études soient déjà achevées. Peu d'études, au contraire, sont consacrées à l'alimentation



des chameaux en zone aride, si bien que l'élevage des chameaux reste un domaine où il y a du flou.

Une bonne alimentation, fondée sur des principes scientifiques, exige tout d'abord la connaissance de la ration des animaux.

Par ration alimentaire, on entend la nomenclature et la quantité de fourrages dont la nutritivité correspond aux normes établies. La ration n'est pas une somme des substances nutritives des différents fourrages, mais plutôt un complexe cohérent, possédant de nouvelles qualités et propriétés. Si la ration satisfait d'une manière exhaustive aux besoins de l'animal en ce qui concerne l'apport d'énergie, de matière sèche, etc., on dit qu'elle est bien équilibrée. Or, une ration équilibrée n'est pas forcément une ration biologiquement complète. Quand on dit que l'alimentation est complète, on sous-entend aussi d'autres facteurs, tels que la qualité des fourrages, leurs propriétés diététiques, le rapport des matières, leur concentration, etc. Une grande importance est attachée à ce titre à la structure de la ration, qui est exprimée par le rapport (en %) entre le volume des fourrages et leur nutritivité générale.

La nutritivité est liée à l'existence dans le fourrage des substances propres à satisfaire telle ou telle exigence alimentaire d'un animal concret. Pour cela, le fourrage doit comporter au moins 70 substances «individuelles», de composés ou d'éléments qui jouent un rôle direct ou indirect dans l'alimentation des animaux. Si un groupe de matières biogènes (ou une seule substance biogène) fait défaut dans la ration, l'état physiologique normal de l'animal risque de se détériorer, ce qui compromet la bonne santé et la production des animaux.

Les besoins alimentaires des animaux ne sont pas interchangeables. Ils dépendent d'un grand nombre de facteurs, surtout de l'état physiologique des animaux et de leur orientation productive. Ils peuvent varier en outre en fonction de l'âge, du poids, du niveau de fertilité, de l'engraissement, de la gravité, de la lactation, des conditions d'entretien, etc. Les normes d'alimentation changent donc en conséquence.

Par norme d'alimentation, on entend la quantité de matières nutritives et d'énergie qui satisfait pleinement les besoins de l'animal. L'alimentation conforme à ces normes est dite normée.

Les normes d'alimentation ont apparu dès l'époque où l'on cherchait à connaître et à satisfaire les besoins des animaux en leur faisant manger des aliments divers. Dans l'historique des normes d'alimentation, il est d'usage de mentionner le nom de A. Teer qui a essayé pour la première fois, en 1810, de justifier ces normes et les besoins des animaux en unités pondérales de foin. Le foin était considéré comme un exemple de nourriture «complète». D'après A. Teer, 1 kg de foin équivalait en nutritivité à 2 kg de pommes de terre, à 0,5 kg d'avoine, à 5 kg de betteraves, à 5 kg de trèfle vert, etc. Or la valeur nutritive du foin est variable, car elle dépend de sa qualité; cet étalon a été abandonné donc pour cette raison.

A la suite des expériences physiologiques démontrant la nécessité de l'apport d'albumines avec la nourriture, ainsi que des expériences d'alimentation spéciale des animaux, on a vu apparaître des normes exprimées en unités de matières nutritives brutes (protéines, hydrates de carbones, corps gras) nécessaires aux animaux. Plus tard, on a découvert que la digestibilité des matières nutritives brutes varie en fonction de leur provenance. C'est pourquoi E. Wolf a proposé en 1864 des normes qui exprimaient les besoins des animaux en nourriture sous forme de la somme des substances nutritives organiques digérables. Ces normes ne tenaient compte que du poids vif et de l'orientation de production. Plus tard, les normes de E. Wolf ont été complétées par les besoins des animaux en matières minérales.

H. Kühn a avancé et justifié en 1887 l'hypothèse suivant laquelle la ration comprenait deux parties, dont l'une était consacrée au maintien de l'activité vitale, et l'autre, à la production.

On s'est attaché en somme plutôt aux matières nutritives digérables qu'aux matières brutes. Cela a contribué à la mise au point définitive des fondements de la théorie de la valeur amidon avancée par O. Kellner et ses disciples. Ce chercheur a proposé une estimation biologique de la nutritivité des aliments fondée sur la réaction des animaux. L'accent a été mis sur l'énergie nette (ou énergie productive) contenue dans la production synthétisée à partir des fourrages au niveau de l'organisme animal. Il s'ensuit que l'énergie nette du fourrage exprime la nutritivité globale ou l'action utile cumulée des matières nutritives.

L'unité fourragère soviétique (unité avoine) a été proposée sur le modèle de la valeur amidon inventée par O. Kellner. La décision de retenir l'avoine en tant qu'étalon de valeur nutritive s'explique par son implantation universelle à titre de culture fourragère.

L'unité fourragère soviétique a permis de déterminer la nutritivité globale des fourrages et des rations tant d'après le résultat pratique de l'alimentation (énergie nette) que d'après la quantité de production (lait, viande, graisse, etc.). D'autre part, puisque la théorie de la valeur amidon de O. Kellner présente des aspects erronés, il est parfaitement clair que l'unité fourragère avoine est également entachée d'erreurs. Ces erreurs consistent notamment dans une prise en compte imprécise de la nutritivité réelle des fourrages.

Au cours de ces dernières années, les spécialistes ont donné leur préférence à l'unité fourragère énergétique (u.f.é.). Comme unité fourragère énergétique pour les bovins, on a proposé une valeur de 10 500 kJ (2 500 kcal) d'énergie métabolisable. Le choix d'une telle quantité tient à ce que la kilocalorie est trop faible pour évaluer la nutritivité des fourrages, tandis que la quantité de 2 500 kcal est sensiblement voisine de l'énergie de l'unité avoine. Il est vrai que l'estimation de nutritivité en unités d'énergie métabolisable est entachée d'erreur, au même titre que tous les systèmes anciens. Elle demande à être corrigée en tenant compte de certains facteurs particuliers, tels que les protéines, les éléments minéraux, les vitamines, etc.

Tous les aspects de l'activité vitale des animaux, leur production y comprise, sont liés à l'utilisation de l'énergie. La nutritivité énergétique des fourrages se présente donc sous forme d'énergie globale (brute), digérable, métabolisable et nette (productive).

L'énergie globale (brute) est la totalité de l'énergie apportée à l'organisme par les matières nutritives des fourrages. Pour savoir l'énergie brute des aliments ou des excréments, on doit brûler un échantillon au calorimètre et noter la quantité de chaleur formée à sa combustion. L'énergie brute peut aussi être calculée d'après la composition chimique du fourrage, en introduisant des coefficients de conversion appropriés afin de tenir compte des différentes substances nutritives contenues dans les aliments.

Il est à noter que toutes les substances contenues dans le fourrage ne sont pas assimilées par l'organisme; certaines substances sont partiellement évacuées avec les résidus non digérés. L'énergie qui reste dans l'organisme est l'énergie digérable. Les matières incomplètement oxydées s'évacuent de l'organisme, en outre, avec les gaz intestinaux (méthane) et les composés contenus dans l'urine (urée, acide hippurique, créatinine, etc.). L'énergie métabolisable est l'énergie digérable diminuée de ces pertes.

Le degré de digérabilité est un facteur de première importance qui caractérise l'énergie métabolisable du fourrage.

L'énergie nette (productive) est l'énergie des matières nutritives consommée pour la croissance et la production. Elle fait partie de l'énergie métabolisable, à l'exclusion de l'énergie de maintien des processus vitaux de l'organisme. La répartition de l'énergie peut être schématisée comme suit:

#### Energie brute du fourrage

Energie dans la fiente		Energie des matières nutritives digérables
Energie dans l'urine	Energie dans les gaz intestinaux	Energie métabolisable, ou physiologiquement utile
	Energie de production de chaleur	Energie nette

Maintenant que nous connaissons les principes généraux d'alimentation normale des animaux, nous passerons aux modalités d'alimentation et de métabolisme des ovins, qui constituent l'espèce principale des animaux élevés sur les pâturages désertiques.

Nos observations montrent que les moutons de caracul menés en pacage sur les pâturages à haloxylon et laiches du centre du Kara-Koum mangent plus de deux dizaines d'espèces de plantes de pâturages, y compris les arbustes, les sous-arbrisseaux, les herbes pérennes et les herbes annuelles. La fraction des arbustes dans la ration des ovins constitue:

- 12,6 % au printemps;
- 16,1 % en été;
- 48,0 % en automne;
- 50,0 % en hiver.

Les sous-arbrisseaux jouent un rôle considérable dans la ration: au printemps, leur fraction atteint le

quart de la masse totale des fourrages consommés. En hiver, la part des sous-arbrisseaux est plus modeste: 15,6 %.

Parmi les herbes pérennes, il y a lieu de signaler tout d'abord le Carex physodes, dont la fraction au sein de l'ensemble des fourrages acceptés est de:

- 43,3 % au printemps;
- 48,5 % en été;
- 29,4 % en automne;
- 27,5 % en hiver.

Les herbes annuelles, principalement les éphémères, ne jouent un rôle notable qu'au printemps et en hiver.

Des observations spéciales ont permis de révéler qu'au printemps, lorsque les herbes sont jeunes et se digèrent facilement dans le tractus digestif des moutons, ces derniers mangent quotidiennement jusqu'à 2,5 kg de matière sèche contenue dans le fourrage vert. En été, les herbes deviennent plus grossières; le poids du fourrage consommé quotidiennement diminue donc jusqu'à 2 kg en été, 1,8 kg en automne et 1,7 kg en hiver. Il est à noter qu'en général les ovins mangent peu de fourrage: entre 2,7 et 3,0 kg de matière sèche par 100 kg de masse vive, soit d'environ 1,0 à 1,5 kg moins que les bovins. Ce fait s'explique probablement par une évacuation plus lente des aliments dans le tractus digestif des ovins à cause d'un péristaltisme intestinal plus paresseux.

Les besoins de l'espèce ovine en substances nutritives sont suffisamment étudiés en URSS. Or, aucun aide-mémoire ne mentionne le mouton de caracul en tant que race à part en ce qui concerne les besoins en aliments. D'autre part, le principe de l'alimentation normale reste en vigueur pour toutes les espèces: on tient compte de masse vive, de l'état physiologique, du groupe d'âge et de sexe, de la productivité, etc. Tous

Tableau 1

Normes d'alimentation détaillées pour les brebis adultes de race Romanov

Masse vive, kg	Besoins journaliers de 1 animal				
	matière sèche, kg	u.f.é.	unités fourragères	carotène, mg	vitamine D (U.I.)
Brebis bréhaignes et pleines de 12 à 13 semaines					
40	1,36	0,90-1,15	0,90	12	500
50	1,50	1,00-1,25	1,00	12	600
60	1,65	1,10-1,35	1,10	15	700
Brebis pleines (7 à 8 dernières semaines de gravitude)					
40	1,55	1,45-1,70	1,45	20	750
50	1,70	1,55-1,80	1,55	23	900
60	1,82	1,65-1,90	1,65	24	1000
Brebis-mères allaitantes (jusqu'à 6-7 semaines de lactation)					
40	2,20	2,10-2,35	2,20	20	750
50	2,30	2,20-2,45	2,30	23	900
60	2,40	2,30-2,55	2,40	25	1000
Brebis-mères allaitantes (seconde moitié de la lactation)					
40	1,85	1,50-1,75	1,65	12	600
50	2,00	1,60-1,85	1,75	16	700
60	2,25	1,70-1,95	1,85	18	850

Tableau 2

Normes détaillées de la teneur en substances nutritives et en unités nutritives de la matière sèche des rations pour les brebis de race Romanov (d'après A. Dmitrotchenko)

Paramètres	Brebis				Agnelles âgées de:			Agneaux en alimentation intense, âgées de:		
	pleines		allaitantes		7 mois	10 mois	15 mois	5 mois	5 à 6 mois	8,5 mois
	1 <sup>re</sup> moitié de la gravitude	2 derniers mois	1 agnelt	2 agnellets						
Masse vive, kg	40-60	50-70	40-60	40-60	20-30	30-40	40-50	20-30	30-40	40-50
Gain de poids journalier moyen, g	35	150	—	—	85	75	55	230	235	230
Consommation journalière de matière sèche, kg, par:										
— animal	1,4	2,2	2,1	2,3	1,1	1,4	1,6	1,2	1,4	1,6
— 100 kg de masse vive	2,8	3,8	4,2	4,6	4,5	4,0	3,6	4,5	4,0	3,0
Quantité dans le kg de matière sèche de la ration:										
— u.f.é.	0,95	0,92	0,96	1,2	1,05	1,0	0,94	1,07	1,07	1,07
— protéine brute, g	105	108	115	160	120	130	110	180	135	120
— protéine digérable, g	70	75	80	110	110	90	72	140	100	85
— cellulose brute, g	300	280	260	240	240	280	300	200	220	240
— cendre pure, g	60	70	80	75	65	60	75	65	65	60
— calcium (Ca), g	2,0	4,0	3,5	5,0	4,5	4,5	3,5	3,0	3,0	3,0
— phosphore (P), g	1,5	2,0	2,5	3,4	2,5	2,3	2,1	2,0	2,0	2,0
— sel de cuisine (NaCl), g	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0
— cobalt (Co), mg	300	300	600	600	1000	1000	500	500	500	500
— carotène, mg	10	10	10	10	7	6	5	5	5	5
— vitamine A (U.I.)	5000	5000	5000	5000	3500	3000	2500	2500	2500	2500
— vitamine D (U.I.)	220	150	150	200	150	150	150	150	150	150

ces paramètres du mouton de caracul sont sensiblement proches de ceux de la brebis de race Romanov. Nous avons donc décidé de citer les normes détaillées de la teneur en matières nutritives et les unités énergétiques de la matière sèche de la ration pour les brebis de race Romanov.

Le professeur A. Dmitrotchenko et A. Modianov ont mis au point des normes détaillées d'alimentation des brebis, qui expriment les besoins en aliments sous deux formes différentes: quantité d'aliments par jour pour 1 animal et teneur en matières nutritives de 1 kg de matière sèche de la ration (tableau 1 et 2).

Nos études de l'appétibilité des fourrages offerts aux ovins sur les pâturages au centre du Kara-Koum ont conduit aux chiffres résumés dans le tableau 3.

L'analyse de ces données montre que les ovins ont mangé chaque jour, au pâturage, plus de deux kilogrammes de fourrages constitués essentiellement de laiche sèche *Carex physodes*, de petites branches de haloxylon, d'*Artistida pennata*, de feuilles tombées d'*Ammodendron konollyi* et de parties sèches d'*Heliotropium arguzioides*.

Pour satisfaire les besoins des animaux, il manquait en l'occurrence 0,38 unité fourragère énergétique, 59 g de protéine digérable, 2,22 g de phosphore, 2,4 mg de carotène et 0,4 mg de cobalt. Pour assurer la production maximale, on devait donc équilibrer la ration en y ajoutant des matières énergétiques, azotées et minérales, ainsi que du carotène.

Dans un grand nombre d'exploitations, on garantit l'alimentation équilibrée des ovins en ajoutant à la

Tableau 3

Ration journalière des moutons de caracul sur les pâturages à haloxylon et laiches (automne 1979)

Fourrage	Quantité de fourrage mangé, g	Quantité dans le fourrage sec à l'air						
		u.f.é.	protéine digestible, g	calcium, g	phosphore, g	carotène, mg	cui-vre, mg	cobalt, mg
Haloxylon persicum	145	0,07	7,7	6,4	0,12	12,6	1,1	0,01
Aristida pennata	131	0,03	2,1	0,5	0,03	—	0,7	0,02
Ammodendron konollyi	35	0,01	0,1	0,1	0,01	—	0,01	0,01
Heliotropium arguzioides	3	0,01	0,1	0,1	0,01	—	0,01	0,01
Carex physodes	2052	0,72	41,1	28,3	0,61	—	14,00	1,05
Total	2365	0,82	51,1	35,4	0,78	12,6	16,00	1,10
Besoin suivant normes	—	1,20	110,0	6,0	3,00	15,0	10,00	1,50
Défaut	—	0,38	59,0	—	2,22	2,4	—	0,40
Excès	—	—	—	29,4	—	—	6,00	—

ration journalière des concentrés de graines, des aliments granulés comprenant des matières azotées synthétiques, des substances minérales et des vitamines. On utilise très largement à cet effet les produits de la synthèse microbiologique: les levures, les complexes protéo-vitaminés, des algues, etc.

## BIBLIOGRAPHIE

1. *Dmitrotchenko A.* Alimentation des animaux de ferme. «Selkhozgiz», M.-L., 1956 (en russe).
2. *Dmitrotchenko A.* Méthodes de normalisation des animaux de ferme. «Kolos», L., 1970 (en russe).
3. *Dmitrotchenko A., Pchénitchni P.* Alimentation des animaux de ferme. L., 1975 (en russe).
4. *Ivanenko E.* Biochimie des vitamines. «Vichtcha chkola», Kiev, 1970 (en russe).
5. *Peive Ya.* Les micro-éléments et la culture des plantes. Riga, 1958 (en russe).
6. *Popov I.* Les amino-acides dans les fourrages. «Ros-selkhozizdat», 1965 (en russe).
7. *Tommé You.* Résultats et problèmes de recherches sur le rôle des vitamines dans l'alimentation des animaux de ferme: Rec: «Vitamines et alimentation des animaux de ferme», «Kolos», M., 1973 (en russe).

### LA DESCRIPTION DES SERIES DE PAYSAGE ECOLOGIQUES A DES FINS DE LA TYPOLOGIE ET DE LA DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES DE PATURAGE

par *G. Makoulbékova*, licenciée en sciences biologiques.  
Chercheuse supérieure de l'Institut de la Botanique de l'Académie des Sciences de la RSS de Kazaquie (Alma-Ata)

*R. Plissak*, licencié en sciences biologiques. Chercheur supérieur de l'Institut de la Botanique de l'Académie des Sciences de la RSS de Kazaquie (Alma-Ata)

La couverture végétale est dotée d'une nature et d'une structure très dynamique, en mutation perpétuelle. A l'heure actuelle la science dispose de méthodes variées pour étudier la dynamique végétale et le paysage en général; un rôle important parmi ces méthodes revient aux séries de paysage écologiques (méthode des profils).

Le procédé en question fut appliqué en Russie pour la première fois par F. Tetzman [20] qui étudiait les terrains de steppe à Askania-Nova. Par la suite la méthode change de nom tout en gardant son sens. F.K. Clements [17] l'avait appelée «la méthode des transects» et l'employait à partir de 1905; B.A. Keller et N.A. Dimo [7] l'avait baptisée de «lignes de profil», V.V. Aliokhine [2] — de «complexes et des séries écologiques des associations», etc.

A présent, la méthode des séries de paysage écologiques est assez largement employée dans notre pays [1, 3, 4, 6, 8, 10, 12] ainsi qu'à l'étranger [18, 19]; ceci est, surtout, valable lors des explorations stationnaires continues visant à l'étude des rangées spatiales ainsi que de la dynamique temporaire de la végétation et d'autres composants du paysage.

De quelle façon fait-on une description des séries de paysage écologiques? Le processus embrasse plusieurs périodes.

La période de préparation consiste en familiarisation de l'explorateur avec les publications disponibles relatives au climat, à la géologie, à la géomorphologie, à

l'hydrologie, à la couverture pédologique et végétale — c.-à-d. avec tous les composants d'un paysage donné. Il est fort souhaitable, d'avoir une connaissance préalable des matériaux cartographiques (surtout des cartes spécialisées de diverses échelles). Ces informations sont nécessaires pour se faire une idée générale de la région d'explorations à effectuer, et pour faciliter l'analyse et le choix des paysages élémentaires prédominants, des faciès, des types de pâturages, d'associations et des séries typiques qui témoignent du changement des conditions écologiques.

Lors de cette période il faut mettre au point l'équipement et la méthodologie pour le levé régulier. Le levé peut se faire à l'aide du niveau à lunette ou du théodolite, et à défaut de ces derniers — à l'aide du déclinomètre. De cette façon, la période de préparation inclut la collecte de matériaux diversifiés relatifs au paysage, et cela — au niveau du paysage, de la cénose ou de l'écosystème.

Le paysage — c'est le territoire plus ou moins homogène quant à sa genèse, où l'on voit une répétition régulière des terrains identiques quant à leur structure géologique, la forme du relief, l'hydrologie, le microclimat, les sols et les phytocénoses. En d'autres mots, le paysage est constitué par des biogéocénoses assemblantes ou combinantes (Écosystèmes).

La biogéocénose — c'est la partie élémentaire de la biosphère, le système d'interaction entre la biocénose et les facteurs essentiels de l'environnement stable (la

roche, l'hydrologie et le climat local), ainsi qu'entre les éléments transformés (le sol, le phytoclimat) de l'environnement; ce système est marqué par un type déterminé du métabolisme et de l'énergie. Les limites de la biogéocénose correspondent aux limites de la phytocénose [5].

L'écosystème — c'est le système stable composé d'éléments vivants (biomes) et minéraux (milieu abiotique et biotique), où se passe la circulation des substances internes aussi bien qu'externes [selon Tensly, 5].

La période de campagne est la plus importante puisque les travaux effectués au cours de cette dernière doivent être corrects et méticuleux déterminant ainsi la fiabilité des déductions pour tels ou tels problèmes.

La période est divisée en plusieurs étapes: l'étape de la reconnaissance des itinéraires, et l'étape fondamentale de la formation, du levé régulier et de la description de la série de paysage écologique.

La reconnaissance se fait par des itinéraires raréfiés qu'on exécute à pied, en roulage (chevaux, chameaux), en auto ou en avion (hélicoptère). Au cours de la reconnaissance on relève et l'on fait note de tendances et régularités générales concernant la répartition et la structure des composants du paysage.

La condition nécessaire de cette étape est le journal d'observations de campagne où l'explorateur marque ses impressions personnelles sur le territoire en question. Chemin faisant il est recommandé de collecter un herbier en donnant à chaque plante une étiquette sur l'emplacement et l'habitat (Appendice 1). La collecte de l'herbier est un élément important car la situation exacte des plantes va fournir par la suite une possibilité de donner des recommandations justes pour l'exploitation des ressources vertes.

Au cours de cette période il faut pratiquer des descriptions au choix des plantes, insistant sur des phytocénoses stables aussi bien que sur leurs diverses modifications; ceci est nécessaire pour établir des séries préalables successives (temporaires).

La description de la couverture végétale se fait sur des formulaires spéciaux «La description de la phytocénose» (Appendice n° 2), et «La description du sol» — sur le formulaire approprié (Appendice 3). Comme exemple on donne des formulaires adoptés à l'Académie des Sciences de la Kazakhie. Les descriptions sont complétées par un choix des fauchées (pour déterminer la production des pâturages) et des épreuves du sol (pour déterminer le type du sol et ses indices principaux).

L'étape essentielle commence par le choix du terrain où l'on projette de dresser la série de paysage écologique (profil). Il est à noter qu'il doit se situer sur des terrains typiques et représentatifs où on puisse révéler les régularités relatives à la répartition des phytocénoses pour procéder ensuite à une analyse conjuguée de la couverture végétale avec des composants du paysage et de l'écosystème tels que sol, relief, eaux souterraines afin d'évaluer les possibilités de l'exploitation économique ultérieure.

La longueur d'une série écologique peut varier de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres. D'après S.V. Viktorov [6] — la série écologique du paysage — c'est une série spatiale des combinaisons de certains composants physiques du paysage, reflétant leur changement probable dans le temps. La série écologique, à condition qu'elle soit continue, sera la simulation spatiale du paysage. La série peut être saccadée, choisie pour un facteur quelconque, pour la baisse des eaux souterraines, pour une rangée de dégression de pâturage, par exemple.

Ainsi, le territoire est choisi, l'information préliminaire quant à ses composants (couverture pédologique et végétale) établie, on peut donc passer au profilage immédiat.

A l'aide du compas ou de la boussole nous déterminons la direction de la série supposée, en choisissant dans la perspective un repère bien visible ou en enfonçant une perche.

Sur la carte (une échelle grande ou moyenne est désirable) on détermine l'emplacement de la série ainsi que la hauteur absolue du point de repère (le début de la série) au-dessus de la mer, ceci est nécessaire pour la représentation graphique du profil en question, et le calcul des dénivellations de ses faciès. Le travail requiert 2-4 personnes au minimum: l'un sert comme opérateur, les deux autres sont occupés avec les mires (avant et arrière), le suivant note les relevés du niveau à lunettes dans le journal de nivellement, et fixe les éléments du paysage.

Les limites des biogéocénoses étant déterminées par la végétation, les phytocénoses sont délimitées le long du profil avec des piquets (repères en bois ou métalliques). Le premier piquet qui commence le profil prend le n° 1, le suivant — n° 2 et ainsi de suite dans l'ordre ascendant.

Les relevés du niveau fixent le rattachement de chaque phytocénose concrète à un soulèvement (sommets). Les relevés sont marqués dans le journal de nivellement, où en dehors de ces chiffres on fixe les distances entre les piquets, c.à.d. l'étendue des associations végétales, leurs noms, le relief, ainsi qu'on y ajoute, si la possibilité se présente, des données complémentaires pour chaque terrain concret (l'état de la surface du sol, la présence et la quantité de trous d'animaux terriers, etc. (Appendice 4).

De cette manière on fixe, terrain par terrain, les relevés de l'instrument. Les mires qui servent de points de repère sont installées aux limites des associations ou des éléments du relief qu'on doit marquer sur le profil. Après le nivellement et l'achèvement de l'image graphique du relief (et parfois parallèlement avec ces travaux), on plante, dans chaque biogéocénose, des terrains d'essai pour l'étude de ses composants essentiels.

La structure géologique. Lors des explorations de campagne, il convient d'étudier tous les affleurements et compléter l'étude par des sondages spéciaux afin de pouvoir dater l'âge géologique du territoire (de la région) en question.

Les recherches hydrogéologiques dont le but est l'étude des horizons aquifères des eaux souterraines, et parallèlement la détermination de l'âge géologique ainsi que de la composition lithologique de la roche percée, ces recherches sont effectuées par le sondage à vis et à une grande profondeur. Les puits en groupe sont forés à des profondeurs diverses (3, 6 et 12 mètres), et dans les territoires plus désertiques — à 25 m et d'avantage. Le niveau des eaux souterraines est mesuré à limnètre ou aux mires parlantes, et à l'absence de ces dernières, à l'aide des claquettes. L'eau pour l'analyse est prise après un pompage préalable. Les échantillons sont conservés dans les bouteilles en verre aux bouchons rodés, de préférence, et à défaut de ces derniers on use des tétines en caoutchouc. Chaque bouteille est pourvue d'une étiquette détaillée.

Les études de la couverture végétale commencent par une coupe du sol et une description de sa structure morphologique.

La description de la couverture végétale. Comme il a été dit, le rôle de la phytocénose dans le système des composants de la biogécénose est très important. C'est la phytocénose qui détermine les limites spatiales de la biogécénose, sa structure et son aspect, le phytoclimat, la composition, l'abondance et la répartition des animaux, des microorganismes, les particularités et l'intensité de l'échange matériel et énergétique de tout le système de la biogécénose. Ceci dit, l'étude détaillée des phytocénoses présente une part obligatoire et intégrante de toute recherche biogécénologique.

La description de la végétation se fait sur les formulaires spéciaux «La description des phytocénoses» (Appendice 2) à partir d'un terrain typique du peuplement. Compte tenu du type végétal, la largeur de la série écologique (la distance à partir de la ligne conventionnelle de la série dans les deux directions) peut être différente. Pourtant le plus souvent elle est, pour le type désertique, pas moins de 50-100 mètres; quant à la longueur, elle est déterminée par les limites ou l'étendue de la phytocénose lui-même. C'est sur cette superficie qu'on passe à la description de la végétation.

On choisit, pour la description, sur le territoire délimité, en question, un terrain à une couverture végétale représentative. L'action est inadmissible dans la zone de transition ou dans la bande tampon, c.-à.-d. dans la région de soi-disant écotons, car cela peut aboutir à une information erronée concernant la composition et le caractère de la phytocénose.

Le formulaire de description, outre le nom de la phytocénose et son emplacement dans le relief, requiert des données relatives à l'état physiologique de la phytocénose, au degré d'inondation du terrain, aux noms de type du sol et de ses propriétés; toutes les plantes croissantes sur le terrain sont énumérées, et l'énumération commence par les dominantes.

Une attention particulière doit être portée à la révélation et à la caractéristique des espèces vestiges. Les espèces initiales [16] — ce sont les espèces pionnières, autrement dit, les plantes qui jouent le rôle d'amorceurs des successions. Des espèces pareilles sèdent

assez vite la place aux espèces plus stables. Les espèces vestiges — ce sont celles restées de la flore des temps plus ou moins éloignés et qui puissent occuper des surfaces limitées aussi bien que répandues. C'est justement la présence de telles espèces qui peut servir d'instrument substantiel pour recréer le tableau végétal d'autant ainsi que pour faire des prévisions pour l'avenir. En d'autres termes, cela est nécessaire pour explorer et dresser de nouveaux schémas dynamiques de la couverture végétale.

La production de la phytocénose est déterminée par la méthode des terrains d'essai, ou bien par la méthode des transects.

L'explorateur remplit les formulaires descriptifs par des observations personnelles relatives à l'emplacement, le caractère et la structure de la couverture végétale, à sa position dans la série de successions aux particularités d'évolution des espèces dominantes; il fait également une évaluation économique de la couverture et fournit certaines recommandations appropriées à son exploitation et sa Bénification.

Voilà, en quoi consiste l'analyse d'ensemble auquel on soumet chaque terrain délimité d'après la série.

Le levé régulier et la description appropriée, tous les composants essentiels de l'écosystème terminés, on peut procéder à une représentation graphique du profil. A cet effet on fait, dans le journal de nivellement des calculs nécessaires des dépassements et de l'étendue des terrains. Ensuite, compte tenu de la longueur générale de la série, on choisit une échelle qu'on met sur le papier millimétrique; là, sur l'axe horizontal on mesure l'étendue des phytocénoses, et à l'axe vertical — les dépassements (il est à rappeler qu'on compte les dépassements à partir du repère absolu pris sur la base topographique). Si le relief du paysage en question est accidenté, son image graphique sera alternée par des piques, des baisses. Par la suite, on marque sur chaque part du graphique, par des signes ou par des chiffres, les phytocénoses, les coupes du sol, les groupes de puits hydrogéologiques, etc.

De cette façon, l'explorateur est en état de recevoir, au cours de la période de campagne-même, des données préalables sur le rapport de la végétation avec les autres composants du paysage, il peut révéler le facteur majeur qui conditionne la répartition des phytocénoses ou de leurs fragments, ainsi que leur dynamique spatiale.

Dans un nombre de cas (lorsque les instruments pour le levé régulier font défaut ou le relief est trop homogène), la série de paysage écologique peut être dressée sans un levé régulier du terrain. Dans ce cas l'étendue des phytocénoses est déterminée à l'aide de la mesure à ruban ou bien à la brasse. La série de paysage écologique est dressée pour des observations uniques aussi bien que pour les observations de régime échelonnées sur plusieurs années et relatives à tous les composants de l'écosystème. Les données les plus précieuses et les plus précises sont fournies par ce dernier type d'observations.

Les observations de régime, outre les descriptions végétales et pédologiques, embrassent les recherches

sur le microclimat, l'étude des cénopopulations de plantes dominantes, l'exploration des microorganismes, les observations sur le monde animal, sur la formation de nouveaux éléments du microrelief, etc. Dans le cadre de la série de paysage écologique, les observations de régime touchant les éléments essentiels des biogéocénoses sont effectuées simultanément (par décades, mensuellement ou plus rarement); ceci permet de dresser, en outre la série spatiale encore la rangée des changements temporels. Les observations de temps et d'espace pareilles sont très précieuses pour révéler des régimes naturels ainsi que pour faire des prévisions diverses.

La période camérale est la plus longue et la plus compliquée: il convient de traiter tout le matériel initial collecté. Primo, il faut déterminer les matériaux de l'herbier pour apporter des corrections appropriées dans les formulaires. En même temps les laboratoires procèdent aux analyses des échantillons pédologiques et hydrogéologiques d'après les indices divers; les données qui en résultent sont marquées sur le profil graphique. C'est pourquoi, outre la ligne du relief principale on dresse parallèlement le graphique de changements dans les indices aquaphysiques et salicoles, dans la teneur en humus et la formation de la couverture végétale; on y marque également les zocénoses, les cyclogrammes, les chronoisoplèthes d'humidité, etc.

L'analyse de ce graphique complexe permet de tirer certaines conclusions quant à la dynamique spatiale des composants essentiels du paysage, mais aussi relatives aux écosystèmes, au changement des facteurs efficaces — ce qui fournit, en fin de compte, les préconditions pour dresser des séries écologiques et dynamiques.

L'explorateur débutant ne doit pas oublier que la série de paysage écologique étant continue représente un modèle spatial du paysage. Il ne doit en aucun cas envisager le voisinage des phytocénoses isolées en espace comme phases des séries successives. A ce propos il ne faudra pas oublier les mises en garde par de nombreux phytocénologues [15, I, 14, 9]. On explique le désaccord fréquent entre les séries spatiales et temporaires par les conditions écologiques hétérogènes de la série, par exemple, les versants méridionaux et septentrionaux des sables mamelonnés. En plus le «mémoire» du paysage ne garde que les souvenirs de certains facteurs extérieurs stables, passant outre les facteurs variables, manifestés au moment-même d'observation. Vue cela, la conclusion faite sur les changements dans le temps sur des principes du voisinage spatiale (ou sur une méthode indirecte), peut être non seulement superficielle, mais erronée aussi [8, 9]. Néanmoins, l'étude des séries spatiales des associations permettent d'acquérir des données complémentaires relatives au sens et au caractère des changements successifs, surtout par la voie des visites et d'observations de régime.

Procédant à l'étude par la méthode des séries spatiales nous n'avons pas d'information concernant la

phase précédente de l'unité successive en observation, c'est pourquoi la série établie ne présente pas une rangée successive concrète. D'ordinaire, l'explorateur intéressé à suivre la dynamique de la couverture végétale, fait des conclusions relatives aux rangées successives en se référant aux observations de nombreuses séries spatiales, aux études effectuées sur elles, et aux plusieurs itinéraires explorés.

La série de paysage écologique qui sert de base pour les observations simultanées saisonnières et annuelles quant aux composants des biogéocénoses, à leur formation et leurs changements, — cette série peut être considérée comme une analogie au «polygone-transect» de V.B. Sotchava [13], à une seule différence que la largeur du «polygone» doit suffire pour révéler et fixer sur la carte les limites essentielles de toutes les biogéocénoses. Une condition obligatoire pour le «polygone-transect» est le levé cartographique systématisé: établissement des cartes de paysage, géomorphologique, géobotanique et d'autres cartes spécialisées.

La série de paysage écologique ou le «polygone-transect» aux observations de régime prolongées, aux changements de l'environnement fixés peut être considérée comme une étape initiale pour l'installation d'une station d'observation continue (de monitoring) à condition de la mise en défense du territoire en question.

Envisageant la série écologique nous constatons que la couverture végétale fait preuve de discontinuité dans l'espace — les limites du phytocénose n'étant pas si nettes, la transition d'une phytocénose à un autre étant graduelle. En plus, chaque phytocénose concrète se rétablit, progressivement, dans le temps. Ses éléments morts sont remplacés par ceux nouveaux, et dans un certain temps toute l'association peut se transformer dans une autre sans perdre sa continuité temporaire (continuum) [11]. La théorie du «continuum» est largement répandue à l'étranger [18, 19].

La couverture végétale croisée par la ligne du profil en question peut être considérée comme un phénomène continu. Pourtant, elle est constituée par des phytocénoses diverses et, nettement, discontinues (biogéocénoses), qui passent doucement les unes dans les autres (par l'intermédiaire de la zone tampon, l'écoton) ou bien ont des limites plus ou moins marquées.

Dans les buts d'indication, on se sert de la série en tant que signal des particularités du paysage cartographié, en procédant à la composition d'une typologie des objets (sols, pâturages). Les caractéristiques de la série de paysage écologique puissent servir de base à une typologie des pâturages. D'habitude par typologie on sous-entend la réunion des phytocénoses similaires. Le plus souvent on prend en considération les principes écologiques (individualité de la couverture pédologique, type d'humidité, relief) avec la structure de la végétation; en d'autres mots cette typologie est basée sur des indices morphologiques et écologiques. Pourtant, il serait plus exacte de la faire à la base de niveau écologo-systématique et écologo-phytocénotique, compte tenu du fonctionnement de ce type.

Le sens du schéma typologique gît dans le choix des associations essentielles, les plus répandues, typiques, plus stables. A cet effet il faut soumettre à une analyse détaillée toutes les descriptions de la végétation disponibles d'après la série de paysage écologique et les grouper d'après le principe de «les plus répandues» et «les plus représentatives»; des modifications au sein de chaque groupe sont possibles.

L'établissement des schémas régionaux et généraux typologiques des pâturages est obligatoire pour l'exploitation heureuse de la nature, pour la protection et amélioration des pâturages et on l'effectue lors d'exploitation des sols, composition des cartes et zonalisation. La méthode des séries écologiques est la meilleure employée à ces fins.

En exemple de cette pratique on peut citer le profil de paysage écologique «Zadarjinsky», dressé dans la partie sud-ouest de la région Arisski près de Tchimkent, aux environs de Boukhtoulène, au stationnaire de l'Institut de l'élevage des karakuls du Ministère d'Agriculture de la R.S.S. de Kazaquie. Sa longueur est 3,5 km.

Les terrasses du fleuve Syr-Daria constituent un relief géomorphologique. Trois lieux dits considérables croisent ce profil: le lit majeur actuel, la première et la seconde terrasses, se trouvant au-dessus de ce dernier. La première terrasse est formée par les dépôts alluviaux, et la seconde — par ceux alluviaux-pré. Les eaux souterraines sont situées à 10-15 m de profondeur (dans le lit majeur de Syr-Daria — 1-3 m.).

Le type zonal du sol est représenté par des sols gris, solontchak, à une composition granulométrique allégée, avec dissémination des sols sableux. Les sols du lit majeur sont hydromorphes (alluviaux des prés, ceux du type tugainyi, les sols marécageux-des prés séchants).

La végétation y est dominée par des types caractéristiques pour les prés et par des arbrisseaux arbustes; pour les terrasses — ce sont des buissons semi-arbrisseaux et arbustes.

L'on a révélé et décrit plus que 50 associations dont les descriptions ont été soumises à une étude détaillée pendant la période des travaux de chambre.

L'analyse des données collectées sur la couverture pédologique et végétale a permis de révéler ce que ces principaux composants de l'écosystème sont conjoints. Ainsi le semi-arbrisseau xérophylite typique est associé — *Agropyron terrae-albae* aux sols gris clairs, aux éléments du relief limoneux-sableux lourds et abaissés. Cependant, *Astragalus macrocladus* prédomine dans les phytocénoses propres aux mézoélévations sur les sols limoneux-sablonneux légers.

Analysant la structure des associations, des écobio-morphes des dominantes, compte tenu de leur valeur nutritive et économique — nous avons trouvé rationnel de distinguer 3 types principaux de pâturages: d'absynthe gris, d'astragale et éphéméroïde aux plusieurs variantes de la pollution ce qui coïncide aux stades bien déterminés du développement successif.

L'on y distingue 3 directions principales du développement naturel (séculaire) de la couverture végé-

tale: xérophylite ( $E_K$ ), psammophylite ( $E_P$ ) et mézo-xérophylite ( $E_M$ ). Ceci s'est manifesté en domination des espèces appropriées formant des phytocénoses, des associations et des formations bien déterminées. Cependant le même territoire est, traditionnellement, utilisé pour la pâture, alors l'influence du facteur anthropogène (indice A) est superposée sur les relèves naturelles de la végétation (indice E), alors la dynamique temporaire est d'un type mixte (E+A). La charge exercée d'une façon permanente sur les pâturages négligeant leurs capacités naturelles a donné libre cours aux herbes mauvaises, parfois même vénéneuses (*Goebelia alopecuroides*) en diminuant la quantité des espèces fourragères de valeur (*Artemisia terrae-albae*).

Analysons quelques exemples (v. tableau). Stades de la dégression de la F. *Artemisia terrae-albae* (E+A). Ce type de pâturages associé aux sols gris limoneux sableux lourds du type solontchak occupe des surfaces assez limitées surtout celles de la terrasse située au-dessus du lit majeur. Il est formé par des phytocénoses variées, correspondant aux différentes étapes de l'association radicale (Ass. *Artemisia terrae-albae-Poa bulbosa*), malheureusement, disparue aujourd'hui.

On peut considérer l'absinthe grise éphéméroïde comme une plante radicale et existant depuis longtemps (n° 8, n° 46 — d'après le profil). L'association a peu changé, la couverture végétale le témoigne. Pourtant même cette phytocénose de base, établie déjà et considérée cruciale, permet de révéler certaines espèces initiales, dans notre cas se sont les mauvaises herbes *Artemisia scoparia*, *Ceratocarpus utriculosus*. L'intensification de la pâture provoque la violation d'équilibre écologique, l'*Artemisia terrae-albae* tombe et les mauvaises herbes s'emparent de sa niche écologique libérée. Ils s'inculquent dans l'association à un stade initial et peuvent devenir ensuite les dominantes facultatives ou adventives. Outre *Artemisia scoparia* et *Ceratocarpus utriculosus*, même les espèces vénéneuses (*Goebelia alopecuroides*, *Iris songorica*) peuvent se développer, ce qui détériore considérablement les qualités de pâturage (n° 19).

L'absinthe grise éphéméroïde rarifiée (*Artemisia terrae-albae* + *Colpodium hummille* + *Poa bulbosa*) à un engorgement mixte (n° 16, 24, 47, 32, 33, 36, 40, 42) constituent l'étape définitive de la dégression des *Artemisia terrae-albae*, dont les associations peuvent dégrader complètement grâce au surpâturage croissant. Le processus de la dégradation est long, mais celui de la démutation est encore plus long. Faute des réserves nécessaires des semences, les relèves deviennent indispensables pour la reproduction future.

Les stades de la dégression des associations *Astragalus macrocladus* ( $E_P+A$ ).

Les pâturages de l'*Astragalus macrocladus* sont assez largement répandus sur le territoire en question. Ils sont propres aux éléments du mézorelief et sont associés aux sols gris, légers, clairs, limoneux-sableux, du type solontchak et aux sables meubles de la terrasse du lit majeur. L'association radicale *Astragalus macrocladus* + *Carex physodes*, qui avait mis au monde celles contemporaines, malheureusement, n'existe pas



Les stades principaux de dégression de la végétation du profil «Zadarjinsky»

Stades de dégression (E <sub>k</sub> +A) F. <i>Artemisia terrae-albae</i>	Numéro de description d'après le profil	Stades de dégression (E <sub>p</sub> +A) F. <i>Astragalus macrocladus</i>	Numéro de description d'après le profil	Stades de dégression (E <sub>m</sub> +A) Ephemretum	Numéro de description d'après le profil
<i>Artemisia terrae-albae</i> + <i>Poa bulbosa</i> suppose radical	—	<i>Astragalus macrocladus</i> - <i>Carex physodes</i> suppose radical Community	—	<i>Poa bulbosa</i> + <i>Carex physodes</i> + + <i>Colpodium humile</i> suppose radical Community	—
<i>Artemisia terrae-albae</i> + <i>Colpodium humile</i> + <i>Poa bulbosa</i> Community	8; 46	<i>Astragalus macrocladus</i> - <i>Carex physodes</i> + <i>Poa bulbosa</i> + + <i>Colpodium humile</i> Community	30; 49; 50	Ephéméroïdes avec obstruction mélangée	7; 9; 13; 15; 31; 34
<i>Artemisia terrae-albae</i> + <i>Poa bulbosa</i> + <i>Carex physodes</i> + + <i>Goebelia alopecuroides</i> + <i>Artemisia scoparia</i> Community avec obstruction mélangée	19	<i>Astragalus macrocladus</i> - <i>Carex physodes</i> - <i>Poa bulbosa</i> + <i>Colpodium humile</i> + <i>Goebelia alopecuroides</i> + <i>Artemisia scoparia</i> Community avec obstruction mélangée		Panne	—
<i>Artemisia terrae-albae</i> + <i>Colpodium humile</i> + <i>Poa bulbosa</i> + <i>Iris songarica</i> + + <i>Goebelia alopecuroides</i> Community avec obstruction mélangée	16; 24; 47	<i>Astragalus macrocladus</i> - <i>Carex physodes</i> + <i>Poa bulbosa</i> + <i>Colpodium humile</i> <i>iris tenuifolia</i> + <i>Iris songarica</i> Community avec obstruction mélangée	11; 32; 34	—	—
<i>Ceratocarpus utriculosus</i> Community rare (stade final de dégression)	33; 36; 40; 42	<i>Astragalus macrocladus</i> - <i>Ceratocarpus utriculosus</i> + + <i>Carex physodes</i> + <i>Poa bulbosa</i> - <i>Iris songarica</i> Community combinaison de petites herbes sans <i>astragalus</i>	41	—	—

Note. F. — formation.

aujourd'hui. L'association *Astragalus macrocladus* + *Carex physodes* + *Poa bulbosa* avec l'engorgement des *Eremurus inderiensis* (n° 30, 49, 50) apparu à la suite de la pâture sur les terrains tracés est justement sa dérivée. Les herbes vénéneuses et mauvaises y sont présentées par des populations initiales. Les *Stipa hohenaceriana* qui ne sont pas fréquents, sont considérés comme les espèces rares.

A mesure, de la croissance de la charge, exercée, sur les pâturages, la couverture végétale naturelle se détériore, l'engorgement devient plus grand, surtout les espèces vénéneuses se développent (*Iris goebelia*), association *Astragalus* se rarifie (voir les données dans le tableau).

Il est à noter que non seulement le surpâturage et la déforestation sont la cause de la dégradation d'*Astragalus*, mais les conditions de la réserve soutenues durant une période longue sont, aussi, nuisibles. Ainsi, le long du profil n° 26 est située une partie du stationnaire où l'on trouve sur un terrain avec des plantes collectionnées. Durant une période assez longue (10-12 ans) ce territoire a été en régime de la réserve, alors une couche épaisse de la mousse *Tortula desertorum* s'est développée ce qui empêchait les graines d'*Astragalus* de pénétrer dans le sol. Les buissons existant vieillissent

et meurent, alors qu'il n'y a pas de conditions pour que se développent de nouveaux arbrisseaux, même s'il y a assez de graines («L'action de couverture» de la mousse). Le pacage limité ou la destruction artificielle des croûtes mousseuses est bien favorable à la reconstruction de la couverture végétale. La reconstruction des pâturages d'*Astragalus* dans des conditions naturelles n'est possible que si l'on respecte les normes du pacage bien déterminées et si les réserves des sémences sont suffisantes.

Les pâturages éphéméroïdes ne sont pas très répendus. On peut voir les stades principales de leur dégression dans le tableau.

Nous n'arrêtons point sur les stades de la dégression de la végétation de pré, parce qu'elle n'est pas représentative pour ce profil.

Pour faire le résumé de tout ce qui vient d'être exposé, il nous reste ajouter qu'on peut utiliser le profilage écologique avec la sélection simultanée d'information en ce qui concerne les composantes principales d'un écosystème pour prévoir non seulement les changements de la couverture végétale, mais aussi pour le paysage tout entier. Cela est important pour le processus de la solution des problèmes de l'utilisation rationnelle des ressources des écosystèmes.

## BIBLIOGRAPHIE

1. V. Alexandrova. L'étude des changements dans la couverture végétale. Dans le rec. «La géobotanique de campagne», vol. III, M.-L., 1964 (en russe).
2. V. Aliokhine. Les complexes et la formation des séries écologiques d'associations. Bull. de la Soc. des explorateurs, vol. 32, livr. 1-2, 1923-24 (en russe).
3. E. Ataev, B. Bérdyev. L'indication géobotanique lors de la mise en valeur des terres situées à sud-ouest de la Turkménie. Achkhabad, Ed. «Ilym», 1978 (en russe).
4. T. Bolatbaev, G. Makoulbékova. Profils écologiques et leur signification pour l'étude de la végétation. Dans le livre «Conditions de la croissance de la récolte sur des pâturages sableux de la partie près du lac Balkhach». Alma-Ata, Ed. «Naouka» 1973 (en russe).
5. B. Bykov. Dictionnaire géobotanique. Alma-Ata, 1973 (en russe).
6. S. Viktorov, E. Vostokova, D. Vychyvkine. L'introduction à la géobotanique indicative. Ed. «Université», 1962 (en russe).
7. N. Dimo et B. Keller. Dans la région sémi-désertique. Explorations pédologiques et botaniques au sud du district Tsaritsino, la région de Saratov. Saratov, 1907 (en russe).
8. M. Ichankoulov, G. Makoulbékova, L. Kourotchkina, T. Nekrassova. Au sujet de la dynamique de la formation du paysage sur le littoral sud-est de la mer Aral. Dans le rec. «Problèmes de la mise en valeur des déserts» n° 2, 1979 (en russe).
9. L. Kourotchkina. Végétation psammophyle de déserts de Kazakhstan. Alma-Ata, Ed. «Naouka», 1978.
10. N. Nétchayéva. L'influence exercée sur la productivité de la végétation du Kara-Koum par le régime de son utilisation. Dans le rec. «Problèmes de la mise en valeur des déserts» n° 6, 1979.
11. L. Ramensky. «Les régularités essentielles de la couverture végétale et leurs études». Bull. des expériences, janvier-décembre, Voronej, 1924 (en russe).
12. E. Ratchkovskaya, P. Gounine. Etudes et recherches intégrées poursuivies du Gobi. Dans le rec. «Problèmes de la mise en valeur des déserts», n° 2, 1980.
13. V. Sotchava. L'introduction à la théorie des géosystèmes. Ed. «Naouka», Novossibirsk, 1978.
14. P. Yarochenko. «La géobotanique», M.-L., 1961.
15. Braun Blanquet. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Wien, 1928.
16. F.E. Clements. Plant succession and indicators. N.-Y., 1928.
17. F.E. Clements. Plant succession and indicators. New-York-Londres, 1965.
18. R.K. Gupta. «Impact of Human Influences of the Vegetation of the Western Himalaya», 1978.
19. G.S. Puri. «The Transect Method in the Study of Plant Communities in India», Indian Forester, 1979.
20. F. Teetzman. «Über die südrussischen Steppen und über die darin im Taurischen Gouvernement belegenen Besitzungen des Herzogs von Anhaet-Köthen». Bei Kenntn. An. Russ. Reiches und der Länder Asiens, II, St.-Petersb. 1845.

## HERBIER DE L'INSTITUT DE LA BOTANIQUE DE L'ACADEMIE DES SCIENCES DE LA KAZAQUIE

Nom russe de la plante \_\_\_\_\_  
 Nom latine de la plante \_\_\_\_\_  
 Population \_\_\_\_\_  
 Relief \_\_\_\_\_ Sols \_\_\_\_\_  
 Nom d'association \_\_\_\_\_  
 Nom de celui qui a ramassé l'herbier \_\_\_\_\_  
 Nom de celui qui a déterminé les plantes \_\_\_\_\_

## Appendice 2

## DESCRIPTION DE PHYTOCENOSE n° \_\_\_\_\_

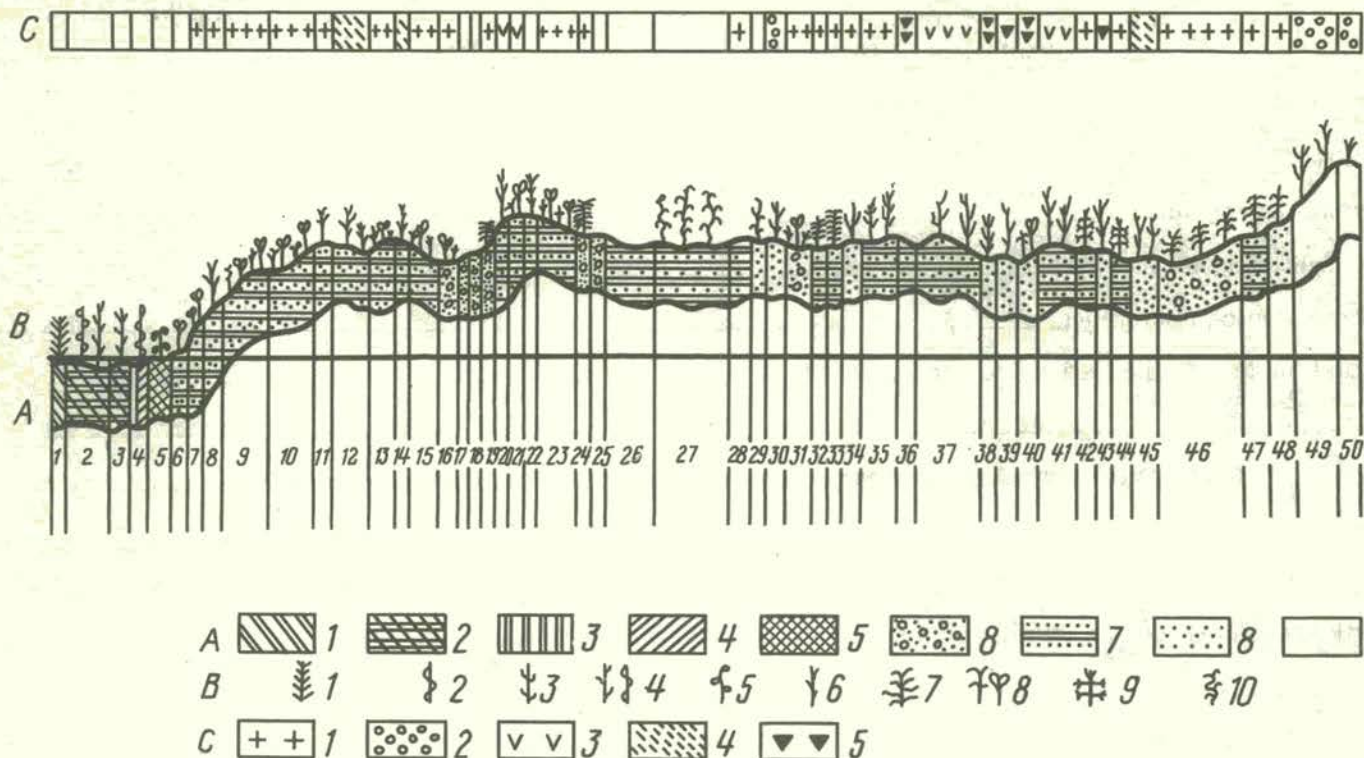
Nom d'observateur \_\_\_\_\_ date \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_  
 Nom d'association \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Situation géographique \_\_\_\_\_  
 Position dans le paysage \_\_\_\_\_  
 Relief (micro-, macrorelief) \_\_\_\_\_  
 Sol: a) type \_\_\_\_\_  
 b) texture \_\_\_\_\_  
 c) salinité \_\_\_\_\_  
 d) description morphologique du profil de sol \_\_\_\_\_  
 Numéro d'échantillon \_\_\_\_\_  
 Régime d'eau (niveau, l'eau souterraine, qualité) \_\_\_\_\_  
 Caractère de la végétation (l'aspect) \_\_\_\_\_  
 Rendement de la couverture herbeuse \_\_\_\_\_  
 Importance de terrains \_\_\_\_\_  
 Rendement des arbrisseaux: Importance de transect \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
 Caractère de développement de phytocénose \_\_\_\_\_

FORME POUR LA DESCRIPTION PEDOLOGIQUE DE CAMPAGNE

1. Coupe n° \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_
2. District administratif, région, point \_\_\_\_\_
3. Situation géographique \_\_\_\_\_
4. Description générale du relief \_\_\_\_\_
5. Macro-, méso-, microrelief \_\_\_\_\_
6. Situation de la coupe vis-à-vis microrelief et exposition \_\_\_\_\_
7. Végétation (composition, épaisseur, hauteur, âge et état) \_\_\_\_\_
8. Caractère de la litière de surface \_\_\_\_\_
9. Indices de marécages, de salinisation, de formations nouvelles et d'autres particularités \_\_\_\_\_
10. Profondeur et caractère d'effervescence sous l'effet de l'acide chlorhydrique \_\_\_\_\_
11. Niveau des eaux souterraines \_\_\_\_\_
12. Roche pédogène \_\_\_\_\_
13. Noms du sol de campagne \_\_\_\_\_

Index gynétiques des horizons	Schéma du composé du profil	Densité des horizons	Description des horizons, composé mécanique, humidité, couleur, structure, densité, stratificat, pédogénèse, salinité, etc.
Définition finale du sol _____			

Numéro de repère	Nom d'association	Relief	Données de la mire de derrière	Données de la mire d'avant	Distance	Excès	Remarque



Profil de paysage écologique «Zadarjinsky»

1—50 — associations

A — types des sols:

1 — alluviaux des prés du type solontchak; 2 — alluviaux des prés — «solontchak-tougainyié»; 3 — alluviaux des prés; 4 — des prés marécageux séchant; 5 — solontchaks des prés croûteux — dodus; 6 — terres grises claires légèrement sableuses; 7 — terres grises claires lourdement sableuses; 8 — sables denses; 9 — sables meubles

B — plantes:

1 — *Glycyrrhiza glabra*; 2 — *Halimodendron haladendron*; 3 — *Tamarix hispida*; 4 — *Halimodendron haladendron* + *Tamarix hispida*; 5 — *Climacoptera brachiata*; 6 — *Astragalus vilosissimus*; 7 — *Artemisia terrae-albae*; 8 — *Poa bulbosa* + *Colpoedium humile* + *Carex physodes*; 9 — *Ceratocarpus utriculosus*; 10 — *Haloxylon aphyllum*

C — types d'engorgement:

1 — *Artemisia scoparia* + *Goebelia alopecuroïdes* + *Ceratocarpus utriculosus*; 2 — *Eremurus inderiensis*; 3 — *Iris songarica* + *Iris tenuifolia*; 4 — *Goebelia alopecuroïdes* + *Artemisia scoparia*; 5 — *Ceratocarpus utriculosus*

## ETUDE DES CENOPOPULATIONS DE LA VEGETATION DE DESERT

par *L. Kourotchkina*, Docteur en biologie, Chef du  
laboratoire de l'Institut de la  
Botanique de l'Académie des  
Sciences de la R.S.S. de Kazaquie  
(Alma-Ata)

La diversité du tapis végétal des parcours de la Terre sur les plans structural et phytocénotique (en particulier des parcours des zones arides) tient aux différences écologiques et aux rapports qui s'établissent entre les plantes et l'environnement. La composition botanique, les écobiomorphes, leur valeur cénotique, la composition des cénopopulations faisant partie de la phytocénose, qui accentuent cette diversité, présentent en même temps l'avantage d'être des parcours naturels comparés aux agrocénoses (évolution dans le temps et dans l'espace, stabilité relative, auto-régulation, auto-reproduction).

Dans les déserts l'aptitude à l'adaptation des plantes aux cycles atmosphériques saisonniers et annuels, l'éventail d'utilisation du milieu d'habitation, la reproduction, la productivité et la valeur nutritive sont d'autant plus faibles que plus pauvre est le tapis végétal. Il est à noter cependant que la vulnérabilité et la sensibilité au pacage s'en trouvent renforcées. Le tapis végétal des déserts d'Asie est un exemple de diversité et de complexité des parcours désertiques sur les terrains peu dégradés (v. tabl. 1).

Nous entendons par les parcours de grands écosystèmes dont les dimensions correspondent grosso modo aux types de végétation tels sont les déserts d'artémisia sur les plateaux nord-touraniens et les bois d'haloxylon aphyllum dans les vallées des rivières de désert sur les sols limoneux et argileux salés d'origine alluviale.

Dans l'ensemble, l'unité élémentaire de parcours (biogécénose) et sa partie végétale alias phytocénose (ou groupement végétal) est étudiée comme phénomène naturel complexe s'articulant autour de trois éléments (organisme, population, phytocénose) ce qui complique la structure et les corrélations du système [9] tout comme les méthodes de son étude.

L'environnement, le groupement végétal et les animaux en pacage, c'est-à-dire la biogécénose pastorale sont des systèmes très évolutifs et variables dont la complexité réside la plupart du temps dans la grande diversité du tapis végétal, les différents types de structures de groupements et biotopes, les variations et les combinaisons infinies des facteurs écologiques et biotiques et de leurs caractères qualitatifs, quantitatifs et fonctionnels ce qui détermine la diversité du processus de succession et les corrélations dans le système «environnement-plante-animal».

La dynamique du parcours est un phénomène complexe où interviennent de nombreux facteurs. Cette notion recouvre: a) successions végétales naturelles et b) les successions anthropogènes concomitantes (zoo-gènes, pyrogènes) façonnant à leur image qui n'est pas toujours la meilleure, le tapis végétal du globe.

Les éléments de structure de la phytocénose (écobiomorphes, cénopopulations et microphytocénoses) sont un bon indicateur de la dynamique des écosystèmes.

Tableau 1

Caractéristiques phytocénotiques de certains parcours d'Asie

Région	Parcours (biogécénose)	Quantité			Nombre de plantes à l'hectare	Rendement annuel des parties aériennes, t/ha
		d'espèces et de cénopo- pulations	de bio- morphes	d'écobio- morphes		
Touran du nord — Taou-Koum	Ass. Calligonum alatiforme- tum, Agropyron fragile- Ephemere (sur les sables)	31	7	13	—	0,67
Front de la mer Aral	Ass. Anabasis aphyllatemia terrae-albae-Ephemeretum (sols gris-bruns)	44	6	9	1664425	1,46
Touran du sud — Kara-Koum	Ass. Calligonum rubens-Mauso- lea eriocarpa, Carex physodes (sur les sables)	60/19	6	7	—	0,51/0,13
Asie Centrale	Ass. Haloxylon ammodendron- Carex physodes (sur les sables compacts)	28	5	800	—	1,4
	Ass. Reaumuria soongorica + + Brachanthemum gobi- cum + Zygochloa xantoxyl- on (sur les sols bruns sablonneux et limoneux salés)	45	8	—	6180	0,06—0,14

mes pastoraux mettant en relief le degré et le sens de modification du tapis végétal.

### Evolution des biogéocénoses pastorales en tant que manifestation de leur aptitude à l'auto-régulation

Il ressort du texte précédent que le parcours correspond à la biogéocénose ou à l'unité matérielle et énergétique élémentaire. Cette unité qui se développe est capable d'auto-régulation et d'auto-organisation. Ce sont les réactions de l'environnement et notamment l'action exercée par les animaux que l'on considère comme le mécanisme d'auto-régulation de la biogéocénose naturelle. L'effet positif est la création des ressources organiques par la photosynthèse et l'effet négatif lié à la dépense d'énergie pour le cycle vital des plantes et la productivité secondaire. Les corrélations négatives jouent le rôle de régulateur de la composition, du nombre et du rendement des organismes, c'est-à-dire limitent la prolifération de population dominée par une seule espèce et assurent l'équilibre et la stabilité de la biogéocénose.

L'équilibre dynamique du parcours implique la manifestation des variations saisonnières et annuelles qui permettent aux plantes de s'adapter aux changements de l'environnement et du régime de pacage.

La biogéocénose dispose incontestablement d'un système de régulation reposant sur la signalisation interspécifique. Selon N. Naoumov [3], il s'agit de la signalisation optique, sonore, électrique et chimique qui fait apparaître de multiples «champs biologiques» groupant les éléments vivants de la biogéocénose. Ces derniers entrent en contacts accidentels et non-accidentels cependant que l'environnement fait l'office de banque d'informations au même titre que le sol et les plantes broutées par les animaux.

L'exploitation intense et la mauvaise gestion des parcours font que l'altération et la restructuration des contacts entraînent une dégradation et une baisse du rendement des parcours à l'état naturel.

Les biogéocénoses peuvent d'autre part être considérées comme «des unités de référence en ce qui concerne le rendement en biomasse et en énergie par unité de surface» [2] et sont à ce titre regardées comme des éléments dynamiques de structure reflétant le mieux les potentialités naturelles de la région donnée. Selon B. Patten «le groupement végétal est programmé de telle façon qu'il choisit la stratégie d'accumulation maximum de la biomasse donc de la teneur énergétique». Mais la biogéocénose manifeste rarement toutes ses potentialités en raison des perturbations dans sa structure.

La déficience spécifique telle que la voient les chercheurs soviétiques [6, 7] a été examinée aux niveaux écologique et phytocénotique en rapport avec la pratique d'amélioration des parcours. Cela a permis de formuler la notion de degré d'utilisation par les plantes de ressources de l'environnement. Pour ce faire on a essayé à : 1) expliquer la structure et le fonctionnement du tapis végétal par l'étude des formes vitales, des cénopopulations et de leurs rapports avec l'environne-

ment; 2) prendre comme critère le degré d'utilisation des niches écologiques et des horizons biologiques; 3) mettre en évidence les facteurs limitant la productivité primaire.

Il a été prouvé que les versions anthropogènes des groupements de composition botanique simple avaient peu d'organes souterrains et aériens, présentaient une mauvaise tolérance aux conditions extrémales, avaient un caractère déprimé et formaient de ce fait des parcours peu valables, à faible rendement, exploitables seulement à périodicité saisonnière.

Le procédé méthodologique de l'étude de la déficience est fourni par l'analyse de la structure des cénopopulations et l'établissement des rapports entre les écobiomorphes sur le parcours.

Le degré d'utilisation des ressources de l'environnement en sa qualité de critère de fonctionnement des écosystèmes est intimement lié à la dynamique de la végétation et varie suivant les années et les saisons en fonction des successions et du sens de leur évolution.

### Classification des successions

Les changements que les successions subissent dans le temps peuvent être réversibles (fluctuations) ou irréversibles (successions). Les fluctuations tiennent aux changements quantitatifs intervenus dans la composition des populations à l'intérieur de la phytocénose et n'entraînant pas sa succession. De la sorte certaines espèces prolifèrent cependant que d'autres survivent aux conditions défavorables à l'état de sommeil.

Ainsi l'éphéméroïde psammophyte *Carex physodes* et le petit sous-arbrisseau xérophile *Artemisia terrae-albae* prédominent sur les parcours sablonneux nord-touraniens. Les fluctuations sont consécutives à leur reproduction décalée dans le temps. En effet *Carex physodes* est à l'état déprimé si le taux de précipitations est insuffisant en période printanière. La disparition des plantes âgées entraîne même à la réduction quantitative. Par contre, aux années favorables, présentant une bonne pluviométrie au printemps, cette plante produit de bons rejets végétatifs qui disputent à *Artemisia terrae-albae* l'humidité dans l'horizon allant de 0 à 20 cm. A son tour *Artemisia* dont la période végétative se situe entre le printemps précoce et l'automne avancé accuse une bonne reproduction en présence des précipitations en été et en automne, sa fructification atteint son point culminant au printemps humide de l'année suivante au moment de l'apparition des pousses. La cohabitation est réglée par les différences de pouvoir d'adaptation écologique des espèces d'une même forme vitale. Les fluctuations numériques n'entraînent pas la succession de phytocénose mais affectent la composition par âges des cénopopulations. On peut donc affirmer que les fluctuations deviennent réversibles dans un laps de temps relativement bref (5-7-11) ans.

Les successions s'assimilent aux changements dirigés et souvent irréversibles de certaines phytocénoses sous l'influence d'autres. Le sens et la séquence de la succession tiennent à plus d'un facteur dont le pacage. La

prévision de la succession est la tâche fondamentale en matière de gestion du parcours.

Il existe plusieurs classifications des successions. En URSS elles s'inspirent tous les principes proposés par V. Soukatchev [8]. Aux USA elles ont été mises au point par Cowles [11], Clements [10] et Whittaker [13].

Les causes et les types de successions sont d'une grande diversité. Il existe, par exemple, des successions séculaires (florogénèse, cataclysmes) ainsi que les différentes successions anthropogènes qui intéressent le plus les spécialistes des parcours. Il y a généralement tout un éventail de successions qui influent sur l'évolution de la végétation et déterminent son sens dans une même biogécénose pastorale. Les successions se manifestent à l'état mélangé ce qui complique dans une grande mesure leur identification et la mise en évidence de leurs causes. Puisque nous en sommes aux successions mixtes nous y incorporons l'interpénétration des éléments des successions dites obligatoires et facultatives. Les successions obligatoires telles que la phytocénogénèse, la syngénèse et l'endoécogénèse ont lieu dans n'importe quelle phytocénose. Elles rendent compte de l'évolution du paysage, ont le caractère obligatoire, conduisent à l'état stable (équilibre) et sont de ce fait considérées comme des successions progressives. Les successions facultatives sont des successions anthropogènes et catastrophiques qui auraient pu ne pas avoir lieu (fig. 1, 2).

A l'heure actuelle le rythme naturel des successions est perturbé du fait de l'intervention accrue de l'homme. C'est à ce moment qu'on voit apparaître une succession dégressive comme celle résultant du surpâturage. Cette succession est toutefois réversible et peut être rétablie ou démutée à condition que le site n'ait pas souffert. Au cas où la perturbation tient à l'altération du site la régénération du tapis végétal stable prend plus de temps et conduit à la formation des groupements nouveaux différents à ceux qui avaient existé avant le pacage.

On considère comme anthropogènes les successions provoquées par la déforestation, la baisse du taux de précipitations consécutive à la régulation de l'écoulement fluvial, aux incendies, aux labours, au pâturage, aux activités récréatives et à l'action technogène. Le pacage provoque des successions pastorales dites pasquales qui se superposent sur les cycles naturels et affectent leur évolution.

Dans la littérature on a l'habitude d'employer les termes dégradation et démutation pour désigner la destruction et la régénération du tapis végétal.

Les degrés des successions pastorales doivent tenir compte de la composition botanique des populations, du rendement des espèces, de la quantité et de l'horizon occupé par les organes souterrains, de la densité et du nombre de rejets génératifs. Ces indices prennent toute leur signification à travers l'analyse des groupes d'âge des cénopopulations [6].

La classification des successions anthropogènes que nous proposons est de nature écologique pour la bonne raison qu'elle se fonde sur la mise en évidence des

causes et des conséquences des modifications du tapis végétal et des sites sous l'action de l'homme et des animaux en pacage.

On considère 4 groupes de successions (suivant les causes qui les provoquent): technogènes, successions résultant de l'exploitation conduisant à la désertification, successions anthropogènes réversibles sans dégradations majeures et successions d'amélioration (fig. 3).

Les successions technogènes des fauches, des parcours, des forêts et des prairies conduisent à la substitution des champs irrigués (successions agricoles et post-irrigationnelles) aux parcours et prairies.

L'irrigation provoque également des successions du tapis pastoral aux alentours des zones irriguées sous l'influence de l'inondation, des fertilisants, des pesticides, des défoliants, de l'halophytisation de la végétation en bordure des champs irrigués, des réservoirs, des lacs et des canaux d'irrigation et de l'élévation du niveau de la nappe phréatique et de la salinisation des sols dans les régions de déversement des eaux d'irrigation.

L'étude et la prévision des successions résultant de l'irrigation revêt un caractère particulièrement urgent quand il s'agit d'aménager les bassins versants et les réservoirs et de prévoir le transfert d'une partie de l'écoulement d'une région vers l'autre.

A son tour la construction des agglomérations, des canaux, des routes et d'autres communications conduit à la disparition définitive des terres à usage pastoral. On sait, par exemple, que bien que dans la région du bassin Aralo-Daria des canaux d'irrigation occupent au moins 200 000 ha de parcours, plusieurs milliers de ha de parcours sont accaparés par un réseau routier absolument inutile. On peut dire de même de Betpak-Dala où les chasseurs d'antilopes ravagent les parcours.

Successions spontanées résultant de l'exploitation (technogènes et pasquales) peuvent également s'accompagner de la dégradation des écosystèmes et de la désertification. Ce groupe inclut notamment: 1) successions dites de désertification résultant du surpâturage; 2) successions liées à la désertification des fauches (caractéristiques des estuaires des cours d'eau de désert et consécutives à leur aménagement et à l'arrêt des crues); 3) successions-pyrogènes liées aux incendies. Ces successions sont assez rares et peu étudiées. Dans certains cas les successions pyrogènes peuvent exercer une action favorable (incinération des herbes peu appétantes, des arbrisseaux et des mauvaises herbes); 4) successions résultant de l'envahissement des parcours par les mauvaises herbes sous l'effet d'un pacage incontrôlé.

Le troisième groupe à savoir les successions anthropogènes réversibles résultent de la coupe des foins et du pacage et ne conduisent pas à la dégradation des écosystèmes. Dans les successions naturelles les diverses anomalies ont un caractère provisoire de nature tant positive que négative mais s'inscrivent toujours dans le cycle naturel de successions et n'affectent pas les mécanismes d'auto-régulation des écosystèmes.



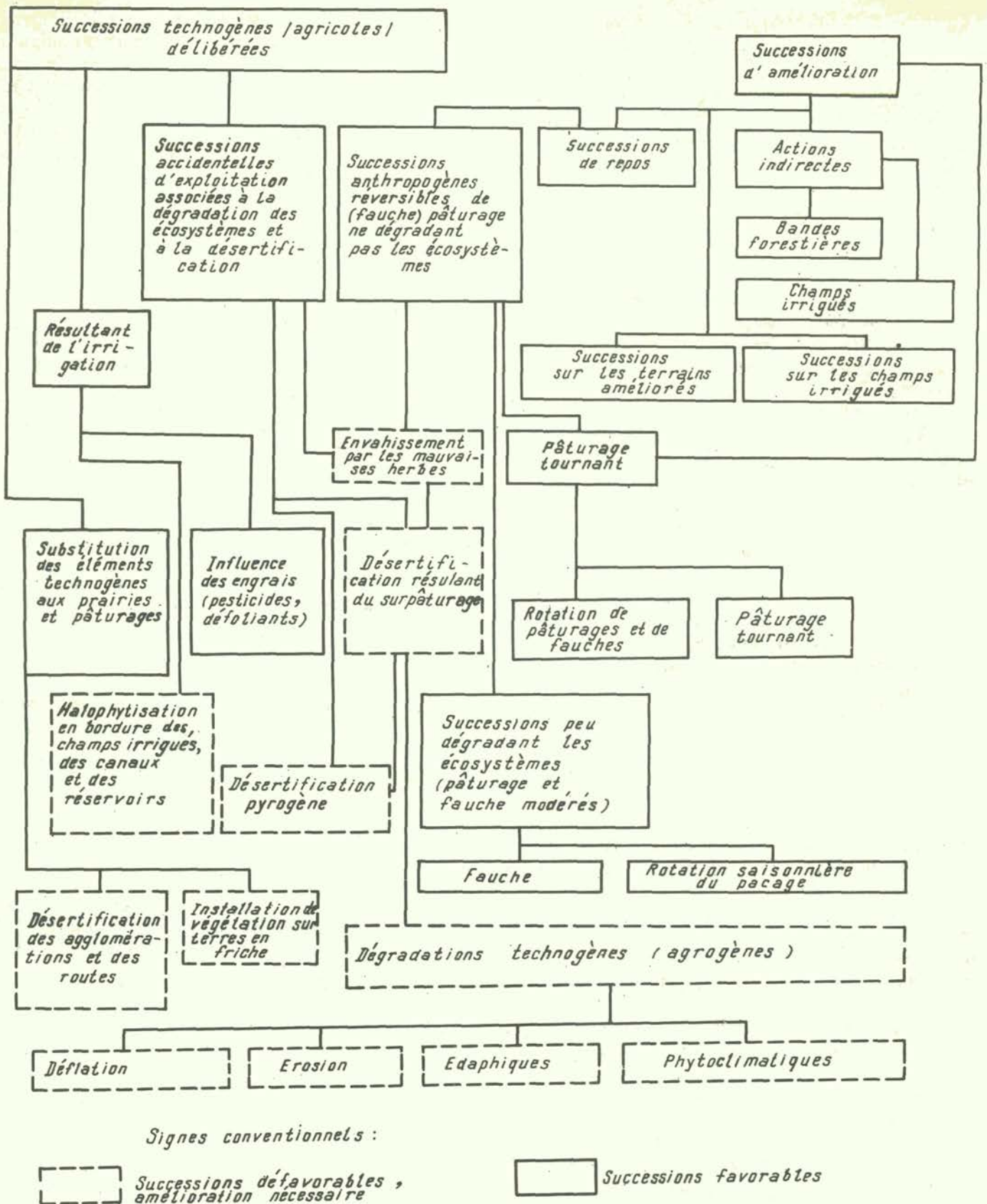


Fig. 1. Schéma des successions anthropogènes de la végétation des pâturages et prairies

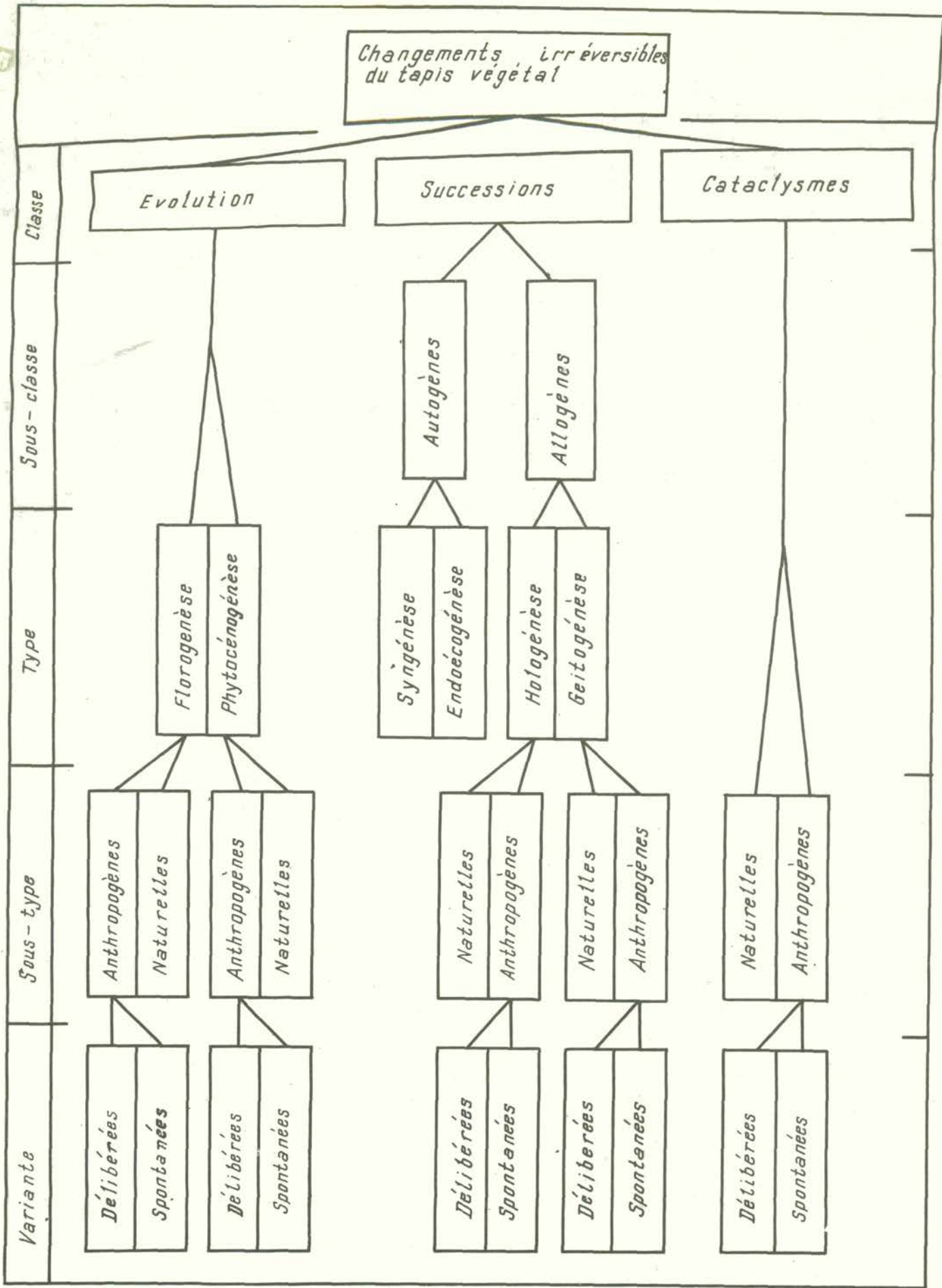


Fig. 2. Classification des successions

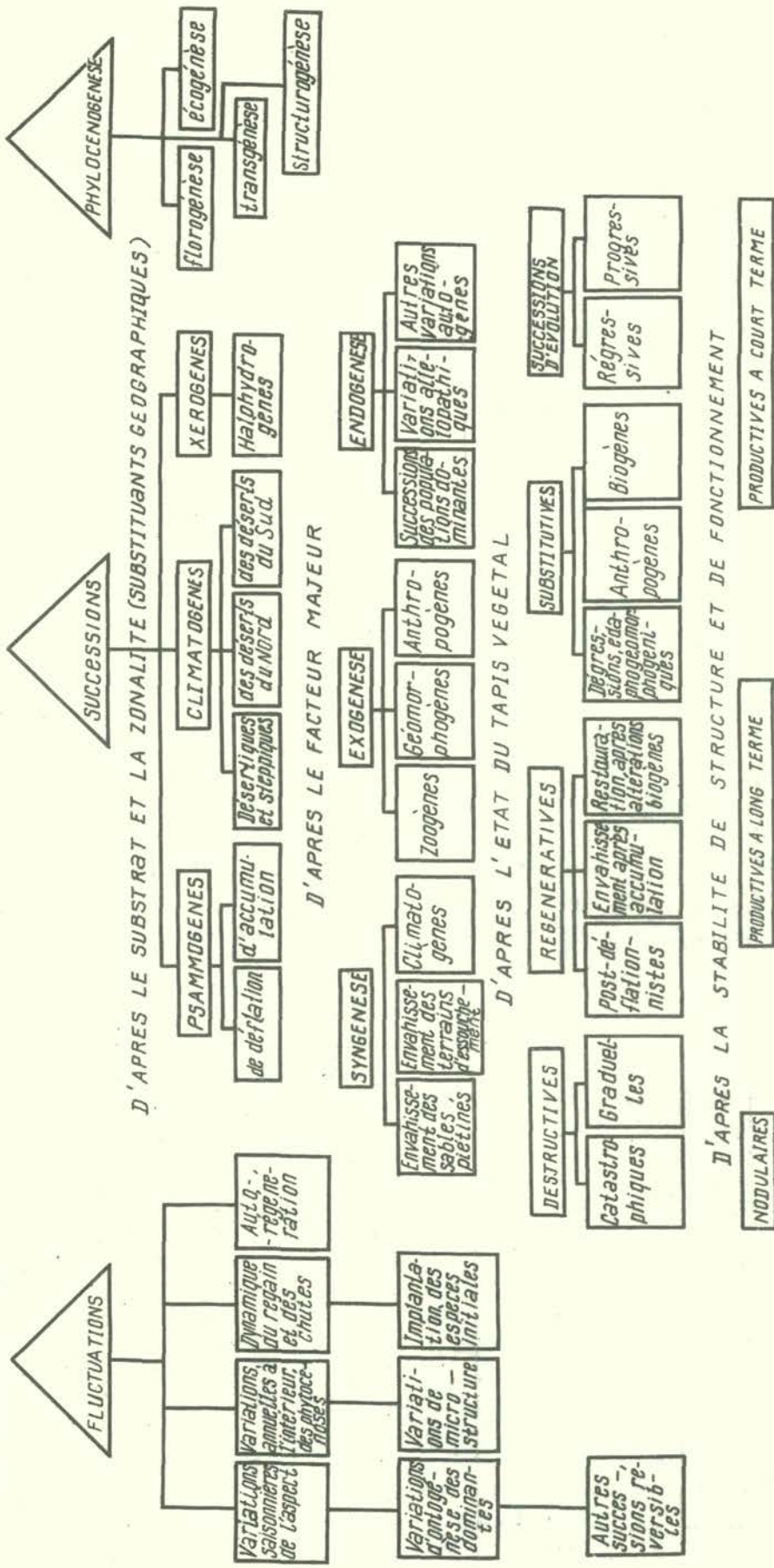


Fig. 3. Schéma des successions du tapis végétal des déserts de sable au Kazakhstan

Variations du nombre d'individus des cénopopulations (par 100 m<sup>2</sup>)  
ass. *Artemisia terrae-albae*—*Anabasis aphylla*—*Ephemeretum*

Cénopopulation	1965	1966	1967	1968	1969	1970
<i>Artemisia terrae-albae</i>	1438	1444	1970	1452	1560	1496
<i>Anabasis aphylla</i>	12	12	8	11	5	7
<i>Kochia prostrata</i>	36	84	39	67	32	27
<i>Rheum tataricum</i>	4	4	4	6	5	5
<i>Poa bulbosa</i>	1124	1228	257	213	224	201
<i>Tulipa biflora</i>	474	428	132	129	125	103
<i>Gagea reticulata</i>	180	128	105	117	70	69
<i>Alyssum desertorum</i>	734	4344	2010	5928	1650	6800
<i>Leptaleum filifolium</i>	793	1128	326	644	450	212
<i>Rochelia retorta</i>	240	396	215	262	18	15
Rendement, t/ha	0,5	0,31	0,15	0,27	0,39	0,31

Tableau 3

Profondeur de pénétration des racines (cm) dans la cénopopulation  
*Artemisia compacta* compte tenue de la dégradation pastorale

Groupes d'âge	Phases de dégradation				
	I	II	III	IV	V
Juveniles	60—100	60—100	30—40	30—40	13—15
Immatures	jusqu'au 200	jusqu'au 200	jusqu'au 100	50—60	20—25
Jeunes	jusqu'au 200	jusqu'au 200	jusqu'au 120	60—70	25—30
Prématurés	jusqu'au 200	jusqu'au 200	jusqu'au 120	60—70	25—30
Vieillissants	80—90	70—80	60—70	50—60	20—25
Séniles	60—70	50—60	40—50	35—40	jusqu'au 10

Enfin, le quatrième groupe est constitué pas les successions dites d'amélioration par lesquelles on entend l'aménagement des pâturages et les améliorations résultant d'une action indirecte (plantations de bandes forestières, champs irrigués, etc.). Les successions d'amélioration active sont liées au semis des plantes fourragères, à la dégradation totale ou partielle des groupements et à l'intervention de l'homme unique ou répétée. Par la suite le renouvellement et la succession de la structure et de la composition botanique du groupement cultural sont subordonnés aux mécanismes naturels.

#### Cénopopulations, groupes d'âge et dynamique du tapis végétal pastoral

D'après T. Rabotnov la cénopopulation est la forme sous laquelle l'espèce est présentée dans la phytocénose qui nous intéresse, soit «la forme de son adaptation au site concret qui rend compte de la stratégie vitale des plantes» [6].

Les individus faisant partie d'une même cénopopulation s'adaptent en commun aux conditions de l'environnement dont le milieu biologique des autres cénopopulations du groupement végétal donné. Ce pouvoir d'adaptation tient à la plasticité écologique de l'espèce qui se manifeste le mieux dans la structure d'âge des individus de la cénopopulation. En effet, les individus d'âges différents n'ont pas la même réaction aux solli-

citations extérieures dans le cadre d'une seule cénopopulation circonscrite géographique dans une phytocénose particulière. Les jeunes plantes, par exemple, sont capables de «retarder» leur croissance et rester pendant longtemps à l'état juvénile en cas de déficit de nutrition ou d'éclaircissement. Les individus adultes font jouer leurs mécanismes d'adaptation de telle sorte qu'elles peuvent retarder les phases génératives et rester plus longtemps à l'état de sommeil sans perdre pour autant leur pouvoir de fructification. Cela permet d'affirmer que dans leur ensemble les individus d'une même espèce ont le pouvoir d'accélérer ou de retarder les âges de leur vital et de modifier leur état vital suivant les fluctuations des conditions et la dynamique de la phytocénose\*.

C'est pour cette raison précisément que l'étude des cénopopulations joue un grand rôle pour déceler l'organisation des phytocénoses et de leurs successions.

\*On distingue 4 périodes d'âge pour les plantes vivaces: 1) période latente (sommeil primaire) — semences, fruits, diaspores (tubercules, bulbes); 2) période virginale qui couvre la germination des graines et la reproduction de l'individu par voie générative (régénération consécutive). A cette période se rapportent les pousses et les individus juvéniles, immatures et prématurés; 3) période de génération est celle de fructification; 4) période sénile est caractérisée par l'extinction progressive du pouvoir de reproduction générative et le dépérissement des plantes.

Ainsi sur le front de la mer Aral, dans le groupement *Artemisia terrae-albae*-*Anabasis aphylla*-*Ephemere-tum* (tabl. 2) le nombre de plantes dominantes (*Artemisia*) en l'occurrence variait de 100 à 130 individus par 100 m<sup>2</sup>, cependant qu'on recensait de 1900 à 1000 plantes du sous-dominant *Poa bulbosa*.

Les éphémères annuelles ont varié numériquement de 734 à 68000 individus (*Alyssum desertorum*) en 5 années d'études. Ces variations ont naturellement influé sur l'aspect et la structure de la phytocénose.

D'intéressantes observations ont été faites dans la cénopopulation d'*Artemisia compacta* en rapport avec la dégradation pastorale (tabl. 3).

On a plus spécialement étudié le groupement *Artemisia compacta*-*Caragana* sp.-*Stipa kirghisorum*-*Festuca valesica*-*Agropyron pectiniforme* situé dans une région steppique aride (cuvette de l'Issyk-Koul, Kirghizie). Tous les individus sans distinction d'âge réagissent au surpâturage par le raccourcissement de leur système racinaire (4 à 6 fois chez les plantes juvéniles et 7 à 8 fois chez les individus génératifs et séniles). En outre la dégradation entraîne la rétraction du tapis de plantes vivaces remplacées progressivement par les plantes annuelles. L'érosion des sols s'intensifie.

Voici un autre exemple. Il s'agit cette fois de la cuvette de l'Issyk-Koul en Kirghizie. C'est un parcours aride occupé par le groupement *Artemisia compacta*-*Caragana* sp.-*Stipa kirghisorum*-*Festuca valesica*-*Agropyron pectiniforme*. L'âge des cénopopulations ou le rapport de groupes d'individus d'âges différents rendent le mieux compte des tendances de l'évolution des phytocénoses. Nous citons un exemple relatif au nombre de cénopopulations de dominantes et sous-dominantes à Taou-Koum (désert de sable). Les recensements ont été effectués sur les parcelles de

100-500 m<sup>2</sup> dans 50 phytocénoses différentes sur les parcours exploités en hiver (tabl. 4).

L'analyse des résultats nous a permis de tirer les conclusions ci-après: *Kochia prostrata* est une bonne plante pastorale qui prolifère sur les pentes nord et dans les dépressions entre les crêtes. En sept années sa population a augmenté de 5 à 6 fois dans le groupe-ment *Fruticeta*, *Ephedreta*, *Artemisieta*, *Kochieta* et de 1,5 à 2 fois dans le reste des groupements végétaux. La tendance générale a la reproduction par la régénération consécutive à 1967. *Artemisia terrae-albae* qui est également une bonne plante fourragère disparaît sous la poussée d'*Ephedra lomatolepis*. Elle se maintient au même rang numérique dans les phytocénoses *Calligonum*, *Eurotia ceratoides*, *Kochia prostrata* mais le pourcentage d'individus morts (29-59 %) atteste le déclin des populations et la tendance des sous-dominantes dans les phytocénoses.

*Calligonum* disparaît du peuple herbacé. Le nombre d'individus adultes diminue de 1,5 à 3 fois. *Ephedra* par contre accuse une forte progression numérique (allant jusqu'à 12 fois) à tel point qu'elle se propage par invasion et s'incorpore, par exemple, dans les associations *Artemisia* et *Eurotia*. En 7 ans *Agropyron* a diminué de 7 à 20 fois.

D'autre part, l'analyse des groupes d'âge montre que les cénopopulations de *Kochia* sont progressives en ce sens que les jeunes plantes y sont prédominantes. Les cénopopulations d'*Artemisia* sont, quant à elles, régressives étant peu représentées par les individus immatures et juvéniles. Le type de cénopopulation met en relief le sens de succession. Ces conclusions doivent toutefois être ajustées aux cycles naturels et à la rotation des années humides et de sécheresse qui déterminent la bonne ou la mauvaise régénération des espèces.

Tableau 4

Nombre d'individus des cénopopulations des principales espèces (Taou-Koum)

Cénopopulation	Association d'après l'édificateur	Nombre d'individus pour 100 sq m		Changement	Groupes d'âge en %					Type de cénopopulation
		1964	1971		juvéniles	pré-maturés	géné-ratifs	vieux	morts	
<i>Kochia prostrata</i>	<i>Ephedra lomatolepis</i> ass.	3	17	6 temps de morts	67	0	33	0	0	d'invasion
	Ass. de mauvaise herbe	—	33		invasion	43,7	27,3	25,0	0	
	<i>Artemisia terrae-albae</i> ass.	32	17	moins que 2 temps	46	26	16	2	10	d'invasion, normal
	<i>Calligonum</i> sp., sp. ass.	48	109	2 temps de morts	40	3	55	0	2	normal
<i>Artemisia terrae-albae</i>	<i>Artemisia scoparia</i> ass.	15	36	2,4 temps de morts	0	0	41	0	59	régressif
	<i>Artemisia terrae-albae</i> ass.	36	58	1,6 temps de morts	48	0	19	4	29	normal, stable
<i>Calligonum alati-forme</i>	<i>Ephedra lomatolepis</i> ass.	13	5	moins que 3 temps	0	0	100	0	0	régressif
	<i>Artemisia terrae-albae</i> ass.	7	3	moins que 2,3 temps	33	0	50	17	0	normal, régénératif
	<i>Calligonum</i> sp., sp. ass.	11	8	moins que 1,4 temps	0	0	75	25	0	normal, régressif
<i>Agropyron fragile</i>	<i>Ephedra lomatolepis</i> ass.	52	50	néant	10	10	78	0	2	—
	<i>Artemisia terrae-albae</i> ass.	15	5	moins que 3	0	0	27	23	50	—
	<i>Calligonum</i> ass.	30	26	moins que 1,1	7	4	67	7	17	—

C'est la raison pour laquelle les observations doivent être de très grande durée. On doit en outre prendre en ligne de compte l'âge absolu et la durée de vie des individus. Ainsi Calligonum a une durée de vie jusqu'à 30 ans, c'est-à-dire que pour la population normale le renouvellement complet des individus et leur remplacement dans ce cycle surviennent au bout de 30 (10 à 12 ans pour Astragalus et 15 à 20 ans pour Artemisia). L'analyse du rapport des groupes d'âge pour les plantes vivaces se double au recensement des pousses présentant une bonne faculté germinative. On comprend dès lors que le type de cénopopulation est déterminé pour l'année du recensement et varie suivant les années du fait du repoussement et du dépérissement. Les pousses sont l'élément le moins stable des cénopopulations. Ainsi, en 1973 les pousses de Kochia apparues au printemps étaient de l'ordre de 3 à 376 000 à l'hectare (dans les différentes cénopopulations) malgré la sécheresse relative. Les pousses étaient particulièrement nombreuses sur les sables friables des sommets et des pentes mais à l'automne elles se sont le mieux conservées sur les sables compacts des dépressions (50 à 80 % de survie). Dans ses niches écologiques Artemisia produit une quantité de pousses (jusqu'à 600 000 à l'hectare) mais il n'en reste plus que 6 à 25 % à l'automne. En outre, il a été établi que les pousses des dominantes n'apparaissent pas tous les ans et que leur taux de survie en automne était très faible.

Les variations numériques des individus des différentes générations dans les populations des espèces dominantes sont un indicateur du sens de l'évolution. C'est en cela que se manifestent leurs corrélations avec l'écotope, le temps et les successions anthropogènes et zoogènes. Mieux encore, non seulement le rendement en graines mais encore la durée d'antogénèse et le début de la phase générative étaient tributaires des conditions météorologiques et de la durée de la sécheresse du sol. Au Taou-Koum par exemple, (même si le taux de précipitations moyen annuel est supérieur à 200 mm) la fructification de Kochia survient 7 à 8 ans suivant l'apparition des pousses et il faut 5 à 7 ans de renouvellement pour former une population dite normale.

L'analyse des cénopopulations et le recensement des individus d'âges différents permettent de juger de l'évolution de la phytocénose même si la description n'a été effectuée qu'une seule fois. La technique de cette étude est très simple. Ainsi pour les groupements psammophiles on aménage sur une parcelle représentative un transect de 10x2 m divisé en carreaux de 4 m<sup>2</sup> pour recenser tous les individus des dominantes et sous-dominantes (nouvellement installés, rares, contaminants) et reliques.

Pour mieux recenser les individus des différents groupes d'âge on trouve leur rapport en % et on détermine le type de chaque cénopopulation. Ce faisant on n'oubliera pas de prendre note de la vitalité des individus de chaque groupe, le rapport avec les sous-dominantes et le degré d'adaptation des cénopopulations aux conditions de l'environnement. C'est sur la base de toutes ces données qu'on peut juger de l'évolution

des successions et prédire les changements pouvant se produire dans la phytocénose à quelques années de distance.

Sur les parcelles expérimentales on délimite les carreaux à l'aide des piquets et on répète les observations au bout de 3 à 5 ans (plantes vivaces). Les pousses sont également recensées à périodicité annuelle: au printemps et en automne sur la surface de 0,25 m<sup>2</sup> (12 à 16 fois de suite). Le tableau où seront consignées toutes ces données rend possible leur traitement mathématiques-graphiques et permet de prendre de nombreux relevés des carreaux de référence.

#### Corrélation entre l'importance, la couverture et la biomasse de la cénopopulation

On peut se passer de prouver le rapport étroit qui existe entre la quantité d'individus, la couverture et la biomasse. Mais il faut toutefois rappeler que ces critères qui mettent en relief le phénotype de l'espèce dépendent de la structure de la phytocénose, de la biomorphe et du rapport entre les individus d'âges différents. Il nous apparaît fondamental d'analyser la répartition de la biomasse par strates (partie souterraine du groupement y comprise) suivant la couverture et l'âge des individus. Il va de soi que les cénopopulations les plus productives à prédominance d'individus génératifs d'âge moyen sont considérées comme le type de cénopopulation normal voire optimal.

En leur qualité d'écosystèmes à structure complexe les parcours évoluent vers la dégradation, la baisse de leur potentiel naturel et la perte du pouvoir d'auto-régulation sous l'influence d'une mauvaise gestion.

L'évaluation du degré de dégradation et des tendances de l'évolution des écosystèmes pastoraux doit procéder du degré de déficience des groupements, de l'âge des cénopopulations, du degré d'occupation des éconiches et d'utilisation par les plantes des ressources de l'environnement. L'analyse de la situation — déficiences de structure des populations, degré d'occupation de la rizosphère, microclimat, facteurs limitatifs de l'environnement, pâture et mécanismes d'adaptation — permet d'arrêter un plan écologique de pâture et d'assurer le contrôle nécessaire de l'exploitation et de la protection des parcours.

Les successions de dégradation-démutation sur les parcours se rapportent aux successions mixtes complexes qui se diffèrent considérablement des successions naturelles d'après le degré de dégradation du tapis végétal et du sol. Le degré de dégradation est évalué suivant l'échelle établie pour les différents types de parcours.

Le rapport entre les groupes d'âge dans les cénopopulations des plantes dominantes, leur nombre et vitalité aux différents stades de dégradation ressortent du type de cénopopulation. Ce dernier sert d'indicateur de dégradation et du sens de succession et est tous les ans rectifié par la faculté germinative et la pâture.

On peut dire en conclusion que seule la détermination correcte des successions anthropodynamiques

permet de contrôler leur évolution, d'établir les normes et les délais d'utilisation des ressources fourragères et de mettre au point les modèles de fonctionnement des

écosystèmes pastoraux et des cartes avec des prévisions de leur évolution.

## BIBLIOGRAPHIE

1. V. Alexandrova. Applications des idées et des méthodes de la cybernétique à la biogéocénologie forestière. Extrait du livre «Principes de la biogéocénologie forestière».
2. G. Zozouline. Aspects scientifiques et pratiques de l'utilisation des paysages en leur qualité d'étalons naturels. Extrait du livre «L'Homme et la biosphère». Rostov, Ed. de l'Université de Rostov, 1977.
3. N. Naoumov. Structure et auto-régulation des macrosystèmes biologiques. Extrait du livre «Cybernétique biologique». Moscou, 1972.
4. N. Nétchayéva, S. Prikhodko. Pâturages d'hiver dans les déserts de piémont d'Asie Centrale, Achkhabad. «Turkménistan», 1966.
5. T. Rabotnov. Déficience botanique et cénotique des cénozes. Rapport. Académie des Sciences de l'URSS, v. 130, n° 3, 1960.
6. T. Rabotnov. Phytocénologie. Moscou, «Université», 1978.
7. L. Ramensky. Principales régularités du tapis végétal. «Vestnik opytnogo dela». Voronège, 1924.
8. V. Soukatchev. Certains problèmes théoriques généraux de la phytocénologie. «Problèmes de la botanique», n° 1, 1954.
9. X. Trass. Géobotanique. Leningrad, 1976.
10. Clements F.E. Plant succession: an analysis of the development of vegetation. Publ. Carnegia Inst. Wash., 1916.
11. Cowles H.C. The fundamental causes of succession among plant associations. Rept. Brit. Assoc. Sci. (Winnipeg), 1909.
12. Whittaker R.H. Climax concepts and recognition. In: Handbook of Vegetation Science. Part 8. Vegetation dynamics. The Hague, 1974.
13. Whittaker R.H. Communities and Ecosystems. 2 ed. New-York-London, 1975.

## VI. AMELIORATION ET DEFENCE DES PATURAGES

### SYSTEME D'AMELIORATION DES PATURAGES DU DESERT ARGILEUX

par Z. Chamsoutdinov, Docteur en science biologique, Directeur de l'Institut de recherches scientifiques de l'élevage des moutons d'Astrakan du Ministère de l'agriculture de l'URSS (Samarkand)

Les vastes pâturages des déserts et des zones subdésertiques, qui occupent plus de 200 millions d'hectares, ont toujours fourni la base fourragère de l'élevage des moutons, principal secteur d'élevage au pâturage dans le désert.

L'expérience de mise en valeur des déserts en URSS montre que, dans les conditions actuelles, l'élevage du mouton caracul est la seule industrie économiquement rentable et efficace qui puisse être implantée sur les territoires désertiques d'Asie Centrale et du sud du Kazakhstan.

Les pâturages désertiques présentent de nombreux avantages en eux-mêmes:

— le fourrage à base des plantes y est varié;

— les plantes présentent d'assez bonnes qualités nutritives;

— la période de pacage est, nettement, prolongée;

— les plantes de pâturage peuvent être utilisées pendant toute l'année;

— les frais sont minimes.

A côté de ces avantages, les pâturages désertiques présentent toute une série d'inconvénients. Tout d'abord, leur rendement est bas. En fonction du type de pâturage, le rendement varie entre 1,5 et 3 q/ha (masse de la matière à l'état sec à l'air). Un autre désavantage grave est la variation excessive du rendement d'année en année et de saison en saison: D'après les données de N. Nétchayéva et N. Pelt, le rendement des

différents types de pâturages peut doubler dans les années favorables et diminuer de 3 à 5 fois dans les années défavorables par rapport au rendement moyen. En fonction des conditions hydrothermiques, au cours de 10 années, on compte une année où le rendement est excellent, 2 années à bon rendement, 4 années à rendement moyen, 2 années à rendement médiocre et une année à très bas rendement. Les réserves de fourrage sur les pâturages varient non seulement en fonction de l'année mais aussi suivant les saisons. En hiver, les ressources en fourrage diminuent, généralement, de 2 fois et demie. Ces variations portent, non seulement, sur le rendement mais aussi sur la valeur alimentaire du fourrage.

Conformément aux communications, le fourrage consommé par les ovins sur les pâturages à armoises et éphémères accuse une diminution de la teneur en protéine de 20 jusqu'à 5 % entre le printemps et l'hiver. Au cours de la même période, la teneur en albumine passe de 13 à 4 %, alors que la teneur en cellulose augmente de 27 à jusqu'à 41 %. Au printemps, 100 kg de fourrage à l'état sec à l'air contiennent 80 à 90 unités fourragères, et en hiver, 18 à 25 unités fourragères, la teneur en albumine digestible constitue respectivement 5 à 10 et 1 à 3 kg, et en carotène, 25 et 0,3 g.

Ce sont, précisément, les inconvénients des pâturages incultes qui provoquent le déséquilibre de la production de l'élevage du mouton caracul, conditionnent l'instabilité de ce domaine économique précieux et amènent de très sensibles pertes de cheptel dans les années où le rendement des herbes est mauvais.

Il convient de signaler un autre aspect important de l'état des pâturages. En tant qu'écosystèmes, les plantes des déserts et des zones subdésertiques utilisées sur les pâturages sont, extrêmement, fragiles et périssables. Une gestion incorrecte entraîne le déséquilibre, appauvrit leur structure et diminue le rendement. Les écosystèmes se dégradent et se désertifient. On connaît, actuellement, quelques exemples de dégradation des écosystèmes des pâturages, surtout autour des agglomérations, des puits, des industries, le long des gazoducs et des lignes aériennes de transfert d'énergie. Ce sont des manifestations du processus de désertification dû à la pression anthropogène exercée sur la couverture végétale et sur le sol dans les zones arides de notre pays.

On observe des faits alarmants de dégradation et de désertification massive, dus à l'activité incorrecte de l'homme, dans certains pays d'Afrique et d'Asie. La conférence de l'ONU sur la lutte contre la désertification (Nairobi, Kenya, 1977) a montré que, pendant le demi-siècle dernier, le désert du Sahara a avancé vers le sud et a envahi 350 000 km<sup>2</sup>. D'après les renseignements des experts de l'ONU, la superficie totale des terres désertifiées est énorme: elle dépasse 9 millions km<sup>2</sup>. Le danger de désertification est réel pour 45 millions km<sup>2</sup>, ou 30 % de la surface du globe. L'échelle à laquelle ces processus s'effectuent font de la désertification un problème d'importance mondiale.

Pour vaincre la basse productivité des pâturages désertiques, les variations brusques du rendement et de la

teneur en substances nutritives des fourrages naturels, la dégradation de la composition et de la structure des écosystèmes naturels, on doit mettre au point et implanter une technologie efficace d'amélioration de la nutritivité du fourrage et de stabilisation des écosystèmes des pâturages.

La présente conférence fait état des principaux résultats obtenus à l'Institut de recherches en élevage du caracul (VNIIC) du Ministère de l'agriculture de l'URSS au cours des travaux visant à créer des principes théoriques et des méthodes d'amélioration considérable des pâturages désertiques et subdésertiques. Des travaux expérimentaux ont été entrepris dans un désert de piémont (station de Nichan), sur les sérozems clairs à faible teneur en argile, avec la hauteur des précipitations annuelles 220 mm; dans un désert à armoises et plantes éphémères (station de Karnab), sur les sérozems clairs sablonneux, avec la hauteur des précipitations annuelles 160 mm; au sud-ouest du Kyzyl-Koum (station d'Ayak-Aghitmin), sur les sols désertiques sablonneux, avec la hauteur des précipitations annuelles 110 mm.

#### Principes scientifiques d'amélioration foncière des pâturages

Le fondement théorique de la phyto-amélioration des pâturages désertiques est constitué par les travaux consacrés à l'écologie des déserts, ainsi qu'à la biologie et à la phytocénologie de la végétation désertique. L'abondance des travaux géobotaniques sur les pâturages, parmi lesquels on peut citer les ouvrages de N. Nétchayéva, E. Korovine, M. Popov, V. Bouryghine, L. Rodine, K. Zakirov, I. Granitov (1964), L. Gayevskaya, L. Sinkovski et autres, est grande; tous les auteurs disent que beaucoup d'espèces d'arbustes et de sous-arbrisseaux ont disparu dans les zones arides sous l'influence des facteurs historiques naturels et anthropogènes. N. Nétchayéva indique que l'influence décisive doit être attribuée aux facteurs pédo-climatiques, ainsi qu'aux relations concrètes qui s'établissent entre les plantes qui végètent ensemble. D'autre part, la composition floristique contemporaine et la structure de la couverture végétale se sont formées sous une forte influence anthropogène; il suffit de mentionner le pâturage, la coupe du bois, des arbustes et sous-arbrisseaux, le labourage, les incendies... L'action cumulée de tous ces facteurs a déterminé finalement la dominance des associations d'éphéméroïdes ou d'éphéméroïdes et armoises et la disparition, d'abord, des arbustes et sous-arbrisseaux (soudes), ensuite de l'armoise dans les zones arides d'Asie Centrale et du Kazakhstan, surtout sur les plaines de piémont.

La diminution de nombreuses espèces de plantes sur les pâturages désertiques sous l'influence des facteurs naturels historiques et anthropogènes permet de croire que bon nombre de phytocénoses, telles qu'elles se présentent aujourd'hui, sont floristiquement et cénotiquement déficientes, c'est-à-dire qu'il y manque des espèces qui pourraient exister dans les conditions données si leur graines pouvaient arriver en nombre suffisant.



En considérant les diverses variantes anthropogènes de phytocénoses désertiques sous l'angle de complétude des cénoses, il convient de noter que, dans la zone aride de l'URSS, beaucoup d'associations végétales contemporaines sont floristiquement et cénotiquement déficientes. On a pu s'en persuader en emblavant les terres (déjà ensemencées ou non) avec les graines de nombreuses espèces de plantes fourragères: à la suite de ces expériences, on a vu de nouvelles espèces et formes vitales de plantes fourragères s'ajouter aux cénoses existantes. La déficience des phytocénoses et la possibilité de leur enrichissement avec des espèces nouvelles sont confirmées par les résultats de l'étude de la structure sinusiale des phytocénoses naturelles et artificielles. N. Néitchayéva [5] a démontré pour la première fois l'importance de l'analyse de la structure sinusiale des phytocénoses désertiques pour la justification de la possibilité de création des agrophytocénoses plus productives sur les pâturages de la zone aride.

L'analyse de la structure sinusiale de la végétation aride, en particulier, des phytocénoses naturelles à éphéméroïdes et à éphéméroïdes et armoises sur les vastes territoires d'Asie Centrale, a montré que ces phytocénoses floristiquement déficientes n'utilisent pas complètement, les ressources offertes par le milieu [10].

Des études spéciales que nous avons entreprises en vue d'examiner la structure verticale des associations d'éphéméroïdes (*Carex pachystylis*+*Poa bulbosa*) et des associations d'éphéméroïdes et d'armoises (*Artemisia diffusa* — *Carex pachystylis*+*Poa bulbosa*) ont permis de constater ce qui suit:

— les associations d'éphéméroïdes du désert de piémont occupent de très faibles volumes d'air (couche 0-15 cm) et de sol (couche 0-60 cm);

— les associations d'éphéméroïdes et d'armoises occupent respectivement les couches de 0-35 cm et 0-90 cm.

Les agrophytocénoses artificielles d'arbustes (*Haloxylon aphyllum*, *Salsola paletzkiana*, *Salsola richteri*, *Ephedra strobilacea*, *Aellenia subaphylla*) et de sous-arbrisseaux (*Salsola rigida*, *Kochia prostrata*, etc.), grâce à leur appareil racinaire ramifié et profond, contribuent, à des degrés différents, à la mise en valeur et à l'utilisation de nouvelles niches écologiques.

Dans la couche occupée par les racines des phytocénoses artificielles créées en semant un mélange de graines d'arbustes, de sous-arbrisseaux et d'herbes, les réserves en eau et en éléments nutritifs sont de 3 à 5 fois plus élevées que dans la sphère occupée par les éphéméroïdes ou par les éphéméroïdes avec armoises [10].

Ainsi donc, les plaines de piémont d'Asie Centrale possèdent d'importantes réserves écologiques sous forme de réserves d'eau et de matières nutritives, qui ne sont pas utilisées par les phytocénoses existantes. C'est pourquoi les semis nouveaux ou complémentaires des graines mélangées d'arbustes, de sous-arbrisseaux et d'herbes susceptibles en principe de mettre à profit et d'utiliser de nouvelles niches écologiques de l'envi-

ronnement (air et sol) constituent un moyen radical et prometteur d'accroissement du rendement des pâturages.

D'après nos renseignements [10], les centres de recherches d'Asie Centrale et du Kazakhstan ont effectué des expériences avec plus de 300 espèces de plantes fourragères non cultivées, qui se rapportent à des familles botaniques diverses et à des formes vitales variées. Parmi ces plantes, il n'y a que 12 ou 15 qui sont, vraiment, efficaces du point de vue de leur rendement et stabilité vis-à-vis des facteurs défavorables du milieu. Ce sont: *Haloxylon aphyllum*, *Salsola paletzkiana*, *S. richteri*, *Aellenia subaphylla*, *Eurotia ewersmanniana* (*Kochia prostrata* var. *villosissima*, K.p. var. *canescens*), K.p. var. *virescens*, *Salsola orientalis* (*S. rigida*), *Camphorosma lessingii*, *Artemisia diffusa*, *A. halophila* et d'autres.

Ainsi donc, compte tenu des conditions climatiques arides propres à l'Asie Centrale, la préférence a été donnée aux arbustes et aux sous-arbrisseaux, qui appartiennent, pour la plupart, à la famille des chénopodiacées. Il a été constaté, d'autre part, que les plantes herbacées — éphémères et éphéméroïdes — ne peuvent pas, étant seules, améliorer tant soit peu le rendement des pâturages désertiques.

Au cours des recherches, on a découvert que le rendement, relativement, élevé des arbustes et des sous-arbrisseaux dans la zone aride s'explique par leurs propriétés écologiques et biologiques. Etant cultivés, les arbustes et les sous-arbrisseaux croissent et se développent vite, leur phase reproductive est hâtive et simultanée, la fructification est abondante. N. Néitchayéva classe parmi les arbustes hâtifs, dont la phase générative commence à l'âge de 1 ou 2 ans et qui forment rapidement leur organes aériens, d'après la nature de leur évolution ontogénétique, les plantes suivantes: *Aellenia subaphylla*, *Salsola orientalis*, *Kochia prostrata*, *Artemisia diffusa*, *A. turanica* et *A. halophila*. Leur cycle de vie dure de 7 à 25 ans. Parmi les plantes moyennement hâtives, l'auteur cite *Salsola paletzkiana*, *S. richteri*, *Calligonum caput-medusae*, qui commencent à fructifier à 3 ou 5 ans et dont la durée de vie est de 12 à 15 ans. Parmi les plantes tardives, qui fructifient à partir de 4 ou 5 ans, N. Néitchayéva cite *Haloxylon aphyllum* et *Ephedra strobilacea*, dont la durée de vie atteint 40 à 50 ans.

La nature du développement et de formation de l'appareil racinaire est très importante pour la détermination de la productivité des plantes fourragères et de leur rusticité dans les conditions du régime écologique du désert. Les éphémères, les éphéméroïdes herbacées et les soudes annuelles ne forment qu'un système de racines superficiel et peu développé; il est adapté, principalement, à l'utilisation de l'humidité due aux retombées atmosphériques [10].

Les sous-arbrisseaux, étant cultivés, forment un système de racines, relativement, puissant et profond. Pour l'*Aellenia subaphylla*, les racines vont à une profondeur de 180 à 250 cm pendant la première année et de 800 cm pendant la cinquième année de

végétation. Pour la *Kochia prostrata canescens*, *virescens*, *villosissima* et la *Salsola orientalis*, les racines atteignent une profondeur de 80 à 150 cm au cours de la première année et de 500 à 700 cm au cours de la troisième-cinquième années.

Le système racinaire du *Haloxylon aphyllum* cultivé dans des conditions pédo-climatiques différentes de la zone aride est extrêmement puissant et profond. Au cours de la première année, les racines de cette plante atteignent 130 à 150 cm de profondeur; à l'âge de 5 ans elles vont jusqu'à 12-14 m; à l'âge de 10 ans, elles atteignent 16 m de profondeur.

Grâce à leurs racines profondes, les arbustes et les sous-arbrisseaux utilisent, non seulement, les retombées atmosphériques, mais aussi l'eau de condensation, l'eau capillaire et les eaux souterraines.

La formation par les arbustes et les sous-arbrisseaux des racines puissantes et profondes, susceptibles de profiter des ressources du sol dans un volume important, est un facteur écologo-biologique précieux qui détermine une production fourragère, relativement, abondante.

Les recherches de nombreux auteurs ont permis de mettre en évidence certains autres facteurs écologo-biologiques importants des arbustes et sous-arbrisseaux indiqués, facteurs qui expliquent dans une certaine mesure leur bonne productivité dans les conditions du climat aride de l'Asie Centrale. Il a été constaté par voie expérimentale que les plantes telles que: *Haloxylon aphyllum*, *Salsola paletzkiana*, *Aellenia subaphylla*, *Salsola rigida*, *Kochia prostrata*, se caractérisent dans ces conditions par une utilisation très économe des réserves d'eau souterraines pour la transpiration. D'après nos données, les valeurs moyennes journalières d'intensité de transpiration sont nettement différentes pour les plantes telles que: *Haloxylon aphyllum*, *Aellenia subaphylla*, *Salsola rigida*, *Kochia prostrata* (7 écotypes), *Artemisia diffusa*, *A. halophila*, *Eurotia ewersmanniana*. Ces différences sont, surtout, notables au début de la végétation, au printemps (avril-mai), c'est-à-dire dans la période où le régime hydrothermique est le plus favorable. Parmi les espèces énumérées, la transpiration est la plus forte pour *Eurotia ewersmanniana* (1105,8 à 672,8 mg/h); elle est un peu plus faible pour les écotypes de la *Kochia prostrata* (664,6 à 400,1 mg/h). Les plantes les plus économes au point de vue transpiration sont la *Salsola rigida* (363,6 à 337,4 mg/h), le *Haloxylon aphyllum* (301,6 à 417,9 mg/h) et l'*Aellenia subaphylla* (556,2 à 415 mg/h).

Les propriétés indiquées propres à l'écologie et à la biologie des arbustes et sous-arbrisseaux recommandés définissent dans une large mesure les possibilités de leur culture et le rendement de ces plantes dans les conditions sévères du régime écologique du désert.

La connaissance de l'écologie et de la biologie des plantes fourragères, et, les expériences agrotechniques pratiques ont permis de proposer quelques méthodes efficaces d'amélioration foncière des pâturages désertiques et subdésertiques.

### Création de bandes brise-vent de *Haloxylon aphyllum*

La méthode de protection des pâturages grâce à la création de bandes alternantes de *Haloxylon aphyllum* a été mise au point à l'Institut du caracul.

Le rôle des bandes brise-vent dans le désert est extrêmement important. Elles diminuent la vitesse du vent (qui devient de 1,5 à 2 fois moins grande qu'à découvert), retiennent la neige et protègent le sol contre le dessèchement et l'érosion éolienne. A l'intérieur de la bande, elle-même, et dans les zones adjacentes, l'humidité relative de l'air augmente. Tout cela contribue à l'établissement des conditions écologiques propices à la croissance et au bon rendement des éphémères et des soudes annuelles. La composition botanique de la bande boisée est plus variée: on y rencontre 1,5 fois plus d'espèces d'herbes éphémères que sur un pâturage non protégé, et la densité des herbes y est 2 à 3 fois plus grande.

Le rendement en masse fourragère des éphémères est de 2 à 3 fois plus élevé dans la bande brise-vent. Des soudes annuelles végètent facilement sous les branches des arbres de *Haloxylon aphyllum*. Sous l'influence de ces arbres et des arbustes, il se forme dans la bande alternante une nouvelle phytocénose à herbes diverses, graminées, éphémères, soudes et armoises.

Les bandes brise-vent exercent une influence positive sur le rendement des terrains de pâturage adjacents. Du côté sous le vent, jusqu'à 100 m de la bande protectrice, le rendement en fourrages augmente de 25 % [10].

Le *Haloxylon aphyllum* lui-même est une plante fourragère; cultivé dans le désert à armoises et éphémères, il fournit jusqu'à 10 q/ha de matière sèche à l'air et de 2 à 3 q/ha de graines (fruits).

Le rôle positif des bandes alternantes de *Haloxylon* sur les pâturages désertiques consiste, en outre, dans la diminution de la vitesse de circulation de l'air juste au-dessus du sol, grâce à quoi, les herbes desséchées y restent plus longtemps que sur le pâturage découvert.

Les bandes boisées servent d'abri aux animaux (moutons caracul, etc.) en les protégeant contre les vents violents, la chaleur exténuante ou les intempéries d'hiver. En outre, elles facilitent la gestion des pâturages, la rotation des pâturages et le pacage des moutons sur parcs. Le rôle des bandes protectrices ne se limite pas, seulement, à l'accroissement du rendement fourragère des prés naturels ou à la protection des animaux contre les mauvaises conditions atmosphériques. Les plantes telles que *Haloxylon aphyllum*, *H. persicum*, *Salsola paletzkiana*, *S. richteri*, et les bandes brise-vent qu'elles forment, ont une grande valeur paysagère, zoo-hygiénique et esthétique dans le désert [10].

En choisissant l'emplacement pour les bandes alternantes, il est nécessaire, de prendre en considération la nature du sol, les conditions climatiques, les ressources fourragères de l'exploitation intéressée, de même que les particularités biologiques de *Haloxylon*

aphyllum et des arbustes employés pour l'amélioration des herbages.

Les expériences conduites pendant de longues années par les centres de recherches, conjointement, avec la pratique de l'amélioration des pâturages existants, montrent que la vitesse de croissance et de développement des arbustes désertiques dépendent, étroitement, des propriétés physico-chimiques du sol, ainsi que de la présence de l'eau. Par exemple, sur les terres appartenant au kolkhoze «Lénintchi-Tcharvodar», où la nappe phréatique est située à 16-18 m de profondeur, les arbres de *Haloxylon persicum* atteignent à l'âge de 5 ans 282,0 cm de haut de l'envergure des branches est de 199,0 cm. Par contre, sur les terres du sovkhoe «Koktcha» où les eaux souterraines se situent à une grande profondeur (plus de 100 m), la hauteur des arbres de la même espèce ne dépasse pas 100,0 cm, pour une envergure de 107,0 cm.

Les conditions pédologiques ont également une importance non négligeable lors du choix des emplacements pour les bandes brise-vent destinées à protéger les pâturages. Les sols qui conviennent le mieux pour ce genre de travaux d'amélioration des pâturages sont les sols sablonneux, sablo-argileux et argilo-sableux. On peut aussi implanter des bandes brise-vent sur les sols faiblement ou moyennement sulfatés et les sols chlorurés et sulfatés, à condition que la profondeur de la nappe phréatique se situe dans les limites de 5 à 30 m, afin d'assurer la croissance rapide et le développement de la variété à haut tronc de *Haloxylon aphyllum*.

L'efficacité des bandes protectrices vis-à-vis des pâturages utilisés pour les moutons caracul dépend, non seulement, du choix correct de l'emplacement, mais aussi de l'exécution opportune et savante de l'ensemble des procédés agrotechniques visant à créer des conditions propices à la croissance et au développement des plantes cultivées.

Avant de procéder à la préparation du sol retenu en vue de la bonification, on partage le pré en bandes; la largeur de la bande brise-vent est de 25 m, et celle des pâturages naturels, de 200 à 250 m. Si l'on adopte un tel agencement, le rapport terre ensemencée/sol inculte est de 1:10 à 1:8, ce qui signifie qu'on aura 20,0 et 12,5 ha de bandes protectrices par 100 ha de pâturages. C'est un schéma qui convient, essentiellement, au désert non sablonneux.

Les bandes s'avèrent les plus efficaces lorsqu'elles sont orientées perpendiculairement à la direction du vent dominant. De plus, en créant les bandes protectrices, on doit accorder beaucoup d'attention à la préparation correcte du sol à l'emblavement.

Les tentatives d'introduire *Haloxylon aphyllum* par un simple semis sur les pâturages occupés par les armoises, la laiche et le pâturin ont presque toujours échoué. Les pousses sont rares, se développent lentement et périssent souvent. Cela s'explique par la forte compétition racinaire de la part des laiches et du pâturin.

Les expériences effectuées dans le désert de piémont Karnabtchoul et au sud-ouest du Kyzyl-Koum à

couverture d'échémères et armoises ont montré que, semé parmi les armoises, les laiches et le pâturin, le *Haloxylon aphyllum* développe très lentement son appareil racinaire, ses organes aériens croissent mal et le nombre de germes est beaucoup moins grand que sur le sol fraîchement labouré. Le labourage s'impose donc si l'on veut créer des bandes brise-vent en *Haloxylon aphyllum* ou autres arbustes.

On effectue sur les parcelles d'expériences le labourage complet avec retournement à une profondeur de 20 à 22 cm. Sur les sols de faible puissance, salinisés ou, fortement, gypsés, on pratique le labourage de 15 cm, le défoncement de 30 cm et le hersage. Si nécessaire, on pratique, également, le disquage ou la pulvérisation du sol labouré. Il est préférable de labourer la terre en automne, en hiver ou au printemps. On commence de préférence lorsque le sol est humide, car cela assure le labourage efficace à la profondeur désirée.

Il est tout aussi important d'observer les délais optimaux du semis, afin de garantir la densité suffisante de la pousse. Les expériences et la pratique montrent que, pour le semis de *Haloxylon aphyllum* et de *Salsola*, les meilleurs délais sont l'hiver (mi-décembre à mi-janvier) et le début de printemps (mi-janvier à mi-février).

Le respect des normes d'ensemencement et de la profondeur d'enterrage doit être absolu. La norme d'ensemencement, en fonction de la qualité des graines (samares), est de 5 kg/ha pour la première classe et de 8 à 9 kg/ha pour la deuxième classe. Pour les graines décortiquées, la norme d'ensemencement est de 2,0 à 2,5 kg/ha.

Si l'on utilise, seulement, les graines de *Salsola*, la norme d'ensemencement est de 7 kg/ha. On peut, également, mélanger les graines de *Haloxylon* et de *Salsola* en proportion de 3:1 : dans ce cas la norme pour le *Haloxylon* est de 3,5 kg/ha et pour *Salsola* de 2,0 kg/ha.

Le procédé de semis le plus répandu, actuellement, est le semis manuel à la volée. On emploie, également, (quoique moins souvent) les semoirs.

La profondeur d'enterrage des graines de *Haloxylon aphyllum* et de *Salsola* est de 0,5 à 1,0 cm. Les graines sont enterrées par cylindrage, aussitôt après le semis, ou, si possible, simultanément avec le semis, en attelant le cylindre (rouleau) derrière le semoir ou le chariot motottracté adapté pour le semis.

Les premières pousses de *Haloxylon aphyllum* et de *Salsola* apparaissent en mars ou en avril. Vers la fin de la première année de végétation, les plantes de *Haloxylon aphyllum* et de *Salsola* sur les sérozems clairs sablo-argileux atteignent 45 à 60 cm de haut (parfois 70 à 80 cm). Au cours de la quatrième et de la cinquième années de végétation, les arbres ont 2,5 à 3 m de haut; c'est l'époque où les bandes brise-vent commencent à remplir, pratiquement, leur fonction de protection des pâturages.

La densité optimale des arbres de *Haloxylon aphyllum* dans les bandes alternantes est de 500 à 800 pièces

à l'hectare. Une telle implantation permet le développement des éphémères et des soudes, ce qui assure le meilleur rendement de chaque hectare de pâturages désertiques.

Si les arbustes sont trop serrés (1500 à 3000 pièces à l'hectare ou plus), au bout de quatre à six ans, leurs branchages commencent à s'enchevêtrer; l'ombre qu'ils projettent fait disparaître les éphémères et les soudes. La valeur d'amélioration et la valeur fourragère des plantes trop denses aux branches enchevêtrées sont assez faibles, c'est pourquoi le respect de la norme de densité des plantes est une condition importante pour l'élévation du rendement fourrager des pâturages désertiques.

L'éclaircie doit se pratiquer au cours de la deuxième année de vie du *Haloxylon aphyllum*; on cherche à obtenir une répartition uniforme des arbustes sur le terrain. Si l'on laisse 500 à 800 plantes à l'hectare en les répartissant de façon uniforme, l'aire d'alimentation de chaque plante constitue de 12,5 à 20 m<sup>2</sup>. Si, à l'âge de 5 à 10 ans, les plantes se trouvent trop serrées, on doit pratiquer une éclaircie en ne laissant que 500 à 800 arbustes à l'hectare. Une partie des arbustes est déracinée, et une autre partie est passée à la forme utile au pâturage en coupant le bois à 30-40 cm au-dessus du sol.

#### Organisation des pâturages d'automne et d'hiver

Les plaines de piémont de l'Asie Centrale sont occupées par les plantes éphémères et éphéméroïdes, qui fournissent un fourrage excellent au printemps et en été. L'inconvénient majeur des pâturages naturels est que le pacage en automne et en hiver y est impossible. En fin du printemps, les herbes se dessèchent, se brisent, facilement, et sont emportées par le vent; le rendement et la valeur fourragère des plantes de pâturage diminuent brusquement. En hiver, les basses herbes restées sont couvertes par la neige et inaccessibles aux ovins. Il s'ensuit que la balance fourragère des exploitations spécialisées dans l'élevage du mouton caracul devient très précaire, en automne, et, en hiver.

Ce sont les considérations zootechniques qui imposent l'organisation des pâturages d'automne et d'hiver dans cette zone. En effet, la race caracul s'était formée dans les conditions du « tchoul » sablonneux où le fourrage est très varié. Les moutons de cette race ont, donc, besoin d'une grande variété de fourrages spécifiques de pâturage; ils mangent une fois et demie à deux fois plus d'espèces végétales que les autres animaux.

En plus des raisons zootechniques, l'organisation des pâturages d'arbustes et de sous-arbrisseaux dans la zone subdésertique de piémont est dictée par le besoin de mettre à profit les bonnes conditions écologiques de cette zone (précipitations plus abondantes, sols plus fertiles). Dans la « steppe » de Nichan, presque la moitié de l'eau contenue dans la couche de 50 cm du sol (800 à 1500 t/ha) reste non utilisée par la végétation naturelle et passe, inutilement, à l'état de vapeur au cours de l'été et de l'automne.

Tout cela a posé, il y a quelques années, le problème de création des pâturages d'automne et d'hiver. Après des années de recherches, ce problème a été résolu à l'Institut des Déserts de l'Académie des sciences de la République Turkmène et à l'Institut soviétique du caracul.

Dans les conditions du piémont d'Asie Centrale, les plantes qui conviennent le mieux pour l'organisation des pâturages d'automne et d'hiver sont: *Artemisia diffusa*, *A. turanica*, *A. halophila*, *Salsola rigida*, *Aellenia subaphylla*, *Kochia prostrata*, ainsi que les soudes annuelles: *Climacoptera lanata*, *Gamanthus gamocarpus*, *Halimochemis villosa*.

Le pourcentage des espèces semées est de 30 % pour les arbustes, de 60 % pour les sous-arbrisseaux et de 10 % pour des éphéméroïdes. La fraction des semis atteint 30 à 35 % par rapport à la superficie des pâturages.

Le rendement des plantes semées est en moyenne de 15 q/ha de matière sèche mangeable, ou de 6,75 q d'un. four. à l'hectare. Les semis augmentent la production fourragère et masquent le caractère saisonnier (printemps-été) des pâturages.

#### Organisation des pâturages d'été

Un des inconvénients des pâturages désertiques naturels à armoises est l'absence de fourrages verts appétents pendant l'été. Sur les pâturages désertiques, les ovins n'ont de fourrage vert qu'au printemps dans la plupart des cas; lorsque l'été vient, le fourrage vert commence à manquer.

Il est, donc, extrêmement important d'organiser des pâturages cultivés d'été, qui présentent un rendement élevé.

Les travaux exécutés à l'Institut de caracul et aux autres centres de recherches au cours des dernières années confirment la possibilité de création des pâturages d'été dans la zone subdésertique de piémont et dans le désert à armoises et plantes éphémères d'Asie Centrale.

Les plantes utilisées aux pâturages d'été dans cette zone sont: *Kochia prostrata* var. *canescens*, *K. prostrata* var. *villosissima*, *Calligonum* sp., *Eurotia ceratoides*, *Astragalus* sp., *Kochia scoparia*, *Carthamus tinctorius*. Les pâturages artificiels créés dans le désert à armoises et éphémères accumulent en été le maximum de fourrage: 25 à 50 q/ha pour les écotypes de la *Kochia*, 46 q/ha pour le *Calligonum*, 25 à 29 q/ha pour la *Kochia scoparia*, 25 à 30 q/ha pour les *Astragalus*, 30 à 59 q/ha pour le *Carthamus* (ces chiffres indiquent la quantité de matière verte). En été le fourrage provenant de ces plantes contient de 10-12 à 16 % de protéine, beaucoup de carotène et d'hydrates de carbone, et de 30 à 66 % d'eau. Les plantes indiquées représentent, donc, une source importante de fourrage vert à haute teneur en substances nutritives et en vitamines en été, surtout en comparaison avec les pâturages naturels dont les plantes sont dégradées par le soleil.

Les herbages artificiels de *Kochia scoparia* et de *Carthamus tinctorius* sont utilisés l'année de semis même, et ceux de *Calligonum*, d'*Astragalus* et de *Kochia prostrata*, à partir de la deuxième année de végétation.

Les spécialistes de l'Institut du caracul et de l'Institut des déserts ont établi les bases théoriques et mis au point les procédés pratiques d'amélioration de la végétation des pâturages désertiques par semis d'un mélange de graines de plantes fourragères qui se rapportent à des espèces et formes vitales variées.

Dans la zone des déserts non sablonneux de l'Ouzbékistan, on recommande, au point de vue de l'amélioration des phytocénoses et de l'économie rationnelle, d'organiser des pâturages durables, utilisables en automne et en hiver ou bien pendant toute l'année, constitués à 25 % d'arbustes (*Haloxylon aphyllum*, *Salsola richteri*, *Aellenia subaphylla*), à 60 % de sous-arbrisseaux (*Kochia prostrata*, *Salsola orientalis*, *Artemisia*) et à 15 % d'herbes (*Poa bulbosa*, éphémères). Pour les pâturages utilisables au printemps et en été, la composition est différente: 70 % de sous-arbrisseaux (*Kochia prostrata*, *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Camphorosma*) et 30 % d'herbes (*Poa bulbosa*).

Les expériences, spécialement, entreprises ont prouvé l'avantage des semis en automne et en hiver: les conditions de germination et la capacité germinative sont beaucoup plus favorables avec ces délais. Cela tient à ce que, au moment du semis, les graines sont posées sur une couche humide; au cours de l'hiver prolongé, elles sont bien alimentées en eau et subissent l'action des températures alternatives (positives et négatives), ce qui procure leur stratification. Tous ces facteurs améliorent les conditions de germination et le développement des pousses des plantes fourragères.

L'enterrage des graines favorise la capacité germinative. La profondeur d'enterrage optimale est de 0,5 à 1,5 cm.

La stabilité des écosystèmes est déterminée par la complexité de sa structure, le nombre d'espèces au niveau des cénoses et les interactions de ces espèces. En construisant les agrophytocénoses des pâturages, on, doit, donc connaître, non seulement, le nombre correct d'espèces et de formes vitales à implanter, mais aussi la compatibilité biolo-phytocénotique des espèces de plantes fourragères dans les conditions écologiques concrètes de la zone aride.

Les agrophytocénoses à durée de vie prolongée des pâturages prévus pour l'utilisation à des saisons différentes, construites à partir de plantes fourragères de différentes espèces et formes vitales, présentent les qualités suivantes:

- rendement très élevé: de 3 à 5 fois supérieur à celui des prés naturels;
- stabilité du rendement d'année en année et de saison en saison;

- grande diversité des fourrages offerts;
- possibilité de varier la saison d'utilisation du pâturage;
- grande longévité sans perte de productivité.

Ces avantages des agrophytocénoses améliorées des pâturages, riches en espèces précieuses de plantes fourragères, ont permis de définir les bases théoriques et la méthodologie d'un nouveau système d'élevage des ovins. La nouvelle technologie consiste à créer, au niveau de grands élevages du mouton caracul, des parcs clôturés de pâturage, bien irrigués et aménagés. Ce sont des unités productives importantes, capables de recevoir un cheptel de 4 ou 5 mille animaux, desservi par une équipe de 8 à 12 personnes. Plusieurs unités réunissant un cheptel de 15 à 20 mille animaux forment un complexe mécanisé d'élevage du mouton caracul [6].

Pour la première fois dans la pratique d'élevage du mouton caracul en URSS, cette technologie avancée a été mise en pratique au centre d'amélioration du bétail «Karnab» (région de Samarkand, Ouzbékistan) sur une superficie de 32 000 ha. Grâce à cette mesure, la capacité des pâturages pour ovins a augmenté de 1,5 fois, la productivité du travail a doublé, et la production brute par poste de travail a plus que doublé.

La création des pâturages cultivés clôturés et l'implantation de la nouvelle technologie d'élevage des ovins dans les zones désertiques des républiques d'Asie Centrale et du Kazakhstan est l'avenir de l'élevage du mouton caracul. Le progrès scientifique et technique suivra, sûrement, ce chemin.

Le caractère prometteur et rationnel des méthodes d'amélioration des phytocénoses des pâturages désertiques et subdésertiques a été démontré dans la pratique par les meilleures fermes de caracul de l'Asie Centrale. Rien qu'en Ouzbékistan, il existe, actuellement, des bandes brise-vent de *Haloxylon aphyllum* d'une superficie de 200 000 ha qui protègent plus de 1 500 000 hectares de pâturages. Des pâturages artificiels d'automne-hiver et d'été ont été créés sur une superficie de 170 000 ha.

Un programme de longue haleine, visant à améliorer les pâturages en Ouzbékistan, vient d'être mis au point. Avant 1990, il est prévu d'organiser des pâturages durables sur une superficie dépassant 1 000 000 d'hectares. On prévoit, en outre, la création des bandes brise-vent de *Haloxylon aphyllum* sur une superficie de 220 000 ha avec un rapport semis/pâturage de 1:10.

La superficie totale des pâturages améliorés va constituer donc 2 200 000 ha.

Grâce à la réalisation de ce programme, l'accroissement supplémentaire de la production des fourrages sur les pâturages s'élèvera à 2 200 000 unités fourragères.

## BIBLIOGRAPHIE

1. L. Gayevskaya. Pâturages pour le mouton caracul en Asie Centrale. «Fan», Tachkent, 1971 (en russe).
2. I. Granitov. Couverture végétale du sud-ouest du Kyzyl-Koum. Vol. 1. «Naouka», Tachkent, 1964 (en russe).
3. E. Korovine. Végétation de l'Asie Centrale et du Sud du Kazakhstan. Livre 1. Editions de l'Académie des sciences de l'Ouzbékistan. Tachkent, 1961 (en russe).
4. N. Nétchayéva. Particularités de la productivité de la couverture végétale des déserts du Turkménistan liées à la composition de formes vitales des plantes. «Problèmes de mise en valeur des déserts», n° 1, 1975 (en russe).
5. N. Nétchayéva, S. Prikhodko. Pâturages artificiels d'hiver dans les déserts de piémont de l'Asie Centrale (essai de création de phytocénoses artificielles). «Tourkménistan», Achkhabad, 1966 (en russe).
6. N. Nétchayéva, S. Prikhodko, Z. Chamsoutdinov, V. Korsoun. Recommandations sur l'organisation des pâturages durables d'automne-hiver dans les déserts de piémont de l'Asie Centrale. «Kolos», M., 1971 (en russe).
7. N. Nétchayéva, V. Vassilevskaya, K. Antonova. Formes vitales des plantes du désert Kara-Koum. «Ilym», Achkhabad, 1973 (en russe).
8. N. Nétchayéva, Z. Chamsoutdinov, T. Moukhamédov. Bases scientifiques et méthodes d'amélioration des pâturages désertiques. «Ilym», Achkhabad, 1978 (en russe).
9. L. Rodine. Variations de la végétation des déserts. «Naouka», M.-L., 1961 (en russe).
10. Z. Chamsoutdinov. «Création des pâturages durables dans la zone aride de l'Asie Centrale. «Fan», Tachkent, 1975 (en russe).
11. Z. Chamsoutdinov, R. Tchalbach. Instructions agrotechniques sur l'amélioration des pâturages désertiques et subdésertiques de l'Ouzbékistan. Tachkent, 1972 (en russe).

---

### SELECTION ET CULTURE DES SEMENCES CHEZ LES PLANTES AMELIORATRICES DES PATURAGES

par Z. Chamsoutdinov — Docteur en biologie,  
Directeur de l'Institut de recherches scientifiques de l'élevage des moutons d'Astrakan du Ministère de l'agriculture de l'URSS (Samarkand)

La sélection et l'introduction de plantes fourragères nouvelles dans les zones arides de l'URSS revêtent une importance majeure pour la résolution du problème d'accroissement des rendements des pâturages désertiques et subdésertiques. Ce problème compliqué présente de multiples aspects à cause d'une extraordinaire dureté des conditions naturelles de la zone aride.

L'aspect compliqué du problème est aggravé par le fait que la sélection des plantes fourragères de désert se distingue, très nettement, de la sélection des plantes agricoles par les objectifs et les conditions de la réalisation du processus sélectionniste:

— primo, tout sélectionneur opérant dans une zone désertique travaille non pas avec les plantes cultivées, mais avec des sauvageons, des populations de plantes fourragères sauvages dont les caractéristiques génétiques, biologiques et physiologiques sont faiblement étudiées ou ne le sont pas du tout;

— secondo, le processus de la sélection et l'introduction de plantes nouvelles se réalisent dans les con-

ditions désertiques ou subdésertiques dans lesquelles le milieu écologique se caractérise par son côté extrême, par une poussée prolongée des facteurs abiotiques stressants.

Actuellement, d'importants travaux d'introduction et de sélection de plantes fourragères désertiques sont menés par les établissements de recherches des républiques de l'Asie Centrale et du Kazakhstan. En vue d'accélérer ces travaux, d'accroître leur efficacité et de résoudre, intégralement, les problèmes de mise en culture de nouvelles plantes fourragères et d'organiser leur sélection, un centre de sélection pour les plantes fourragères des régions désertiques et semi-désertiques a été implanté en 1974 près l'Institut d'Etat de recherches scientifiques sur l'élevage des moutons d'Astrakan du Ministère de l'agriculture de l'URSS. La tâche du centre dans le domaine de la sélection, de l'introduction et de la culture des semences des plantes fourragères des zones désertiques et semi-désertiques du pays consiste

à effectuer la coordination et le contrôle scientifique et méthodique de ces travaux qui sont menés par les établissements de recherches et les écoles agricoles d'enseignement supérieur de la zone.

La sélection des plantes fourragères de la zone aride, où en est-elle? Quelles sont les perspectives de son développement pour l'avenir?

Malheureusement, par le concours de plusieurs circonstances, la sélection des plantes fourragères des zones arides est l'un des domaines dont le développement est retardé par rapport à l'ensemble du système de la sélection particulière des plantes agricoles de notre pays. Il existe bien des raisons de cette situation. Toutefois, la principale consiste en ce que la mise au point des méthodes d'accroissement des rendements de pâturages désertiques en général, et, notamment, par l'introduction de nouvelles plantes fourragères, n'est qu'à ses débuts. Jusqu'à ces derniers temps, malgré la pénurie des botanistes et des agronomes spécialistes en fourrages, tous les efforts ont été axés sur l'étude des pâturages désertiques, et semi-désertiques sur leur inventaire, l'étude de leurs rendements et la recherche des voies de l'utilisation rationnelle des ressources fourragères à des fins de l'élevage. Or maintenant, cette période de l'étude initiale touche à sa fin. Commence alors la période d'une étude plus profonde et systématisée de la couverture végétale des déserts, la période de la transformation de la base fourragère naturelle par la mise en culture de nouvelles plantes fourragères et l'organisation de leur sélection en vue de créer des variétés à haut rendement, parfaitement résistantes aux conditions extrémales des déserts et possédant une bonne immunité aux maladies et aux parasites des champs.

Les travaux qui ont été entrepris en 1950 par les établissements de recherches des républiques de l'Asie Centrale et du Kazakhstan en vue de mettre en culture les plantes fourragères parmi la flore sauvage de la zone aride, comprennent des éléments relatifs à la sélection, car pendant les expériences champêtres on a étudié, évalué et sélectionné les meilleures populations et formes des plantes, les plus productives et les plus résistantes aux agents abiotiques stressants du désert. Ces travaux ont débouché sur l'apparition et la généralisation d'une nouvelle orientation dans la production des fourrages des zones arides — introduction et sélection des plantes fourragères désertiques.

Dans la zone aride de l'Asie Centrale et du Kazakhstan, on a essayé plus de 300 espèces de plantes fourragères formant les 29 familles botaniques. Le plus grand nombre d'espèces essayées appartient aux graminacées — 75 espèces, viennent ensuite par ordre d'importance les chénopodiacées — 40, les légumineuses — 29, les cruciféracées — 25, les composées — 17, les polygonacées — 13, les ombellifères — 10. Il ne reste que 91 espèces qui constituent les 22 familles restantes [5].

A la suite d'une série d'études et de l'évaluation pendant une longue période, on a mis en évidence les

espèces suivantes prometteuses pour la mise en culture et l'utilisation dans les travaux de sélection:

#### Végétation arborescente

1. *Calligonum arborescens*
2. *Haloxylon aphyllum*

#### Végétation arbustive

3. *Haloxylon persicum*
4. *Calligonum rubens*
5. *Calligonum caput-medusae*
6. *Calligonum microcarpum*
7. *Calligonum setosum*
8. *Ephedra strobilacea*
9. *Salsola paletzkiana*
10. *Salsola richteri*
11. *Aellenia subaphylla*
12. *Salsola arbusculiformis*
13. *Salsola laricifolia*

#### Végétation demi-arbustive

14. *Kochia prostrata*
15. *Salsola rigida*
16. *Camphorosma lessingii*
17. *Eurotia ewersmanniana*
18. *Astragalus unifoliolatus*
19. *Artemisia diffusa*
20. *Artemisia badhysi*
21. *Artemisia kamrudica*
22. *Artemisia halophila*

#### Plantes vivaces

23. *Astragalus agameticus*
24. *Poa bulbosa* L.

#### Plantes annuelles

25. *Salsola lanata*
26. *Gamanthus gamocarpus*
27. *Halimocnemis villosa*
28. *Eremopyrum orientalis*
29. *Bromus tectorum*
30. *Malcolmia grandiflora*

Parmi les plantes fourragères étudiées, ce sont les espèces arborescentes, arbustives et demi-arbustives qui se sont avérées les plus productives [3, 4, 5].

Les recherches effectuées dans les stations de Nichan et de Karnab près l'Institut d'Etat de recherches de l'élevage des moutons d'Astrakan ont permis de mettre en évidence une série de propriétés biologiques, écologiques et physiologiques des plantes fourragères sauvages mises en culture qui expliquent dans une certaine mesure le rendement relativement élevé des arbustes et des semi-arbrisseaux dans les conditions de désert. Il s'est avéré que les plantes arbustives fourragères mises en culture se caractérisent par une croissance et un développement rapides, par un système racinaire puissamment développé et étendu en profondeur, par une faible consommation

d'eau de sol pour la transpiration, par la propriété de réaliser la photosynthèse avec un bilan positif dans des conditions de hautes températures (au-dessus de 40 à 44 °C).

A l'heure actuelle, il existe une technique culturale des plantes fourragères désertiques de même que la technologie de mise en place des pâturages permanents [3, 4, 5].

L'introduction d'une plante sauvage quelconque est étroitement liée, comme le montre la pratique, à la sélection et à la nécessité d'améliorer les performances, économiquement, justifiées de ces plantes. Cette liaison a été déjà évoquée par N.I. Vavilov qui a écrit notamment: «La notion d'une nouvelle culture est inséparable de la variété..., le problème de nouvelles cultures est, étroitement, lié au développement sur une large échelle de la sélection, avec l'application de l'hybridation pour la création de variétés» [1]. Sur ce point, l'introduction de plantes constitue la première étape de la sélection, une étape initiale de la création d'une variété de plante fourragère désertique.

La future variété destinée à être mise en culture dans les zones désertiques et semi-désertiques doit satisfaire aux impératifs suivants: hauts rendements dans des conditions de sol et de climat données, récoltes stables durant des années, surtout, pendant les périodes défavorables; plasticité écologique; excellente qualité des fourrages en provenance des pâturages (haute teneur en protéines, en glucides, en substances minérales et en vitamines); bonne tenue des parties présentant la plus grande valeur nutritive (feuilles, pousses d'assimilation); résistance au piétinement systématique (haute tenue des pâturages); précocité de croissance en pâturages de printemps et végétation prolongée en pâturages d'été; résistance à la sécheresse, à la salinité, au froid; haute vitalité des plantes pendant l'année du semis et au cours des années suivantes, ainsi que leur résistance aux agrophytocénoses de pacage; venue à maturité simultanée et résistance des fruits à l'égrenage, levée en terre, suffisamment, bonne; résistance aux maladies et aux parasites. Les plantes doivent posséder un système racinaire permettant de prélever l'eau dans les couches de sol superficielles et profondes [4].

Les efforts créateurs collectifs des sélectionnistes entrepris il y a 10 ans par une série d'établissements de recherches ont été couronnés d'un succès remarquable. Huit variétés de plantes fourragères désertiques ont été créées dans la zone, y compris les six variétés de *Kochia prostrata* et les deux variétés de *Salsola orientalis*.

Les variétés de *Kochia prostrata* connues sous le nom de «Karnabtchoul» et «Désertique» qui ont été créées dans le centre de sélection de nouvelles plantes fourragères près l'Institut d'Etat de recherches sur l'élevage des moutons d'Astrakan se caractérisent par des rendements relativement hauts et fournissent de 1,2 à 1,5 tonnes de matière sèche par hectare dans les régions à précipitations annuelles totales de 160 à 250 mm. Elles sont adaptées à l'implantation de

pâturages permanents et de près de fauche conduits dans ces conditions.

Les variétés de *Kochia prostrata* — organique précoce et organique tardive — cultivées par l'Institut de recherches sur les technologies des fourrages et des pâturages de Kirghizie sont recommandées pour l'implantation des pâturages dans les régions montagneuses de la Kirghizie aux précipitations annuelles totales de 300 à 500 mm. Dans ces conditions, les variétés donnent de 3,5 à 3,9 tonnes de matière sèche par hectare.

Encore une variété de *Kochia prostrata* a été créée dans le Centre de recherches sur l'exploitation des prairies et des pâturages de Kazakhstan. Cette variété est adaptée à la culture dans les conditions du Kazakhstan Central. Le rendement de la variété représente en moyenne 1,0-2,0 tonnes de matière sèche par hectare.

Les variétés de *Salsola orientalis* (*Salsola rigida*) dénommées «Premier-né de Karnab» et «De soleil» sont remarquables par leur résistance exceptionnelle à la sécheresse et leur forte résistance à la salinité. Elles donnent de 1,5 à 2,0 t/ha de matière sèche aussi bien dans les régions à précipitations atmosphériques de 160 à 250 mm, que dans les régions à conditions extrémales dont les précipitations annuelles totales n'atteignent que 110 à 160 mm. Si l'on admet que le rendement moyen des pâturages naturels est de 3 quintaux par hectare et que certaines années défavorables il est de loin inférieur à ce chiffre, on se rend facilement compte des potentialités immenses présentées par les pâturages du point de vue de leurs rendements avec la mise en œuvre de la sélection des plantes fourragères désertiques.

Si la création d'une variété est un but final de la sélection, alors pour la phyto-amélioration des pâturages la sélection ne constitue que le moyen à atteindre ce but. D'où vient que l'avenir de la sélection est déterminé par les objectifs de la phyto-amélioration des superficies immenses occupées par les pâturages, par les objectifs de la mise en valeur des déserts au moyen de la culture des plantes, et, enfin, par les objectifs de la lutte contre l'envahissement par les déserts des territoires arides de notre pays.

Les régions arides de notre pays ne sont pas homogènes du point de vue des conditions de sol et de climat et de la phytocénose. La division des déserts en types écologiques sablonneux, gypseux, lœssiques, salins, rocaillieux en atteste. Même dans les limites d'un seul type écologique de désert, les habitats sont différenciés en fonction des conditions de sol, hydrogéologiques et phytocinologiques. Il s'ensuit, clairement, que la création des variétés universelles, également, cultivables dans les conditions écologiques différentes de désert est peu probable. Autrement dit, les variétés des plantes fourragères désertiques doivent être douées d'une adaptabilité régionale. L'état actuel de la sélection est lié au concept suivant: il n'existe pas de variétés qui puissent être utilisées avec un égal succès dans toutes les régions, quels que soient les types écologiques de déserts. Ces circonstances imposent objecti-



vement le choix de l'orientation à suivre et la détermination des objectifs de la sélection des plantes fourragères désertiques. D'où vient la voie maîtresse de la sélection qui consiste à créer les variétés adaptées à des niches écologiques défavorables.

Les premières variétés des plantes fourragères désertiques sont cultivables dans les conditions relativement favorables — dans les zones et les plaines situées au pied de montagnes. Ces terres représentent environ 30 % des superficies arides. Le reste des superficies est occupé par des déserts sablonneux, gypseux et salins. Pour ces niches écologiques il n'existe de variétés qui soient adaptées à ces conditions.

Une autre orientation de la sélection des plantes fourragères désertiques est la sélection des cultures fourragères et porte-graines en vue de stabiliser les récoltes. Le fait est que l'un des inconvénients majeurs des pâturages désertiques est présenté par des écarts brusques des rendements des pâturages naturels provoquant l'instabilité de l'élevage des moutons d'Astrakan. Dans ces conditions, la création des variétés dans lesquelles les hauts rendements s'allient à des récoltes stables, malgré les fortes fluctuations des conditions atmosphériques, revêt une importance capitale. Les variétés des plantes fourragères désertiques qui fournissent dans les années favorables la quantité maximale de fourrages et de graines doivent donner dans les conditions défavorables des rendements non inférieurs à 0,6-0,8 t/ha de matière sèche. Bref, ces niches écologiques demandent l'application de variétés extrêmement résistantes aux agents abiotiques stressants: sécheresse du sol et de l'air, haute salinité du sol, mobilité du substrat.

Encore un inconvénient des pâturages naturels des déserts à ne pas négliger — une brusque modification de la valeur nutritive des fourrages de pacage durant l'année. Ainsi 100 kg de fourrages secs provenant des pâturages du Kyzyl-Koum et du Kara-Koum comprennent au printemps 81 unités fourragères, en été — 49,5, en automne — 54 et en hiver — 18,3. Depuis le printemps jusqu'à l'hiver, la teneur en protéine baisse de 20 à 5 %, la teneur en albumine l'est de 13 à 4 %. La baisse des qualités nutritives générales et de la teneur en protéine en été, et, surtout, en automne et pendant l'hiver, provoque un déséquilibre de l'alimentation normale en pâture des troupeaux de moutons comptant de nombreux millions de bêtes. Cette circonstance permet de justifier encore une orientation de la sélection qui est d'ailleurs non moins importante et qui consiste à améliorer la qualité du fourrage et d'accroître la teneur en albumine. Les premières recherches biochimiques sur la variabilité des espèces parmi les plantes fourragères désertiques ont démontré qu'elles se caractérisent par un fort polymorphisme quant à la teneur en albumine et en autres substances nutritives ce qui témoigne des perspectives remarquables de la sélection qui a pour tâche d'améliorer la qualité du fourrage.

La réussite de la sélection dépend d'une façon décisive du choix judicieux du matériau de départ et du degré de perfectionnement des méthodes de sélection

appliquées. Les bases théoriques et méthodiques de l'enseignement concernant le matériau de départ pour la sélection des plantes ont été jetées par les travaux de N.I. Vavilov. L'enseignement concernant le matériau de départ applicable aux herbes fourragères a été développé par les travaux du Centre pansoviétique de la culture des plantes «N.I. Vavilov», du Centre pansoviétique de recherches «V.R. Viliams» et des autres établissements de recherches de notre pays. Quelles sont, donc, les méthodes de préparation du matériau de départ les plus utiles qui pourraient être appliquées aux objets de sélection de la zone désertique?

Le travail de sélectionniste avec les plantes fourragères désertiques est basé sur l'emploi des populations de plantes sauvages en qualité de matériau de départ. Toutefois, jusqu'à ces derniers temps, on opérait le plus souvent, lors de la mise en culture des plantes fourragères désertiques, avec un matériau d'occasion qui a été prélevé ou reçu d'un seul point de l'aire d'expansion d'une telle ou telle espèce [4]. Les espèces des plantes fourragères sauvages qui, en règle générale, occupent une aire d'expansion très étendue et croissent dans les conditions physico-géographiques et écologo-phytocénologiques différentes se divisent, comme résultat d'une microévolution, en sous-espèces, en types écologiques, en populations, en types biologiques. Ces types écologo-géographiques qui ont été formés pendant l'évolution d'une telle ou telle espèce présentent une valeur économique et écologique différente [4].

La grande variété des espèces chez les plantes fourragères sauvages des déserts et des semi-déserts peut être observée sur l'exemple de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. L'aire d'habitation de cette végétation semi-arbustive s'étend depuis les régions du Nord euro-asiatique à climat tempéré jusqu'à l'Afrique du Nord couvrant ainsi un territoire occupé par les sols salins de prairie et de steppe, les sols châtaîns-clairs, châtaîns, clairs, les sols gris types, les sols sableux désertiques et gris-bruns d'une composition mécanique différente. Il est naturel, que sur une aussi vaste superficie, le *Kochia prostrata* (L.) Schrad., n'est pas homogène par ses propriétés morpho-biologiques et écologo-physiologiques et se divise en petites unités taxonomiques et écologo-géographiques.

T.I. Ilyine (1936) a signalé un extraordinaire polymorphisme de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. Il dégage trois races géographiques qui sont apparentées bien souvent aux sols différents: la var. *villosissima* avec une bordure poilue blanche s'apparente aux sables et aux aires d'habitation sableuses, la var. *virescens* avec un feuillage vert presque nu — aux aires d'habitation sur les sols salins, la var. *canescens* avec une bordure touffue et comprimée — à la montagne et aux sols sableux.

Dans les travaux du Centre de sélection pour les nouvelles cultures fourragères de la zone désertique il a été mis en évidence une grande diversité des plantes non seulement dans les limites de l'espèce *Kochia prostrata* (L.) Schrad., mais, également, parmi les

types écologiques et les populations. Cette diversité concerne les caractéristiques morphologiques, écophysiologiques et les indices économiques et de valeur.

Dans la zone du désert d'absinthe éphémère, (sagebrush-ephemeral) dans les sols gris-clairs d'une composition mécanique à base de limon léger, un aussi important indice écobiologique qu'est l'aptitude à la survie des plantes s'est avéré égal chez les échantillons du *Kochia prostrata* qui ont été soumis aux essais. Sur les superficies cultivées de *Kochia prostrata* var. *canescens*, *Kochia prostrata* var. *virescens* venant de Kirghizie du Sud l'aptitude à la survie des plantes au bout de la quatrième année de vie a été de 66,0 à 69,2 %, chez l'espèce (*Kochia prostrata* var. *vilosissima*) sableuse, en provenance de Volgograd, elle a représenté 29,9 à 36,4 %, chez l'espèce (*Kochia prostrata* var. *virescens*) argileuse de Stavropol elle n'a été que de 2,8 %. Encore une propriété biologique majeure qui a une grande importance économique est l'indice de croissance chez les plantes de l'espèce *Kochia prostrata*. Cet indice dépend sur bien des points de l'appartenance écologique de la population du type donné: la plus grande aptitude à la croissance linéaire est observée chez les plantes de la population de *Kochia prostrata* var. *virescens* et *Kochia prostrata* var. *canescens* et rocheux de Kirghizie, alors que la plus petite — chez les individus du *Kochia prostrata* var. *vilosissima* du Mouyoukoun et de Volgograd, de même que chez *Kochia prostrata* var. *virescens* argileux de Stavropol. Les écotypes qui ont été soumis aux essais dans un désert d'absinthe éphémère se sont avérés différents non seulement entre eux-mêmes, mais également d'après la quantité de la production fourragère fournie. La plus grande productivité fourragère parmi les écotypes soumis aux essais a été enregistrée chez *Kochia prostrata* var. *virescens* et *Kochia prostrata* var. *canescens* rocheux et argileux de Kirghizie du Sud. Au cours de six ans, le rendement moyen de *Kochia prostrata* var. *canescens* rocheux a atteint 2,27 t/ha de matière sèche, de l'argileux — 2,24 t/ha, du sableux venant du Kyzyl-Koum — 1,54 t/ha, du Mouyoukoun et de Volgograd — 0,6 à 0,7 t/ha [4, 5].

*Salsola orientalis* S.G. Gmel possède une aire d'habitation très vaste qui s'étend sur l'Afghanistan, la Chine, l'Inde de l'Ouest, et en URSS — sur le Daghestan et les territoires voisins des mers d'Aral et Caspienne, sur la zone du lac de Balkhach, le Kyzyl-Koum, le Kara-Koum, le Turkménistan et la Kirghizie montagnaise. Cultivé sur une vaste superficie, *Salsola orientalis* S.G. Gmel. représente à titre d'espèce une structure morphologique et biologique compliquée qui se divise en types écologiques et géographiques différents. L'étude et l'évaluation des échantillons de *Salsola orientalis* S.G. Gmel. venant d'un désert d'absinthe éphémère et prélevés dans diverses conditions de sol et de climat ont démontré que la présente espèce se caractérise par une grande variabilité en ce qui concerne les caractéristiques morphologiques et les rendements [5].

Ainsi donc, chez les espèces sauvages des plantes fourragères désertiques et subdésertiques on observe un

fort polymorphisme à l'intérieur des espèces d'après les indices morpho-biologiques, écophysiologiques, économiques et de valeur.

Les espèces des plantes fourragères de la flore naturelle, utilisées à titre de matériau de départ à des fins de sélection et d'introduction, possèdent de nombreux indices positifs et autant de négatifs.

Pour les propriétés positives des plantes fourragères sauvages qui font l'objet d'une sélection on peut citer les suivantes:

1. Les espèces des plantes fourragères sauvages considérées comme résultat de la sélection naturelle se distinguent par une extraordinaire adaptation à un ensemble extrémal des agents du milieu abiotique. Elles ont leurs propres niches écologiques dans les zones désertiques et subdésertiques, sont remarquables par une haute tolérance à la sécheresse du sol et de l'air pendant une longue durée, à la salinité du sol, et aux autres agents limitants du milieu. Ces propriétés et ces indices des espèces de la flore naturelle facilitent, notablement, la recherche, l'étude et la mise en évidence des populations et des formes désirées parmi les plantes fourragères pour pouvoir réaliser des programmes de sélection régionaux dans les zones arides du pays.

2. Considérées comme résultat du processus de micro-évolutions, les populations naturelles des plantes fourragères ont été distribuées par sélection naturelle non seulement sous l'action des facteurs abiotiques, mais également anthropogènes, et, notamment, sous l'influence du pacage systématique du bétail. C'est pourquoi, les populations sauvages des plantes fourragères sont douées d'une haute résistance au piétinement. La connaissance et la compréhension de ce facteur peut, également, faciliter et accélérer, dans une certaine mesure, le processus de la sélection des plantes fourragères à des fins de culture en pâturage.

3. Les populations naturelles des plantes fourragères sont résistantes non seulement aux agents abiotiques et au piétinement. En règle générale, elles sont plus résistantes aux maladies et aux parasites que les plantes fourragères de culture. Cela facilite, également, la tâche de la sélection des variétés chez les plantes fourragères désertiques possédant une bonne immunité aux maladies et aux parasites.

Parmi les inconvénients des plantes fourragères sauvages utilisées en tant que matière de départ pour la sélection on peut citer les suivants: irrégularité de maturation des graines, mauvaise levée en terre, bordure excessive, présence des ailes chez les graines (le semis mécanisé devient plus difficile), perte rapide du pouvoir germinatif (au cours de la première année de conservation), surface foliaire insuffisante; certains types et formes des plantes fourragères possédant des épines, sont à haute teneur en sels, en huiles essentielles, en alcaloïdes, etc.

Malgré ces inconvénients, la mise en évidence des espèces sauvages de plantes fourragères, au cours de la présente étape de la sélection, constitue une source unique de matières de départ. Il en découle que l'un des impératifs de la sélection, surtout, au cours de la

présente étape initiale, consiste à étudier la diversité et la variabilité à l'intérieur de chaque espèce des plantes fourragères prometteuses. «Dans les limites de toute espèce, — écrit N.I. Vavilov (1915), — il existe, d'une façon générale, une grande diversité des formes écogéographiques dont la mise en évidence constitue, au premier chef, la base de la sélection des graminacées et des légumineuses fourragères» (1). Les représentants des graminacées, des légumineuses, des cruciféracées, des composées, des polygonacées et des chénopodiées ont une grande importance dans le développement des travaux d'introduction-sélection menés dans les régions désertiques et subdésertiques du pays.

Le Centre de sélection pour les nouvelles cultures fourragères près l'Institut de recherches d'Etat des zones désertiques a organisé cinq expéditions qui ont prospecté plusieurs régions des R.S.S. d'Ouzbékiste, de Tadjikie, de Turkménie, de Kirghizie, de Kazakhstan. Comme résultat, il a été prélevé pour de 1000 échantillons sur les espèces sauvages des plantes fourragères qui sont, actuellement, étudiés et évalués dans des jardins de sélection. Ils servent de base pour la formation d'un fonds génétique spécifique des plantes fourragères de l'Asie Centrale.

En même temps, il faut signaler que pour mettre en évidence et étudier les espèces prometteuses, pour connaître leur diversité intraspécifique, et pour pouvoir juger de la variabilité des indices économiques et de valeur à l'intérieur de chaque espèce, et tirer la conclusion concernant les lois de cette variabilité, il est nécessaire de posséder un important fonds de matières prélevées dans divers points de l'aire d'habitation. La collecte d'un fonds aussi important, son étude et son évaluation ne sont pas à la portée d'un seul chercheur, voire d'un seul établissement. Donc, il existe une nécessité urgente de réunir les efforts de tous les établissements de recherches en vue de collecter les semences et d'étudier les plantes fourragères prometteuses appartenant à la flore naturelle de la zone aride d'après la méthode unique et sous la direction unique.

Aussi, est-il évident que les problèmes posés par la sélection seront résolus d'autant plus vite que plus largement seront mobilisés dans le processus de la sélection divers échantillons parmi les écotypes, les populations et les biotypes de plantes fourragères des zones désertiques et subdésertiques existant dans la nature qui ont été déjà «travaillés» par la nature, par la marche même de la sélection naturelle.

Il est parfois difficile de choisir le point de recherche des espèces végétales propices à l'introduction. Du point de vue de la collecte des matières de départ pour l'introduction et la sélection, ce sont les centres de diversités qui revêtent une importance capitale, les centres sont analogues par les conditions écologiques aux régions auxquelles sont destinées les espèces prélevées. Sur ce point, les régions montagneuses et celles situées au pied des massifs ont une grande importance car elles se caractérisent par une immense richesse floristique et concentrent les espèces et les formes des

plantes fourragères à hauts indices économiques et de valeur et à caractéristiques écobioécologiques remarquables.

L'expérience accumulée au cours d'une longue période prouve que l'organisation des travaux d'introduction-sélection sur les plantes fourragères de la zone désertique comprendra obligatoirement les éléments suivants:

- 1) analyse préliminaire de la flore des régions arides de notre pays et des pays étrangers en vue de mettre en évidence les espèces prometteuses pour l'introduction;
- 2) organisation de la collecte des plantes fourragères prometteuses;
- 3) étude écobioécologique préliminaire dans les jardins de collection et sélection des espèces et des formes les plus prometteuses pour l'utilisation directe dans la production et dans les travaux de sélection;
- 4) évaluation de leurs qualités alimentaires;
- 5) mise au point des techniques culturales primaires applicables aux plantes fourragères prometteuses, compte tenu, des particularités des zones d'une région concrète;
- 6) multiplication des semences et essais des espèces et des formes prometteuses au cours des expériences dans les conditions de production.

La nécessité d'accroître l'efficacité et d'améliorer les résultats des travaux de sélection-introduction sur les plantes fourragères qui sont effectués dans les républiques de l'Asie Centrale et au Kazakhstan du Sud pose le problème de la poursuite rationnelle de l'étude et de l'application des résultats des recherches scientifiques sur les problèmes relatifs à la création d'une base fourragère à des fins de l'élevage dans le désert et au pâturage.

A ces fins, il a été mis au point un programme unique à long terme des travaux de sélection, d'introduction et de culture des semences des plantes fourragères désertiques dont l'exécution sera échelonnée dans la période jusqu'en 1990. Ce programme justifie les orientations principales, les impératifs et les méthodes de la sélection. On a fixé les caractéristiques des futures variétés en ce qui concerne les rendements, la qualité du fourrage, la résistance aux maladies et aux parasites, ainsi que l'autres indices. La réalisation du programme fixé des travaux de sélection permettra de créer à l'avenir 31 variétés utiles à l'implantation des pâturages et des prairies de fauche dans les zones désertiques et subdésertiques.

Le problème d'introduction et de sélection est un problème complexe demandant pour sa résolution la participation de spécialistes différents: systématiciens, écologistes, zootechniciens, botaniciens, biochimistes, agronomes, sélectionnistes, physiologistes, spécialistes en monoculture.

#### Culture des semences des plantes fourragères désertiques

La nécessité d'organiser, rationnellement, la culture des semences des plantes fourragères désertiques a posé la tâche d'étudier la biologie de la formation des fruits,

du rendement en graines ainsi que de mettre au point les techniques de la production des semences. Au cours des 15 dernières années, des recherches ont été effectuées dans ce domaine sur les problèmes liés à la biologie de la formation des fruits et des rendements en graines des plantes fourragères désertiques qui présentent de l'intérêt du point de vue de l'étude des méthodes de culture de leurs semences. Ces recherches ont démontré que les plantes fourragères désertiques placées dans un milieu cultural agrotechnique croissent rapidement, se développent et au cours de la première année de vie entrent en phase de génération et font parfaitement preuve de leur haut pouvoir fructifère. Dans les conditions d'exploitation à l'échelle culturale la production de graines chez les plantes semi-arbustives ne cesse d'augmenter jusqu'à l'âge de cinq ans, chez les plantes arbustives — jusqu'à l'âge de 12 à 50 ans. Les données concernant la production en graines, la masse de 1000 graines et le coefficient de multiplication sont présentées au tableau 1.

Comme le montre le tableau 1, le rendement en graines de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. exploitées à l'échelle culturale varie selon les écotypes de 80 à 160 kg/ha, chez *Salsola rigida* — de 120 à 150 kg/ha, chez le *Aellenia subaphylla* (C.A. Mey.) Aellen — de 120 à 300 kg/ha, chez *Camphorosma lessingii* Litv. — de 30 à 60 kg/ha, chez *Krascheninnikova ewersmanniana* — de 70 à 80 kg/ha, chez *Haloxylon persicum* — de 200 à 450 kg/ha, chez *Artemisia* — de 10 à 15 kg/ha, chez *Salsola paletziana* — de 400 à 500 kg/ha. Il a été constaté que chez les plantes fourragères désertiques exploitées à l'échelle agrotechnique culturale la qualité des graines et leur état de développement s'améliorent, la masse de 1000 graines augmente.

Tableau 1

Rendements en graines des plantes fourragères désertiques mises en culture

Plantes	Rendements en graines, g par arbrisseau	Récolte en graines, kg/ha	Masse de 1000 graines, g	Coefficient de multiplication
1. <i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad. rocheux	46,6	120-160	1,45-2,41	30-40
2. <i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad. argileux	34,4	80-150	1,12-1,50	20-38
3. <i>Kochia prostrata</i> (L.)	20,0	80-100	1,19-1,31	20-25
4. <i>Salsola orientalis</i> S.G. Gmel	106,9	120-150	5,34-8,83	20-25
5. <i>Aellenia subaphylla</i> (C.A. Mey.) Aellen	236,1	120-300	10,20-16,07	12-30
6. <i>Camphorosma Lessingii</i> Litv.	1,33	30-60	0,32-0,52	12-24
7. <i>Krascheninnikova ewersmanniana</i>	12,0	70-80		9-10
8. <i>Haloxylon aphyllum</i>	685,6	200-450	2,30-4,66	40-90
9. <i>Artemisia diffusa</i>	0,5	10-15	0,18-0,26	20-30
10. <i>Salsola Paletziana</i>	720	400-500	9,20-9,85	40-50

L'établissement des particularités de fertilité des plantes fourragères désertiques cultivables ouvre de larges perspectives pour l'organisation de la production accélérée des semences de *Haloxylon aphyllum*, de *Salsola paletziana*, de *Aellenia subaphylla* (C.A. Mey.) Aellen, de *Kochia prostrata* (L.) Schrad., de *Salsola orientalis* S.G.-Gmel., de *Camphorosma lessingii* Litv., de *Artemisia diffusa* en quantités qui pourraient couvrir les besoins des exploitations d'élevage des moutons d'Astrakan.

Sur la base des données recueillies en matière de biologie de la formation des fruits et des expériences agrotechniques, une technologie de la production des semences des plantes fourragères désertiques a été mise au point.

La production des semences des plantes fourragères désertiques est un domaine d'activité relativement nouveau qui est lié à une série de difficultés dont les principales sont les suivantes: la culture des semences se fait dans des conditions écologiques dures propres à la zone aride (hautes températures, manque d'eau très prononcé, sols pauvres), le mûrissement des graines coïncide avec la période d'automne avancé (fin octobre — début novembre) ce qui entraîne des difficultés dans le séchage des graines jusqu'à l'état de consigne; les semences se conservent en bon état cultivable pendant un délai relativement court (6 à 8 mois); par ailleurs, elles possèdent habituellement une faible pulvérulence du fait de la présence d'ailes, de bordures, etc.

Les recherches de longue haleine effectuées par le Centre de sélection pour les nouvelles cultures fourragères de la zone désertique près l'Institut de recherches sur l'élevage des moutons d'Astrakan et par une série d'autres établissements de recherches de l'Asie Centrale et du Kazakhstan ont permis de justifier la technologie de production des semences des plantes fourragères désertiques de base utilisées pour améliorer radicalement les pâturages désertiques et sub-désertiques.

Choix du terrain et préparation du sol. Les espèces et les variétés différentes des plantes fourragères désertiques imposent des exigences spécifiques quant aux caractéristiques physico-chimiques du sol et au degré de son humidité, etc. Aussi, faut-il choisir des terrains à profil culturel puissant se caractérisant par l'absence dans le voisinage immédiat de couches gypseuses compactées et de roches de fond. Les terrains avec la présence de pierres dans leurs couches superficielles et avec un sol fortement salé et envahi par les mauvaises herbes (absynthe, etc.) sont indésirables.

Le semis des variétés de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. «Karnabtchoul» et «Désertique», de *Salsola orientalis* S.G. Gmel. «Premier-né de Karnab» et «De soleil» du *Camphorosma lessingii* Litv., de *Artemisia*, de *Aellenia subaphylla* (C.A. Mey.) Aellen destinées à la culture des semences sera de préférence effectué dans les régions désertiques et subdésertiques à la normale annuelle des précipitations de 160 à 350 mm. Les terrains avec des sols clairs et gris typiques d'une

composition mécanique sablolimoneuse et argilolimoneuse sont les plus recommandés. Toutes les variétés de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. croissent et se développent dans les meilleures conditions sur des sols faiblement salés.

Le semis de *Salsola orientalis* du *Camphorosma lessingii* Aellen doit être réalisé sur des sols à salinité faible et moyenne d'une composition mécanique sablolimoneuse et argilolimoneuse légère, alors que le semis de ces variétés destinées à la culture des semences est le plus efficace dans un désert d'absynthe éphémère dans la partie Sud d'un désert situé au pied d'un massif.

Le peuplement des semences de *Haloxylon aphyllum* est le plus recommandé dans un désert d'absynthe éphémère à la pluviométrie annuelle de 160 à 250 mm. Pour le semis de ces plantes on doit réserver des parcelles avec des sols gris-clairs, avec le passage des sols gris-clairs aux gris-bruns, et avec des sols gris-bruns d'une composition mécanique sablolimoneuse qui se distinguent par une structure feuilletée du profil culturel (les couches argilolimoneuses et sablolimoneuses sont séparées par une arène). Lors du choix des parcelles on doit tenir compte du niveau des eaux souterraines.

*Haloxylon aphyllum* demande une bonne aération et une haute humidité du sol. Les conditions les plus propices à sa croissance et à son développement sont celles où les eaux souterraines se situent à une profondeur de 6-8 à 25-30 m.

Pour les parcelles destinées à la culture des semences chez les plantes fourragères des pâturages on doit choisir les meilleures terres à relief régulier autorisant à utiliser efficacement les machines agricoles.

**Préparation du sol.** Les porte-graines des plantes fourragères désertiques sont introduits en jachère nue. Pour la préparation du lit de semences, les labours seront réalisés en seconde moitié de mars-avril, lorsque le sol retient la plus grande quantité d'eau. Vers la mi-avril, la couche du sol d'un mètre et demi de profondeur dans un désert situé au pied d'un massif accumule jusqu'à 1500-2000 t/ha d'eau, et dans un désert d'absynthe éphémère — jusqu'à 1000-1500 t/ha d'eau. Pour préparer la jachère, le sol est labouré sur 20 à 22 cm de profondeur avec, simultanément, l'exécution de façons superficielles. Vers la mi- ou la fin mai, lorsque les pluies cessent, on reprend les labours sur 12 à 16 cm de profondeur avec un roulage simultané ce qui assure le recouvrement des graines et une meilleure rétention d'eau. A l'apparition de mauvaises herbes, les parcelles de jachère seront soumises au traitement mécanique à l'aide de matériels à disques ou de cultivateurs. La reprise du traitement de la jachère dépend de la compétition des adventices.

**Dates et doses de semis.** Pour créer des parcelles destinées à la culture des semences des plantes fourragères désertiques on doit attacher beaucoup d'importance au choix opportun de la date du semis qui assure une bonne levée. L'expérience montre que la meilleure date du semis de *Kochia prostrata* (L.) Schrad., de *Salsola orientalis* S.G. Gmel., de l'Artemi-

sia, de l'*Aellenia subaphylla* (C.A. Mey.) Aellen, de *Haloxylon aphyllum* et de *Camphorosma lessingii* Litv. est l'automne et l'hiver (novembre, décembre, janvier). De bons résultats sont obtenus en cas du semis sous ou sur la neige. Lors de la création des parcelles pour la culture des semences de plantes fourragères désertiques le calcul de la dose optimale du semis revêt une très grande importance.

Pour obtenir la densité optimale du peuplement il est nécessaire de semer: 4 à 5 kg/ha de *Kochia prostrata* (L.) Schrad., 6 kg/ha de *Salsola orientalis* S.G. Gmel., 8 kg/ha d'*Aellenia subaphylla* (C.A. Mey.) Aellen, 0,5 kg/ha d'*Artemisia*, 6 kg/ha de *Camphorosma lessingii* Litv., 5 kg/ha de *Haloxylon aphyllum* à condition que les 100 % des graines soient en bon état de cultivabilité (d'aptitude pour le semis).

**Techniques de semis.** Les graines des plantes fourragères désertiques possèdent des ailes, un duvet épais et sont parfois bourrées de débris de tiges, de feuilles, de boutons secs et d'autres impuretés ce qui détermine leur mauvaise pulvérulence. Cela non seulement entrave le semis avec les semoirs à céréales classiques, mais le rend parfois impossible de réaliser. A l'heure actuelle, on fait appel à un appareil semeur rotatif à effet éjecteur qui s'installe sur les semoirs à céréales CY-24 en remplacement des appareils semeurs à bobines. Rééquipés d'après cette technique, les semoirs s'avèrent, parfaitement, utiles au semis des graines des plantes désertiques de pâturages.

Les graines de l'espèce argileuse de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. présentent une pulvérulence suffisante et peuvent être semées à l'aide de semoirs à céréales.

Les graines de l'espèce rocheuse de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. d'une pulvérulence médiocre peuvent être semées à l'aide de semoirs combinés CYT-47 et du semoir à distribution pneumatique CCT-3.

Pour l'implantation des terrains destinés à la culture des semences, les graines de *Kochia prostrata* (L.) Schrad., de *Salsola orientalis* S.G. Gmel., de *Camphorosma lessingii* Litv. et de l'*Artemisia* sont semées avec des interlignes de 60 cm pour l'*Aellenia subaphylla*, l'écartement entre les rangs est de 75 cm.

Pour l'enterrage optimal des graines on se référera aux chiffres suivants: pour *Haloxylon aphyllum*, le *Kochia prostrata* et le *Camphorosma lessingii* — 0,5 à 1,0 cm, pour *Salsola orientalis* — 1,0 à 1,5 cm, pour l'*Aellenia subaphylla* Aellen — 1,0 à 2,0 cm, pour l'*Artemisia* — 0,5 cm.

Les graines sont enterrées au moyen de rouleaux cannelés juste après le semis, et encore mieux, en même temps que le semis. Pour ce faire, le rouleau se combine avec le semoir.

**Dates et technique de récolte des graines.** Les dates de mûrissement et celles de récolte des graines des plantes fourragères désertiques dépendent dans une large mesure des conditions naturelles de leur culture, de même que des conditions météorologiques de l'année. Le brunissement des graines, le bon développement des ailes et la séparation des ailes sur les pousses au toucher des arbrisseaux témoignent de la maturité des graines.

Les graines arrivent à maturité en dates suivantes: chez l'espèce sableuse de *Kochia prostrata* et *Krascheninnikova ewersmanniana* — à la deuxième décade d'octobre; chez les espèces argileuse et rocheuse de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. à la mi-octobre; chez l'*Aellenia subaphylla* Aellen — à la troisième décade d'octobre; chez *Salsola orientalis* — à la fin d'octobre; chez *Salsola orientalis* — à la fin d'octobre; chez *Haloxylon aphyllum*, *Salsola paletziana* et *Salsola richteri* var. — au début de novembre; chez l'*Artemisia diffusa* — à la deuxième décade de novembre. C'est à cette époque qu'il faut fixer la date de récolte.

Les graines des plantes fourragères désertiques sont récoltées à l'aide de machines combinées et à la main.

Il est recommandé de récolter les graines de l'espèce argileuse de *Kochia prostrata* et de l'*Artemisia* par les moissonneuses-batteuses CK-4 et CK-5. A ces fins, la moissonneuse-batteuse doit être rééquipée; on aménage des appliques (en grosse toile) sur le rabatteur, monte un troisième écran à menues pailles (d'appoint), installe un nouveau capot de la vis sans fin dans le réservoir à grains, place sous les secoueurs un récupérateur de grains et on assure ensuite l'étanchéité de l'ensemble. La récolte commence lorsque les 70 % des graines auront été venues à maturité.

Si les graines de l'espèce argileuse de *Kochia prostrata* (L.) Schrad. et de l'*Artemisia* sont ramassées par la récolte mécanisée directe, pour les espèces rocheuse et sableuse de *Kochia prostrata* on fait appel à la récolte par étapes. En cas de cette dernière méthode de récolte, les tiges avec les graines sont fauchées et mises en andains à l'aide de moissonneuses ЖВН-6 à condition que les 30 % des graines soient arrivées à maturité. Les tiges avec les graines sont soumises au séchage en andains au cours de 4 à 5 jours, délai qui permet la maturation des graines. Les moissonneuses-batteuses CK-4 et CK-5 reçoivent des ramasseurs portés. Par la suite les graines sont ramassées par ces machines à partir des andains. La récolte par étapes est plus précoce de 4 à 5 jours ce qui permet de réduire nettement les pertes de graines (de 50 à 15 %) et d'améliorer sensiblement la qualité du tas ramassé, par rapport, à la récolte directe.

Les graines de *Salsola orientalis* et de l'*Aellenia subaphylla* Aellen peuvent être ramassées à l'aide de la faucheuse-conditionneuse traînée КИИИ-2 qui a été rééquipée par les ingénieurs de l'Institut de la mécanisation et de l'électrification de l'agriculture de l'Asie Centrale. Ils ont installé dans la trémie de cette faucheuse un crible vibrant sur lequel les graines sont nettoyées des impuretés par un courant d'air, et ont placé une grille couvrant l'orifice de la trémie pour que les graines ne s'échappent pas sous l'effet du courant d'air.

Les graines de l'*Aellenia subaphylla* Aellen, du *Krascheninnikova ewersmanniana*, de *Haloxylon aphyllum*, des *Salsola paletziana* et *richteri* var. sont ramassées à la main en utilisant à ces fins des bâches.

**Séchage et égrenage des graines.** Les graines des plantes fourragères désertiques ont une faible réserve de substances nutritives qui est vite consommée à la transpiration chez les graines à haute teneur en eau et humides. Cette circonstance impose un séchage efficace et opportun qui a, donc, une importance particulière.

Un tas de graines de *Kochia prostrata* fraîchement ramassé par les moissonneuses-batteuses a une haute teneur en eau atteignant 45 à 50 %. D'où vient que les graines à haute teneur en eau et humides placées dans le tas s'échauffent vite et leur pouvoir germinatif s'altère.

Les graines ramassées (dans le tas) de *Kochia prostrata* de *Salsola orientalis*, de l'*Artemisia*, de *Camphorosma lessingii* Litv., de l'*Aellenia subaphylla* Aellen sont transportées vers les points de séchage et répandues en couches de 5 à 10 cm d'épaisseur. En les remuant systématiquement à l'aide de pelles, on obtient un séchage homogène et rapide. Pour le séchage il est recommandé d'utiliser des aires asphaltées à ciel ouvert. Si les conditions atmosphériques l'interdisent, les graines seront séchées sous des auvents légers et bien aérés.

Les données concernant la germination des graines chez les plantes fourragères désertiques ont permis de

Tableau 2  
Aptitude au semis de semences de plantes fourragères désertiques

Plante	Classe	Pouvoir germinatif minimal, en %	Semences de culture de base, en % (au minimum)
<i>Kochia prostrata</i> var. vilosissima	I	70	30
	II	60	
	III	50	
<i>Kochia prostrata</i> var. canescens	I	70	40
	II	60	
	III	50	
<i>Kochia prostrata</i> var. virescens	I	70	40
	II	60	
	III	50	
<i>Salsola orientalis</i> rigida	I	70	50
	II	60	
	III	50	
<i>Aellenia subaphylla</i>	I	50	60
	II	40	
	III	30	
<i>Salsola richteri</i>	I	35	65
	II	30	
	III	20	
<i>Salsola paletziana</i>	I	45	65
	II	35	
	III	25	
<i>Haloxylon persicum</i>	I	80	60
	II	70	
	III	60	
<i>Haloxylon aphyllum</i>	I	70	75
	II	60	
	III	50	

mettre au point les méthodes de détermination de leur qualité et de calculer les indices concernant leur aptitude au semis (norme TY 46-809-72).

Au cours du stockage et du transport des semences, leur teneur en eau ne doit pas dépasser 12 %.

Les graines semées à des fins de culture des semences doivent satisfaire, de par leur aptitude au semis,

aux normes imposées à la I-ère et à la II-ème classes de qualité et contenir par un kilo de masse 400 graines d'espèces étrangères au maximum. Les graines semées pour créer des pâturages et des prairies cultivées artificielles doivent au moins satisfaire, d'après le même indice, à la III-ème classe de qualité (tabl. 2).

## BIBLIOGRAPHIE

1. Vavilov N.I. Bases botaniques et géographiques de la sélection (Les chercheurs parlent du matériel végétal de départ dans la sélection). Bases théoriques de la sélection. V. 1 M.-L. «Selkhozgiz», 1935.
2. Groupe d'auteurs. Culture des semences chez les plantes fourragères désertiques. Editions «FAN», RSS d'Ouzbékiste, Tachkent, 1974.
3. Nétchayéva N.T., Prikhodko C.Ya. Pâturages d'hiver cultivés dans les déserts de montagne de l'Asie Centrale. Achkhabad, «Turkménistan», 1966.
4. Chamsoutdinov Z.Ch. Travaux de sélection sur les plantes fourragères des zones désertiques et subdésertiques. Rec. «Rapports et communications sur la production des aliments du bétail», éd. 4. Editions — Institut de recherches sur les aliments du bétail «V.R. Viliams», 1972.
5. Chamsoutdinov Z.Ch. Création des pâturages permanents dans la zone aride de l'Asie Centrale. Editions «FAN», RSS d'Ouzbékiste, Tachkent, 1975.

## TECHNOLOGIE D'AMÉLIORATION DES PATURAGES DANS LE DESERT SABLONNEUX

par G. Moukhammédov, licencié en sciences biologiques, chef du laboratoire des plantes amélioratrices à l'Institut des déserts de l'Académie des sciences de la République Turkmène (Achkhabad)

Les pâturages de désert sablonneux dans la zone aride de l'URSS occupent des superficies considérables: 30,1 millions d'hectares dans la sous-zone de sud et 14,7 millions d'hectares dans la sous-zone de nord. Ces pâturages constituent la base fourragère pour l'élevage des moutons et des chameaux.

Les pâturages de désert fournissent un fourrage varié, bon marché et assez nutritif. Cependant, le rendement des pâturages est très irrégulier; il y a des années où il tombe à 0,15–0,1 t/ha.

Les formations végétales primaires ayant subi des changements notables, ce sont des associations secondaires qu'on utilise dans les exploitations. Les mesures visant à améliorer la base fourragère sont, donc, indispensables pour garantir la quantité normale de fourrage pour le bétail, surtout en hiver. L'amélioration des pâturages désertiques constitue à ce titre une réserve importante qui permet d'assurer une quantité suffisante de fourrages nutritifs, disponibles en toute saison et contribuant à la multiplication du cheptel.

Les spécialistes de la République Turkmène ont accumulé une expérience considérable en amélioration

des pâturages, c'est pourquoi tous les exemples considérés se rapportent aux déserts du sud de l'URSS.

Les études menées depuis 1962 à la base de Centre de Kara-Koum de l'Institut des déserts de l'Académie des sciences de la République Turkmène, située à 60 km au nord-ouest d'Achkhabad, ont permis de mettre au point quelques méthodes d'amélioration superficielle et de rénovation des pâturages désertiques. Le climat au centre de Kara-Koum est défavorable aux travaux d'amélioration de la végétation: la température annuelle moyenne est de 14,8 à 16,4 °C; les précipitations atmosphériques sont négligeables (de 127 à 148 mm pendant l'année); la plupart des pluies sont enregistrées en hiver et au printemps.

Avant de procéder aux travaux d'amélioration, il est nécessaire de choisir le terrain et les méthodes (c'est-à-dire amélioration superficielle ou rénovation). En choisissant le terrain à améliorer, on doit distinguer les sables primaires (qui se sont formés de façon naturelle) et les massifs secondaires, dont la formation implique des facteurs anthropogènes. Les méthodes d'amélioration diffèrent en conséquence. Sur des

## Méthodes d'amélioration des pâturages sablonneux

Conditions écologiques	Relief	Degré de fixation	Végétation	Méthodes d'amélioration
Sables adjacents aux puits à hautes crêtes, jusqu'à 30 m	Sommet de crête et moitié supérieure des pentes; à dépressions et mamelons	A barkhanes, non fixés	Rare ( <i>Aristida karelinii</i> )	Superficielle: semis de <i>Haloxylon persicum</i> , <i>Salsola paletzkiana</i> , <i>Calligonum rubens</i> , <i>Aellenia subaphylla</i>
Sables à crêtes et mamelons, jusqu'à 10 m	Mamelons et dépressions	Faiblement fixés	Rare ( <i>Aristida karelinii</i> )	Superficielle: semis de <i>Haloxylon persicum</i> et <i>H. aphyllum</i> mélangés à d'autres arbustes
Sables à petits mamelons entre crêtes, jusqu'à 3 m	Mamelons et dépressions peu profondes	Moyennement fixés	Couverture rare de sous-arbrisseaux et herbes	Rénovation: hersage et semis de <i>Haloxylon</i> , autres arbustes, sous-arbrisseaux, herbes pérennes
Sables unis de faible puissance entre crêtes sur takyrs, de 0,5 à 1,5 m	Dépressions en forme de vallées	Fixés	Arbustes et sous-arbrisseaux rares. Gazon de <i>Carex physodes</i> de moyenne puissance	Rénovation (labour en bandes), semis de <i>Haloxylon aphyllum</i> , autres arbustes, herbes pérennes.

massifs primaires jeunes (absolument dénudés), les travaux d'amélioration offrent plus de difficultés, vu la nécessité de la protection mécanique ou chimique [14, 27, 22, 4, 6, 24].

Plusieurs auteurs soulignent l'importance du type et de la nature du relief pour les travaux d'amélioration, surtout lorsque ces travaux sont effectués avec des moyens techniques [24, 28, 1]. Parmi les publications parues à l'étranger, nous voudrions attirer l'attention au schéma de classification des déserts du nord de l'Amérique, proposé par A. Melton [32] et analogue au schéma de B. Fédorovitch [29].

La méthode d'amélioration superficielle des pâturages, qui a été mise au point dans notre laboratoire, concerne les sables faiblement fixés à grandes crêtes, à crêtes et mamelons et à petits mamelons adjacents aux puits, secondaires et d'origine anthropogène. Ces sables sont couverts de quelques buissons isolés (*Aristida karelinii*, *A. pennata*), et quelquefois de sous-arbrisseaux en faible quantité (*Calligonum rubens*, *Amodendron conollyi*).

Les méthodes proposées d'amélioration superficielle des pâturages par semis d'arbustes, qui ont été élaborées à Karrykoul (Kara-Koum, Rép. Turkmène), permettent de régénérer la végétation non seulement sur les sables adjacents aux puits du complexe crêtes-takyrs, mais aussi sur des sables à barkhanes analogues et sur d'autres types de terrain.

La méthode d'amélioration des pâturages sablonneux dans les différentes conditions climatiques est résumée dans le tableau 1.

## AMELIORATION SUPERFICIELLE

## Régénération de la végétation sur les sables à hautes crêtes à barkhanes adjacents aux puits

Rien qu'en Turkménie, selon les données de L. Dobrine [8], la superficie des massifs à barkhanes adjacents aux puits constitue 35 000 ha, dont 70 % au centre de Kara-Koum. Pour régénérer la végétation dans cette région, il est nécessaire d'introduire dans la culture des

plantes fourragères à haute valeur, en particulier *Haloxylon aphyllum*, avec une norme d'ensemencement agrandie jusqu'à 10 kg par hectare. On peut faire le mélange avec *Aellenia subaphylla* (forme des sables), *Salsola paletzkiana* et *Calligonum rubens*. *Haloxylon persicum* doit constituer plus de la moitié, ce qui garantit une quantité suffisante de pousses et leur conservation entre 500 et 1200 plantes par hectare, suivant l'année et les conditions agrométéorologiques.

Sur les grandes étendues d'écosystèmes désertiques utilisés comme pâturages, il est rationnel de procéder à l'amélioration sans protection mécanique, irrigation ni apport d'engrais, mais avec enterrage de semence. Pour enterrer les grains, il suffit parfois de faire passer un troupeau de moutons [19]. Quant au semis à bord d'avions, ce procédé a été abandonné justement en raison de l'absence d'enterrage. Sur les sables entourant les puits, on peut semer des grains «granulés», c'est-à-dire macérés dans une bouillie d'argile et de sable en proportion de 1:2.

Les arbustes existants d'*Aristida karelinii* procurent une protection mécanique efficace. On obtient de bons résultats en semant sur sol humide ou sur la neige. Les plantes qui ont pris au cours de la première année développent des racines puissantes, si bien qu'au cours des années suivantes l'élimination des plantes est faible (moins de 30 %); au bout de cinq ans, il se forme une association d'arbustes et herbes. Plus tard, lorsque *Haloxylon persicum* et les autres arbustes entrent en phase générative, on observe leur renouvellement naturel, les arbustes deviennent plus denses, de même que les herbes. La phytomasse générale et le rendement en fourrages augmentent, les sables deviennent moins mobiles, et la pédogénèse commence.

La formation artificielle à base de *Haloxylon persicum*, qui est une association de type à invasion, se développe lentement pendant 5 ans, jusqu'à ce que le système racinaire de *Haloxylon* devienne assez profond et la plante plus viable. Les plantes de cinq années entrent en phase générative, leur croissance est accélérée, de nouvelles plantes apparaissent au bout



de quelques années à la suite du renouvellement naturel par fructification, et la population se compose désormais de plantes d'âge différent comme d'habitude.

#### Formation, structure et productivité de l'association artificielle sur les sables à hautes crêtes

**Composition botanique.** Au cours des premières années d'amélioration, la végétation se compose uniquement de deux espèces: *Haloxylon persicum* et *Aristida karelinii*. Peu à peu le nombre d'espèces et de plantes augmente. Pendant cette période les sables faiblement fixés se couvrent généralement d'herbes pérennes à soboles (*Heliotropium arguzioides*, *Tournefortia sogdiana*) et de graminées annuelles. Une phytocénose stable *Haloxylon persicum* — herbes s'est formée au bout de 8 ans. Plus tard, on voit apparaître des sous-arbrisseaux (*Smirnovia turkestanica*, *Mausolea eriocarpa*, *Astragalus longipetiolatus*), ainsi qu'une très grande quantité de graminées et de plantes à soboles; les sables se fixent davantage. Cela provoque le dépérissement d'*Aristida karelinii* et l'apparition à sa place d'herbes fourragères plus précieuses. Or, la composition définitive de l'association artificielle *Haloxylon persicum* — herbes n'arrive pas à se stabiliser même au bout de 17 ans; ce processus continue encore.

**Formation de la couverture herbeuse.** L'analyse de la composition des herbes pérennes et annuelles présentes dans l'association artificielle *Haloxylon persicum* — *Ephemeraceae* a montré que la base de la couverture herbeuse est constituée par les herbes pérennes à soboles *Heliotropium arguzioides*, *Tournefortia sogdiana* et les graminées annuelles *Bromus tectorum*, *Cutandia memphitica*. A mesure que la nouvelle phytocénose se développe, l'importance d'*Aristida karelinii* tend à disparaître. L'herbe pérenne *Carex physodes*, qui joue un rôle considérable dans la fixation des sables, n'occupe que le tiers supérieur des pentes, ainsi que les nebkas, sans jamais pousser au sommet de la crête.

Au bout de 14 ans, le nombre d'espèces varie entre 10 et 13, contre 1 ou 2 avant l'amélioration. Le nombre des herbes au m<sup>2</sup> n'excède généralement pas 20 plantes, à l'exception des nebkas où le nombre de graminées *Bromus tectorum*, *Cutandia memphitica* atteint parfois 30 à 50. Entre les arbustes, on ne rencontre que *Heliotropium arguzioides* et *Tournefortia sogdiana*. Sur la périphérie des nebkas, on rencontre quelques plantes de *Tetracme recurvata* et *Lappula caspia*, plantes indicatrices d'une mauvaise fixation des sables.

L'évolution de la composition botanique de la couverture herbeuse aux sommets des hautes crêtes de sable, formée à la suite du semis de *Haloxylon persicum* et des mesures de protection, présente les périodes suivantes:

1<sup>re</sup> (1962—1966): grosses mottes de gazon d'*Aristida karelinii* ou leurs groupes.

2<sup>e</sup> (1967—1970): plantes pérennes à soboles *Heliotropium arguzioides*, *Tournefortia sogdiana*; apparition de graminées annuelles.

3<sup>e</sup> (1971—1975): début de dépérissement d'*Aristida karelinii*. Multiplication des plantes pérennes à soboles *Tournefortia sogdiana*, *Heliotropium arguzioides*, et des graminées annuelles.

4<sup>e</sup> (1976—1979): dépérissement définitif d'*Aristida karelinii*. Prolifération de graminées annuelles et d'herbes diverses (*Tournefortia sogdiana*), apparition de *Carex physodes*.

**Caractéristique d'âge des cénopopulations.** Le spectre d'âge des cénopopulations des dominantes de l'association artificielle à base de *Haloxylon persicum* comporte principalement des plantes dont l'âge ne dépasse pas 16-17 ans. Les plantes jeunes (3 à 8 ans) sont les plus répandues, ce qui témoigne des conditions écologiques propices au renouvellement par ensemencement.

L'analyse de variation des sommes des superficies des projections des branchages indique que cette caractéristique de la plante cultivée *Haloxylon persicum* augmente avec l'âge; par contre, chez les plantes non cultivées qui végètent fréquemment sur les sables faiblement fixés cette caractéristique diminue (*Smirnovia turkestanica*, *Acanthopyllum elatius*, *Aristida karelinii*) en raison de la fixation des sables à barkhanes.

La durée de vie dans les cénopopulations de l'association artificielle à base de *Haloxylon persicum* n'est pas encore connue avec précision; on peut cependant conjecturer, compte tenu de la viabilité des plantes, que *Haloxylon* peut persister encore pendant 40 ou 50 ans avec bonne productivité. Les plantes qui font partie de la cénopopulation: *Smirnovia turkestanica*, *Aristida karelinii*, *Mausolea eriocarpa*, commencent à disparaître au bout de 11 à 15 ans.

**Productivité.** Avant l'amélioration, toute la biomasse des parties aériennes était de 0,6 t/ha et se composait d'*Aristida karelinii* uniquement. Au bout de 10 à 14 ans, la biomasse totale a augmenté jusqu'à 3,7 t/ha grâce aux plantes de *Haloxylon persicum*. Le rendement des innovations des plantes fourragères s'est accru de 0,35 jusqu'à 0,56 t/ha; sa nutritivité a augmenté considérablement, de 160 jusqu'à 300 kg d'unités fourragères. Le rapport des parties annuelle et pérenne dans la biomasse a changé: la fraction de cette dernière a passé de 44 à 83 %, ce qui contribue à la stabilisation du rendement d'année en année.

Les terrains améliorés peuvent être utilisés pour le pâturage dès l'âge de six ans, c'est-à-dire à partir du moment où *Haloxylon persicum* est définitivement formé et passe en totalité à la phase générative. Cela assure une plus grande durée de vie ultérieure de la phytocénose dans son ensemble, ainsi que la propagation et la multiplication de *Haloxylon* sur les terres contiguës.

### Amélioration du rendement des pâturages sur les sables faiblement fixés à crêtes et mamelons

La méthode superficielle qu'on vient de décrire convient à l'amélioration des pâturages situés dans les sables à crêtes et mamelons de tous types. Compte tenu de l'érosion éolienne réduite et aux conditions propices à la croissance de la forêt, on peut augmenter le nombre d'espèces semées: *Haloxydon persicum*, *H. aphyllum*, *Salsola richteri*, *S. paletziana*, *Aellenia subaphylla*, *Ephedra strobilacea*, *Calligonum rubens*. Après le semis d'arbustes pendant cinq ans, on a vu se former une phytocénose absolument normale et renouvelable. Elle se compose d'arbres, d'arbustes, de sous-arbrisseaux, d'herbes pérennes et annuelles, qui permettent d'utiliser le pâturage artificiel tout au long de l'année. Au bout de 10 ans la phytomasse générale des arbustes passe de 2,45 à 6,22 t/ha, le rendement en fourrages de 0,3 à 0,9 t/ha, la nutritivité étant de 4,8 unités fourragères. On obtient par ailleurs 0,8 t/ha de bois de chauffage.

#### RENOVATION DES PATURAGES

Un autre moyen de remettre en état les pâturages appauvris du désert sablonneux consiste à semer des arbustes, des sous-arbrisseaux et des herbes à fourrage sur les sables de faible épaisseur défrichés en bandes, ou bien avec hersage et sans labour. Un tel procédé d'amélioration porte le nom de rénovation du pâturage.

#### Rénovation des pâturages sur les sables faiblement fixés à petits mamelons

Sur les sables faiblement fixés à petits mamelons, le semis d'arbustes avec hersage donne de bons résultats. Ce procédé est plus simple que le défrichage, qui est quelquefois impossible en raison du relief difficile; le défrichage est de surcroît indésirable dans certains cas, parce qu'il favorise l'érosion. Le semis avec hersage est deux fois plus productif et beaucoup plus efficace économiquement en comparaison avec le semis sur sol labouré. Le hersage avant et après l'ensemencement contribue à l'enterrage de la semence, à la bonne pousse et à une meilleure prise.

Pour la rénovation des pâturages dans les sables à petits mamelons, on emploie toute la gamme des plantes utilisables dans le désert sablonneux. La norme d'ensemencement est de 8 kg à l'hectare; plus de la moitié de cette quantité doit être constituée par les grains de *Haloxydon*, et le reste, par ceux des arbustes différents en proportions différentes. Le nombre de pousses est de 3 à 5 mille à l'hectare; la prise des différentes espèces après trois ans varie entre 31 et 50 %; pour certaines plantes (telles que *Haloxydon persicum*), la prise atteint 74 %, la densité des arbustes après semaille étant jusqu'à 2000 plantes à l'hectare. La couverture projective des plantes semées, à l'âge de 10 ans, augmente de 25 jusqu'à 60 %.

En plus des arbustes, on rencontre beaucoup de sous-arbrisseaux, d'herbes pérennes et annuelles, qui

se renouvellent par voie naturelle grâce au régime de protection. Au bout de cinq à six ans, la multiplication des herbes et des sous-arbrisseaux conduit à la fixation des sables et à l'obtention d'un rendement en fourrages bien stable; le pâturage devient utilisable en toute saison de l'année.

Pendant les cinq premières années, bien que le développement des plantes semées soit lent, leur système racinaire bien formé favorise le développement des parties aériennes. A l'âge de huit ou dix ans, les arbustes atteignent des dimensions considérables (tableau 2).

Tableau 2

Caractéristiques biomorphologiques des plantes de dix ans dans les phytocénoses artificielles sur les sables à petits mamelons

Espèce	Dimensions, cm				
	hauteur	diamètre de la couronne	diamètre du système racinaire	diamètre du collet	profondeur des racines
<i>Haloxydon aphyllum</i>	180	210×150	500×680	9	850
<i>Haloxydon persicum</i>	150	150×100	450×825	7	980
<i>Salsola richteri</i>	160	110×70	200×450	7	250
<i>Aellenia subaphylla</i> (variété des sables)	130	200×150	250×575	8	310
<i>Ephedra strobilacea</i>	120	90×80	400×850	6	280
<i>Calligonum setosum</i>	120	100×90	200×150	6	200

En ce qui concerne la formation de la couverture d'herbe, le procédé proposé offre certains avantages même vis-à-vis du défrichage. Pendant le hersage les herbes existantes ne sont pas détruites, alors que la fragmentation du sol assure des conditions favorables à l'implantation et à la croissance ultérieure des herbes pérennes et annuelles. La productivité du pâturage croît donc, au cours des cinq premières années, grâce à la multiplication des herbes, et plus tard, grâce au développement des arbustes semés.

#### Enrichissement des pâturages sur les sables fixés unis de faible épaisseur

Sur des sables non défrichés fixés par des herbes, surtout, par les laïches (*Carex physodes*), le semis de plantes fourragères: *Haloxydon*, *Salsola richteri*, *Aellenia*, etc. ne donne pas de résultat appréciable, en raison de la concurrence de la part de *Carex*.

Les renseignements sur la concurrence entre les pousses d'arbustes et les herbes à rhizome sont cités dans un grand nombre de communications [2, 3, 8, 9, 10, 12, 14, 17, 21, 29].

Le rôle considérable du travail du sol au cours de la rénovation des pâturages dans le piémont, afin d'éliminer la concurrence des herbes liée à la lutte pour l'eau, a été souligné par G. Serghéeva [26], A. Sinkovski [27], L. Pausner [23], N. Nétchayéva et S. Prikhodko [18, 19], Z. Chamsoutdinov, R. Tchalbach [30]; le rôle du travail du sol dans les conditions d'un désert sablonneux a été mis en valeur par A. Ovezliev et Iou. Romanov [20], G. Moukhamédov [16].

Sur les terrains fixés par les laiches, pour introduire les plantes amélioratrices, le procédé agrotechnique le plus recommandé est le défrichage par bandes. Les sables fixés doivent être labourés à une profondeur de 30 cm au moins. Si la profondeur de labour est moins grande, les rhizomes de *Carex physodes* repoussent fortement dès la première année, s'opposant à la pousse et à la prise de nouvelles plantes. Le labourage modifie les propriétés physiques et chimiques du sol, le régime des eaux, diminue l'évaporation, élimine la concurrence de la part des herbes à rhizome, contribue à l'emménagement de l'eau productive même en été jusqu'à 4-10 mm en créant des conditions favorables à la pousse, à la prise, à la croissance et au développement des plantes cultivées. On compte de 4000 à 10000 pousses d'arbustes (*Haloxylon* et autres) à l'hectare. Au bout de trois ans ce nombre diminue jusqu'à 3000 à l'hectare, soit de 33 à 50 %.

Les plantes semées sur sol labouré croissent et se développent plus vite: après cinq ans *Haloxylon persicum* atteint une hauteur de 100 à 150 cm; sa couronne prend sensiblement les mêmes dimensions; la plante entre en phase générative.

Avec l'âge de l'association, le nombre d'espèces augmente, de même que la couverture projective. A partir de l'âge de cinq ans, on observe le renouvellement de *Carex physodes* et d'autres herbes grâce aux rhizomes et aux grains conservés dans le sol, ce qui permet déjà de mettre en œuvre le pâturage artificiel.

#### Formation, structure et productivité des pâturages artificiels

**Composition botanique.** La culture des arbustes fourragers enrichit la composition botanique du pâturage, augmente la couverture projective des plantes et la valeur fourragère. Dans une association stable, bien formée, de *Haloxylon aphyllum* + *H. persicum* - *Carex physodes* de 10 ans, on compte entre 19 et 23 espèces variées, suivant l'année.

La base de l'association est constituée par les espèces semées: *Haloxylon persicum*, *H. aphyllum*, *Salsola richteri*, *Ephedra strobilacea*, *Aellenia subaphylla*, l'herbe pérenne *Astragalus maximowiczii*, ainsi que des herbes annuelles: graminées, herbes diverses, *Carex physodes*.

**Formation de la couverture herbeuse.** Dans une association artificielle, créée en semant des plantes sur sol hersé, le nombre des herbes croît dès les premières années pour devenir sensiblement égal [20 à 30] au nombre des herbes sur les terrains en défends analogues.

Dans une association artificielle créée sur le sol labouré en bandes, les laiches sont absentes au cours des premières années; en revanche, les graminées printanières, les herbes diverses, les plantes annuelles d'été se développent très bien. A l'ombre de *Haloxylon aphyllum*, en raison de la diminution de l'éclairement et de la compactification du sol, les laiches et les herbes annuelles à végétation en hiver et au printemps disparaissent [19, 5, 11]. Les espèces nommées «herbes diverses» sont abondantes sur les nekbas, tandis que

les laiches et les graminées annuelles persistent dans les espaces entre les arbustes.

**Caractéristique d'âge des cénopopulations.** Pendant quatre ou cinq ans, les associations artificielles se composent encore de plantes de même âge, à cause de la jeunesse des plantes amélioratrices et de l'absence du renouvellement par ensemencement. Plus tard, on voit apparaître les premières pousses naturelles. Au-delà de 5 ans, les phytocénoses artificielles comportent déjà des plantes d'âges différents, y compris les nouvelles plantes, ce qui témoigne de la formation progressive normale de l'association.

**Productivité.** Compte tenu de la mise en œuvre des différents procédés agrotechniques visant la création de pâturages artificiels (semis avec hersage, semis sur sol labouré), la croissance et le développement des plantes, de même que la formation de la biomasse, présentent un nombre de particularités.

Le semis avec hersage des arbustes (*Haloxylon aphyllum*, *H. persicum*, *Ephedra strobilacea*, *Aellenia subaphylla*, *Salsola richteri*) sur des sables faiblement fixés à petits mamelons conduit, au bout de 8 ans, à la formation d'associations artificielles mixtes d'arbustes. Avant l'amélioration, la masse générale des parties aériennes ne dépassait pas 1,26 t/ha, dont 0,3 t/ha pour les fourrages. Après les mesures de rénovation, il s'est formé une association artificielle mixte à base de *Haloxylon*; après 6 ans, la phytomasse aérienne a atteint 3,6 t/ha, et après 10 ans 7,90 t/ha; la masse fourragère a atteint 1,0 t/ha, et la biomasse des arbustes semés, 6,6 t/ha.

Sur les sables à petits mamelons, occupés par l'association *Salsola arbuscula* - *Artemisia kemrudica* - *Ephemeræ*, les pâturages artificiels créés en semant les mêmes grands arbustes sur bandes hersées, ont présenté au bout de 8 ans des changements quantitatifs et qualitatifs notables de la biomasse de toutes les formes biologiques. Ce sont les arbustes semés qui constituent la fraction prépondérante (57 %) dans la structure de la biomasse des parties aériennes des plantes. La biomasse aérienne a augmenté de 2,5 fois (depuis 1,74 jusqu'à 5,27 t/ha), tandis que le rendement en fourrages s'est accru de 0,42 jusqu'à 0,72 t/ha; la nutritivité du fourrage a augmenté depuis 190 jusqu'à 420 kg/ha d'unités fourragères.

La rénovation des pâturages par le procédé de défrichage en bandes favorise la croissance et le développement des arbustes semés, des herbes pérennes et annuelles. Pendant 5 ans la biomasse des parties aériennes a augmenté de 3 fois, de 2,02 jusqu'à 6,35 t/ha; le rendement en fourrage s'est accru depuis 0,54 jusqu'à 0,80 t/ha; la nutritivité a augmenté de 240 jusqu'à 480 kg d'unités fourragères.

Le tableau 3 illustre la variation du rendement en fourrages des pâturages dégradés en fonction des mesures d'amélioration prises dans des conditions écologiques différentes.

Les expériences prolongées montrent que les travaux d'amélioration des pâturages sablonneux conduisent au rétablissement et à l'augmentation du rendement en

fourrages, quel que soit le stade de dégradation du pâturage.

Tableau 3  
Variation du rendement en fourrages (t/ha) en fonction du stade de dégradation (SD) du pâturage et des travaux d'amélioration entrepris

Conditions écologiques	Stades de dégradation du pâturage		Phytocénoses améliorées	
	II SD	III SD	II SD	III SD
Sables à crêtes	0,39	0,27	0,88	0,70
Sables à crêtes et mamelons	0,44	0,35	0,91	0,72
Sables unis de faible épaisseur	0,28	0,19	0,40	0,25

#### CONCLUSIONS

On a donné la justification scientifique et démontré par voie expérimentale la possibilité d'améliorer la végétation sur les pâturages sablonneux. Il s'agit non seulement de restaurer les pâturages mais aussi de les améliorer notablement en élevant leur productivité même par rapport aux écosystèmes naturels. On a mis au point la composition des espèces à semer, les modalités de préparation de la semence, les procédés de se-

mis, les délais optimaux et les normes d'encementement, ainsi que d'autres éléments agrotechniques.

Sur les sommets à barkhanes des grandes crêtes de sables entourant les puits, occupés par une végétation rare (troisième stade de dégradation du pâturage), on peut créer, en semant des grains spécialement préparés («granulés») d'arbustes, particulièrement de *Haloxylon persicum*, une phytocénose artificielle stable procurant un rendement en fourrages de 0,6 t/ha.

Sur les portions couvertes de barkhanes des sables à crêtes et mamelons, le semis de différents arbustes (*Haloxylon aphyllum*, *H. persicum*, *Aellenia subaphylla*, *Salsola richteri*, *Ephedra strobilacea*, etc.) permet d'obtenir, par un procédé analogue, dans un délai relativement bref (5 ans) des pâturages artificiels donnant un rendement jusqu'à 0,9 t/ha; ces pâturages peuvent être utilisés en toute saison de l'année.

Sur les sables de faible épaisseur fixés par la végétation, il est nécessaire de procéder au défrichage afin de réduire la concurrence des laiches (*Carex physodes*) dans la lutte pour l'eau. En semant des arbustes mélangés sur le sol labouré en bandes, on arrive à créer, dans des conditions physiques favorables et dans un régime d'eau propice, des phytocénoses artificielles (de 0,3 à 0,5 t/ha de fourrages) utilisables en toute saison au bout de 4 ou 5 ans.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Babaiev A. Les sables d'oasis de la Turkménie et leur mise en valeur. Achkhabad, «Ilym», 1973.
2. Blagovechtchenski E. Quelques données sur l'écologie des systèmes radicaux des arbres et des arbustes dans le désert sablonneux. Annales de la filiale Turkmène de l'Académie des sciences de l'URSS, 1949, n° 2.
3. Bouryghine V. et coll. Bases botaniques de la reconstruction des pâturages au sud de Kyzyl-Koum. Tachkent, Académie des sciences de la République Ouzbègue, 1956.
4. Gvozdkov A. Rôle des protections mécaniques dans la pratique des améliorations de végétation. Travaux de l'Institut agricole de Tachkent, 1968, fasc. 20.
5. Ghéorghievski A. A propos de la repousse de *Haloxylon aphyllum*. Problèmes de mise en valeur des déserts, 1974, n° 3.
6. Daniline A. Sur les délais d'exécution des travaux d'amendement dans les sables de la zone centrale de Fergana. Travaux de l'Institut agricole de Tachkent, 1968.
7. Doubianski A. Le désert sablonneux au sud-est de Kara-Koum, ses régions naturelles, possibilités d'utilisation agricole et valeur pour l'irrigation. Travaux sur la botanique appliquée, la génétique et la sélection, 1928, vol. 19, fasc. 4.
8. Dobrine L. Types des sables de la Turkménie. Rec.: Amélioration des déserts de la Turkménie. Achkhabad, 1979.
9. Zakirov K. et coll. Semis industriels de *Haloxylon aphyllum* dans les élevages de caracul de la zone désertique d'Ouzbékistan, Travaux de l'Institut du caracul, vol. 9, Samarkand, 1959.
10. Zonn S. L'eau du sol et les plantations forestières. M., Académie des sciences de l'URSS, 1959.
11. Kapline V., Kandalova G. Sur la structure horizontale des associations *Haloxylon aphyllum* — laiches — herbes diverses — soudes annuelles dans la partie de l'est de Kara-Koum. Botanicheski journal, 1975, vol. 60.
12. Korovine K. Végétation éphémère comme force productrice des déserts d'Asie Centrale. Rec.: «Mise en valeur économique des déserts d'Asie Centrale et de Kazakhstan». Tachkent, 1934, pp. 46—66.
13. Léontiev V. Les forêts de *Haloxylon* du désert Kara-Koum. M.-L., Académie des sciences de l'URSS, 1954.
14. Léontiev A. Pour les techniques d'amélioration par plantations de forêts des sables d'Asie Centrale. «Lesnoié khoziaistvo», 1955, n° 8.
15. Moukhamédov G. Amélioration des pâturages du centre de Kara-Koum. Sous la réd. de N. Nétchayeva. Achkhabad, «Ilym», 1979.

16. *Mirochnitchenko Iou., Toghyzaev R.* Lois de distribution de la végétation et sa productivité dans les phytocénoses de l'est de Kara-Koum. Rec.: «Expérience d'étude et de mise en valeur de l'est de Kara-Koum. Achkhabad», «Ilym», 1972.
17. *Nétchayéva N., Prikhodko S.* Biologie de l'armoise *Badhyzkoï* et résultats de sa culture. *Botanicheski journal*, 1956, v. 41, n° 6.
18. *Nétchayéva N., Prikhodko S.* Particularité biologiques des plantes désertiques et expérience de leur utilisation pour l'amélioration des pâturages. *Bull. de MOIP*, 1959, v. 64, sect. biol., fasc. 1.
19. *Nétchayéva N., Prikhodko S.* Pâturages artificiels d'hiver dans le piémont désertique d'Asie Centrale (Expérience de création de phytocénoses artificielles). Achkhabad, «Turkménistan», 1966.
20. *Ovezliev A., Romanov Iou.* Sur l'afforestation des sables couverts de gazon de l'oasis d'Asie Centrale. Rec.: «Conditions naturelles et sables mobiles des déserts». Achkhabad, 1971.
21. *Paletzki V.* Schémas de rotation des plantes en repos (sans intervention humaine). Rec.: «Travaux choisis sur la forestation et l'hydrogéologie». Tachkent, Académie des sciences de la république Ouzbègue, 1956, pp. 28–30.
22. *Paletzki V.* Fondements et méthodes de lutte contre les affouillements de sable sur le chemin de fer d'Asie Centrale. Rec.: «Travaux choisis sur la forestation et l'hydrogéologie». Tachkent, 1965, pp. 31–44.
23. *Pausner L.* Techniques de création de phytocénoses artificielles sur les pâturages dégradés du sud de Kyzyl-Koum, méthodes d'amélioration des pâturages existants. Rec.: «Fondements botaniques de la reconstruction des pâturages au sud de Kyzyl-Koum». Tachkent, 1956, pp. 177–227.
24. *Pétrov M.* Les sables mobiles des déserts de l'URSS et la lutte contre ces sables. M., GIZ, 1950, 455 p.
25. *Svintsov I.* Distribution, protection et aménagement d'espaces verts dans les exploitations économiques de Bas-Kara-Koum. Achkhabad, «Turkménistan», 1974, 77 p.
26. *Serghéeva G.* Amélioration des pâturages pour les moutons caracul en Ouzbékistan. «Karakoulévodstvo i zvérovodstvo», 1951, n° 4, pp. 77–78.
27. *Sinkovski A.* Résultats des expériences en conditions stationnaires sur la mise au point des éléments de rotation des pâturages, cas des pâturages printaniers du sud du Tadjikistan. Comptes rendus de l'Académie des sciences de Tadjikistan, dép. des sc. nat., 1955, n° 10.
28. *Stépanov A.* Mise en valeur des sables d'Asie Centrale. *Vestnik s/kh. naouk*, 1963, n° 11, pp. 59–61.
29. *Fédorovitch B.* Caractéristiques principales du relief des sables du désert Kara-Koum. *Travaux de l'Institut de géographie de l'Académie des sciences de l'URSS: Génèse du relief sablonneux et de la forêt*, 1960, v. 80, fasc. 24, pp. 96–117.
30. *Chamsoutdinov Z., Tchhalbach R.* Étude des particularités écologiques de la végétation par rangs et de l'humidité des sols liée aux problèmes d'amélioration des pâturages à armoises et éphémères. *Travaux de l'Institut du caracul, Samarkand*, 1960, v. 10, pp. 173–183.
31. *Chamsoutdinov Z.* Quelques résultats dans le domaine de l'amélioration des pâturages et de production de fourrages in situ au profit de l'élevage du mouton caracul. *Travaux de l'Institut du caracul, Samarkand*, 1964, v. 14, pp. 305–332.
32. *Melton A.* A tentative of classification of sand dunes, its application to dune history in the Southern high plains. *J. Geol.*, 1940, 2, p. 48.

## METHODES D'AMELIORATION ET D'UTILISATION DES PATURAGES

par *S. Abdraitmov*. Licencié ès sciences de l'agriculture, vice-directeur de l'Institut de recherches scientifique sur l'élevage des moutons d'Astracan du Ministère de l'agriculture de la RSS de Kazaquie (Tchimkent)

Tout le Kazakhstan du sud et du sud-ouest est situé dans la zone des déserts. La moyenne de précipitations est d'environ 150 mm et peut varier de 80 à 200 mm. La moyenne de températures est d'environ de 8 à 13 °C et varie de 23 à 29 °C en juillet, à -12–14 °C en janvier. La température minimum en hiver est de -45 °C alors que la température maximum en été peut atteindre 44 °C.

Les pâturages désertiques sont, essentiellement, constitués d'herbes et d'arbrisseaux poussant sur les sols sablonneux, d'arbustes et d'absinthe sur les sols gris-bruns, de salins et terrains à végétation précaire sur les sols gris des déserts du piémont.

La zone désertique du Kazakhstan est la plus grande base d'élevage du mouton karakoul.

Sur certains terrains il est 1,5 à 2 fois inférieur à la moyenne en raison d'une exploitation intense.

## Méthodes d'amélioration des pâturages

De nombreuses expériences confirmées par la pratique des exploitations d'avant-garde nous ont permis de choisir pour les phytocénoses artificielles certaines plantes fourragères propres à la flore des déserts et des semi-déserts ayant une bonne valeur nutritive, une période de végétation prolongée, fournissant de bonnes récoltes de masse verte. Ce sont: *Kochia prostrata*, *Eurotia ceratoides*, *Salsola orientalis*, *Aellenia subaphylla*, *Haloxylon aphyllum*, etc.

**Plantations monocultures propres.** Les plantations de *Kochia prostrata* de la famille des *Chenopodiaceae* sont constituées d'arbrisseaux de 30 à 60–80 cm de hauteur qui prennent bien sur le sable, le limon sableux, les sols argilo-sableux, argileux, salins et rocaillieux des déserts et semi-déserts, étant polymorphes au plus haut point.

Les plantes de *Kochia prostrata* sont volontiers broutées par les moutons et les chameaux en toute saison. Ses fruits contribuent à l'engraissement des moutons karakoul en période précédant l'accouplement. Nos recherches montrent que suivant la saison, 100 kg de fourrage à base de *Kochia prostrata* contiennent 40 à 60 unités nutritives et plus 6,4 à 8,1 kg de protéine digestible. Au point de vue chimique, le foin de *Kochia prostrata* contient 9,12 à 13,6 % de protéine, 1,2 à 2,3 % de graisse, 24,3 à 34,7 % de cellulose. Cette plante a ceci de précieux qu'elle peut être consommée tout au long de la période de végétation et, spécialement, en été, c'est-à-dire, en période la plus aride où toute la végétation éphémère et éphéméroïde est brûlée par le soleil. *Kochia prostrata* est particulièrement nutritive et digestible en période de développement des boutons (fin mai – début juin).

Sur les sols sableux *Kochia prostrata* végète du milieu de printemps jusqu'à l'automne avancé. Fin mai les plantes développent les boutons, la floraison commence à partir de la deuxième décennie de juillet. Les graines viennent à maturité à la fin de septembre alors que la fertilisation prend fin au début de décembre. La hauteur des plantes atteint 25 à 40 cm à la fin de la première année et s'établit ensuite environ à 60 cm. Il a été, également, démontré que durant la première année de vie les racines pénètrent dans le sol à une profondeur de 190 à 220 cm et jusqu'à 450 cm dans les années qui viennent. Le rendement des récoltes en unités de masse séchée à l'air est de 10 à 12 quintaux par ha. La production de graines atteint 0,5 à 1,2 quintaux par ha suivant le peuplement à l'hectare et l'âge des plantes. Il est recommandé de récolter les graines au bout de 3 à 7 années de croissance.

La durée de vie de *Kochia prostrata* en culture est supérieure à 10 ans. *Kochia prostrata* poussant sur les sols sableux peut être utilisée comme aliment pour le bétail en été et en automne.

Sur les sols argileux, la période de végétation commence à partir de la troisième décennie de mars. La floraison a lieu en juillet-août, les graines viennent à maturité vers la mi-octobre, et l'ensemencement prend fin au début de décembre. Le rendement moyen

constitue 12 à 15 quintaux de masse séchée à l'air par ha. Les tiges y entrent pour 70 à 75 %.

La végétation de *Kochia* des sols rocaillieux commence dans la première décennie de mars. La floraison massive se termine à la mi-août. Les graines viennent à maturité dans la deuxième décennie de septembre alors que l'ensemencement se poursuit jusqu'à la mi-décembre. Les plantes de cet écotype se distinguent par leur taille élevée pouvant aller jusqu'à 60 cm à la fin de la première année et atteindre 80 à 90 cm chez les plantes plurennales. *Kochia* forme un puissant système de racines susceptible de drainer l'humidité et les substances nutritives dans un grand rayon. C'est cette propriété de *Kochia* qui la rend très résistante à la sécheresse et assure une stabilité élevée des rendements des récoltes de l'ordre de 15 à 18 quintaux de foin et de 1,0 à 1,5 quintaux de graines par ha. Cet écotype présente une autre particularité biologique qui est une grande quantité de feuilles qui se maintiennent jusqu'à la fin de la période de végétation. Les plantes de *Kochia* peuvent être utilisées pour paître le bétail et stocker du foin.

L'*Eurotia ceratoides* appartient à la famille des *Chenopodiaceae*. Cet arbrisseau de 60 à 80 cm de hauteur, pousse sur les sols sableux, rocaillieux et pierreux d'Asie Centrale et du Kazakhstan.

C'est une des plus précieuses qui contient le plus d'éléments nutritifs au printemps et dans la première moitié d'été. Très appréciée par les ovins et les chameaux, elle l'est moins par les chevaux et les bovins. Selon [3] l'*Eurotia ceratoides* en phase de chute des fruits contient 37,9 unités fourragères et 9,1 kg de protéine digestible par 100 kg de foin.

La végétation commence dans la première décennie de mars.

A la différence des autres plantes fourragères l'*Eurotia* se distingue par sa grande vitalité. Les plantes de la première année sont résistantes à la sécheresse, les germes survivent, parfaitement, aux froids de moins 2 à moins 4 °C. De jeunes plantes qui se développent lentement pendant la première année de vie (leur hauteur atteignant 16 à 25 cm en moyenne) croissent par la suite au rythme annuel de 30 à 55 cm.

A la fin de la première année de vie les racines pénètrent jusqu'à 90–150 cm en profondeur et jusqu'à 320 à 380 au cours de la troisième année.

La densité optimum à l'hectare doit être de 50 000 à 60 000 plantes parce que les densités plus élevées entraînent l'inhibition des plantes et la baisse brutale du rendement. Les rendements en masse séchée à l'air en phase de floraison atteignent de 10 à 12 quintaux par ha. L'*Eurotia* est utilisée pour l'aménagement des pâturages d'été et des prés. Les pâturages d'*Eurotia* sont, parfaitement, utilisables en automne et en hiver mais à cette époque leur rendement est deux fois inférieur à celui de printemps et d'été (avant la phase de développement des boutons).

*Salsola rigida* appartient à la famille des *Chenopodiaceae*. C'est un arbrisseau de 15 à 40–60 cm de hauteur aux branches ligneuses (plantes vivaces), les plantes de l'année sont de teinte vert ou vert-foncé

fragiles et fortement abaissées. *Salsola* pousse sur les sols gris, gris-bruns, les zones en périphérie des sables, sur les sols argileux d'Asie Centrale, sur la façade occidentale de la Caspienne, au Kazakhstan.

*Salsola* est une plante hautement nutritive consommée volontiers par les moutons d'un bout à l'autre de l'année. 100 kg de foin contiennent 35 à 44 unités fourragères. La végétation de *Salsola* au Kazakhstan du sud commence dans la troisième décennie de mars. Les boutons se développent fin mai-début juin et se poursuit jusqu'à la fin d'août. Les graines viennent à maturité dans la troisième décennie d'octobre et tombent rapidement, passées ce délai. A la fin de la première année de vie, la hauteur des plantes atteint 23 à 34 cm, s'établissant à 48-50 cm dans les années qui viennent, la projection de la couronne étant de 70 à 100 cm.

Les rendements en masse séchée à l'air varie de 3,2 à 22,8 quintaux par ha suivant l'âge des plantes. Les rendements en graines étaient de 1,41 à 3,7 quintaux par ha. *Salsola* convient bien pour l'aménagement des pâturages d'automne et d'hiver.

L'*Aellenia subaphylla* Aellen appartient à la famille des *Chenopodiaceae*. Cette plante mesurant de 75 à 250 cm de hauteur de teint gris-vert, aux feuilles rubanées épaisses. Elle pousse sur les sols argileux et rocaillieux des déserts. Grâce à ses hautes qualités nutritives cette plante est volontiers consommée par les moutons en automne et en hiver et pendant toute l'année par les chameaux. 100 kg de foin d'*Aellenia subaphylla* contiennent de 40 à 60 unités fourragères. La période de végétation se situe au début d'avril, la floraison a lieu en juin-juillet, les graines viennent à maturité dans la troisième décennie d'octobre et s'égrainent aussitôt après. A la fin de la première année de vie les plantes atteignent 40 à 60 cm en hauteur et mesurent jusqu'à 220 cm de haut au bout de la onzième année. Au cours de la cinquième année les racines d'*Aellenia subaphylla* pénétraient jusqu'à 490 cm en profondeur, en s'étalant sur 210 cm. Cette plante peut s'utiliser avec succès pour l'aménagement et l'amélioration des pâturages dans les déserts et semi-déserts des piémonts, sur les terrains valonnés sous forme de bandes de 8 à 10 m de largeur dans le but d'aménagement des pâturages d'automne et d'hiver. Les rendements les plus élevés des récoltes de l'ordre de 20 à 22 quintaux de foin à l'hectare dont 9 à 10 quintaux de pousses vertes volontiers consommées par le bétail ont lieu en été. Les rendements en graines peuvent atteindre de 0,2 à 3,8 quintaux par ha.

*Haloxylon aphyllum* se rapporte à la famille des *Chenopodiaceae*. Cet arbre des déserts atteint 2 à 3 m de hauteur dans les premières années de vie (5 à 7 m) par la suite. Cette variété est très plastique et pousse bien sur les sols argileux salins, sableux, rocaillieux et rocheux.

*Haloxylon* peut être utilisé comme végétal d'appoint pour l'alimentation des moutons karakoul. Les «fourrages à base de *Haloxylon*» sont des pousses vertes dont la valeur nutritive pour les moutons et les

chameaux atteint son maximum en hiver. 100 kg de fourrage d'*Haloxylon* contiennent 30 à 40 kg d'unités fourragères et 3 à 9 kg de protéine digestible. La végétation d'*Haloxylon* en culture commence dans la dernière décennie de mars, les fruits viennent à maturité dans la troisième décennie de décembre. A la fin de la première année de vie *Haloxylon* atteint 30 à 40 cm en hauteur et 160 à 180 cm à la fin de la quatrième année. *Haloxylon aphyllum* est une plante fourragère, hautement productive permettant d'obtenir près de 14,6 quintaux de foin par ha au cours de la première année et jusqu'à 21,4 quintaux à partir de la deuxième année. L'utilisation de *Haloxylon* en qualité de fourrage d'appoint peut se faire en aménageant des plantations en coulisses. Pour ce fait, à partir de la deuxième année de vie les plantes sont chaque année (au printemps précoce) coupées à 30 à 40 cm de hauteur. Le peuplement optimum à l'hectare (formule «pâturage») atteint 3000 à 4000 plantes qui fournissent 35 à 40 quintaux de masse séchée à l'air par ha.

Plantations mixtes à plusieurs niveaux. L'aménagement des peuplements de végétaux appartenant aux différents biomorphes d'arbrisseaux, de semi-arbrisseaux et d'herbes occupe une place de choix parmi les techniques d'amélioration radicale des pâturages. Ces pâturages sont plus résistants aux conditions rigoureuses des déserts et peuvent être utilisés durant toute l'année ou tout au moins pendant sa partie considérable. De plus, ces associations permettent de mieux mettre à profit les ressources naturelles insuffisantes des régions désertiques grâce à la disposition des racines et des parties supérieures des plantes aux niveaux différents [1, 2].

Cependant, il est indispensable d'élaborer les formules les plus appropriées des plantes fourragères. Les études effectuées par les chercheurs ont permis de révéler les types de pâturages d'automne et d'hiver de grand rendement à plusieurs niveaux offrant le plus d'intérêt.

*Haloxylon aphyllum*, *Kochia prostrata*, *Artemisia* nécessitent respectivement 3,5-5; 2,0-3,0, 1,5-2,0 kg de graines par ha.

*Haloxylon aphyllum*, *Eurotia ceratoides*, *Artemisia* demandent quant à elle 6-7 kg de graines par ha dont 4,5-5 kg d'*Eurotia ceratoides* et 1,5-2 kg de *Haloxylon aphyllum*.

Dans ces deux types de pâturages de culture le peuplement à l'hectare atteint en moyenne 20 000 à 25 000 plantes de *Kochia* et d'*Eurotia* tandis que *Haloxylon* doit être éclairci pour ne donner que 300 à 400 arbrisseaux à l'hectare. Les rendements moyens annuels des récoltes des peuplements mixtes sont de 18 à 22 quintaux de masse séchée à l'air par ha. Les plantes d'*Artemisia* envahissent les terrains ensemencés à partir de la première année et l'absinthe s'y ajoute à partir de la quatrième.

Pour *Aellenia subaphylla*, *Eurotia ceratoides*, *Poa bulbosa*, la consommation de graines par ha à l'ensemencement atteint, respectivement, 4 et 2 kg par ha. Ce mélange offre le plus d'intérêt sur le plan écono-

mique et s'adapte bien aux conditions défavorables pour les plantations de *Kochia prostrata* et *Haloxylon aphyllum*. Les récoltes d'*Aellenia subaphylla* et d'*Eurotia ceratoides* atteignent 25–27 quintaux par hectare dont 70 à 75 % d'*Aellenia*.

Les plantations en bandes de *Haloxylon aphyllum* destinées à protéger les pâturages. Les plantations de *Haloxylon* permettent de réduire de 1,5 à 2 fois la vitesse du vent en comparaison avec les pâturages non protégés et permettent en outre de pallier la détérioration des sols par dessèchement excessive et l'érosion éolienne. Elles exercent une influence favorable sur le rendement des récoltes des pâturages concrets. Les récoltes des fourrages sur les pâturages situés derrière les bandes protectrices de *Haloxylon aphyllum* augmentent de 25 % à 300 m de distance.

La disposition des bandes protectrices s'effectue sur le pourtour des fermes d'élevage du mouton karakoul et à l'intérieur de celles-ci pour délimiter les pâturages isolés. Nous avons élaboré la formule de bandes protectrices de *Haloxylon aphyllum* à 5–6 rangs où la largeur du labour (plantations à 5 rangs) constitue 1,4 m entrecoupé de bandes vierges de 2,8 à 3 m de largeur. La largeur totale de la bande constitue 18,2 m. Dans la plantation à 6 rangs on défriche les coulisses de 2,8 m, où deux rangs de plantations de *Haloxylon* sont espacés de 2 m. Il y a en tout 3 coulisses de 2,8 m de largeur séparées de bandes de terre vierge de largeur analogue. La largeur totale de la bande atteint 16,8 m. Cette disposition des bandes permet de réduire de 50 à 60 % les volumes des labours. La largeur des interstices entre les bandes protectrices varie de 150 à 200 m. Les observations effectuées durant de nombreuses années ont révélé que le peuplement optimum à l'hectare (*Haloxylon aphyllum*) ne devait pas dépasser 900 à 1200 arbres. Cette densité permet de réaliser des plantations clairsemées où des plantes *Poa bulbosa* poussent bien entre les arbres et dans les clairières. Cette formule assure le meilleur rendement des travaux d'amélioration des pâturages par la plantation de *Haloxylon aphyllum*. Les bandes protectrices, en particulier, situées sur les versants peuvent être constituées de plantations de Tcherkez (consommation de 7 kg de graines à l'hectare de plantation) ou de plantations mixtes de Tcherkez et de *Haloxylon aphyllum* (3,5 kg de graines de *Haloxylon* et 2,0 kg de Tcherkez à l'hectare).

Les plantes fourragères suivantes propres à la flore de cette région pouvaient être retenues en vue d'amélioration radicale des pâturages destinés aux moutons karakoul:

- a) *Kochia prostrata* des sols argileux, rocailleux et sableux, *Eurotia ceratoides*, absinthe, *Aellenia subaphylla*, *Haloxylon aphyllum* (pâturages de *Poa bulbosa* et d'absinthe);
- b) *Kochia prostrata* des sols sableux, *Eurotia ceratoides*, *Aellenia subaphylla* (pâturages d'herbes et d'arbrisseaux);
- c) *Camphorosma*, *Salsola orientalis*, *Haloxylon aphyllum* (pâturages salins).

Sur les sols légers du point de vue mécanique la largeur du labour sera de 10 à 12 m entrecoupé d'une même largeur de terre vierge. Pour les sols plus compacts les largeurs correspondantes seront de 20 à 30 m. Au bout de 8 à 9 ans on procède à l'amélioration de la seconde moitié des pâturages. L'observation de ce système non seulement permet de protéger les sols de l'érosion éolienne mais encore de conserver leurs rendements en fourrages. Les labours sont situés perpendiculairement à la direction des vents dominants.

Les dunes de sables à végétation clairsemée des pâturages d'herbes et arbrisseaux ne sont point labourés. On y pratique le semis à la volée suivi de hersage ou de roulage.

Sur d'autres types de pâturages on peut conseiller le labour d'automne sans défoncement sur une profondeur de 18 à 22 cm alors que sur les sols durs et salins on utilisera de préférence la charrue grande défonceuse assurant la profondeur de 20 à 24 cm. Les délais de préparation des sols dans la sous-zone du nord se situent entre août et septembre et octobre et novembre dans le sud, c'est-à-dire au moment où les sols contiennent, suffisamment, d'humidité après les précipitations d'été et d'automne. Etant donné que les graines de la majorité des plantes fourragères de la zone aride ne peuvent pas être enterrées profondément, il faut herser le champ avant l'ensemencement et pratiquer le roulage en même temps que le labour.

Les graines des plantes fourragères sauvages viennent à maturité dans un à six mois suivant la récolte. Leur conservation au-delà de cette limite entraîne la baisse, et, même, la perte du pouvoir germinatif. C'est pour cette raison, précisément, que les semences doivent être utilisées l'année de stockage. Nos recherches montrent que les plantes fourragères devaient être semées de préférence en automne avancé et en hiver. Au sud et au sud-ouest du Kazakhstan ces délais varient de la troisième décennie de novembre à la seconde moitié de décembre.

La profondeur optimum d'enterrage des graines d'*Eurotia*, *Kochia prostrata*, *Salsola orientalis*, absinthe et *Haloxylon aphyllum* n'excède point 0,5 à 1,0 cm et peut aller jusqu'à 2 à 3 cm dans le cas d'*Aellenia subaphylla* et de Tcherkez.

Au cours de la première année de vie, il est, rigoureusement, interdit de paître le bétail sur les plantations. Durant la deuxième année on admet un pacage modéré, en automne, et, en hiver. A partir de la troisième année, les pâturages peuvent être exploités d'une manière modérée, et, progressivement, s'intégrer entièrement au cycle économique.

La mise en œuvre des techniques d'amélioration des pâturages pour le mouton karakoul permet d'accroître le rendement en fourrages de la zone aride du Kazakhstan de 3 à 4 fois sur les mêmes types de sols et sous les mêmes climats. De plus, toutes les dépenses occasionnées par l'aménagement des pâturages sont récupérées au bout de 3 à 4 ans.



## Utilisation rationnelle des pâturages améliorés

Le maintien en état des pâturages nécessite une rotation des pâturages correcte. La rotation des pâturages inclut: alternance du pacage et du repos de terrains et enclos suivant les années et les saisons, changement des saisons d'exploitation, travaux d'amélioration, alternance du pacage et de la jachère verte. Dans le sud du Kazakhstan on peut retenir le schéma suivant de rotation des pâturages.

Sur chaque terrain on pratique le semis des herbes une fois par rotation après quoi le pâturage est mis au sommeil et n'est exploité qu'en automne à la suite de la régénération du tapis végétal. L'utilisation rationnelle des pâturages combinant leur rotation avec le broutage dans les enclos permettent d'accroître de 15 à 20 % leur rendement en fourrages.

Le broutage dans les enclos doit se pratiquer par la clôture des pâturages mais pour les pâturages de désert à faible rendement cela pose un certain nombre de problèmes. Pour délimiter les enclos et améliorer les pâturages, il faut aménager en bordure des plantations en bandes de *Haloxylon aphyllum* larges de 8 à 10 m.

L'expérience accumulée dans ce domaine permet de conclure à une grande efficacité économique de ces travaux.

L'aménagement des plantations de *Haloxylon* allié à la rotation des pâturages permet d'accroître de 1,5 fois leur rendement en fourrages. Même aux années de sécheresse les terrains à l'intérieur des clôtures de Saxaoul sont plus productifs. L'exploitation rationnelle des pâturages améliorés au Kazakhstan du sud est très profitable du point de vue économique. Ainsi les études effectuées sur le terrain «Taskoudouk» du sovkhoe «Zadarjinsky» de la région de Tchimkent (broutage des moutons karakoul) sur une surface de

Tableau 1

Rotation des pâturages sur les sols sableux exploités durant toute l'année

Année d'exploitation	Terrains et saisons			
	I	II	III	IV
Première	printemps	hiver	été	automne
Deuxième	printemps	hiver	été	automne
Troisième	hiver	printemps	automne	été
Quatrième	hiver	printemps	automne	été

Tableau 2

Type de pâturage	Surface, ha	Rendement quintaux/ha			
		avant broutage		après broutage	
		aliments verts	foin	aliment vert	foin
Saisonniers	130,0	9,82	6,97	3,12	2,84
Naturels	82,3	3,8	2,9	0,41	0,37

212,3 ha (dont 79 ha de *Kochia*, 51 ha d'*Eurotia* et 82,3 ha de pâturages naturels ont montré que le troupeau de 900 moutons qui broutaient sur le pâturage de culture augmentait de poids plus rapidement que le groupe-témoin. Les rendements des plantations de *Kochia*, d'*Eurotia* et des pâturages naturels et améliorés sont donnés par le tableau 2.

Ce tableau situe à 6,97 quintaux à l'hectare le rendement des pâturages de *Kochia* et d'*Eurotia* avant broutage, soit une augmentation de 2,4 fois par rapport aux pâturages naturels.

L'augmentation de poids journalière moyenne des moutons karakoul sur le pâturage amélioré est 3,8 fois supérieure par rapport au pâturage naturel de référence.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Chamsoutdinov Z.Ch., Tchaltbach R.M. L'agrotechnique de la bonification des pâturages désertiques et semi-désertiques en Ouzbékistan. Tachkent, 1969.
2. Nétchayéva. Influence de la composition des plantes sur le rendement des pâturages de désert. Extrait du livre: «Pâturages et prairies de l'URSS», Moscou, «Kolos», 1974.
3. Sinkovskaïa A., Sinkovski L. Les Nouvelles plantes fourragères destinées à améliorer les pâturages des déserts et semi-déserts. Voir le livre «Pâturages et prairies de l'URSS», Moscou, «Kolos», 1974.
4. Tchaltbach R.M. Agrotechnique visant la bonification des pâturages de désert et de semi-désert d'Ouzbékistan. Tachkent, 1969.

## AMELIORATION DES PATURAGES ET CREATION DES STOCKS-TAMPONS DE FOURRAGES

par S. Prianichnikov, licencié ès sciences agricoles, vice-directeur de l'Institut de prairies et de parcours du secteur d'Orient de l'Académie des sciences agricoles de l'URSS

Le terme de «stocks-tampons de fourrages» ne saurait pas étonner les habitants des régions de sud arides de l'Union Soviétique et, plus spécialement le Kazakhstan et l'Asie Centrale. En règle générale les animaux peuvent y rester en stabulation libre pendant toute l'année grâce aux hivers relativement doux et étés sans chaleur excessive.

Mais les stocks de fourrages que l'on prépare en été au Kazakhstan (foin, aliments concentrés et combinés) servent à se prémunir en cas de chutes de neige abondantes, de verglas et de vents violents qui interdisent la stabulation libre. Le tapis végétal des parcours de la zone semi-désertique se caractérise par une grande diversité: on y trouve des groupements végétaux à artemisia-graminées, à graminées-artemisia en alternance avec les groupements à artemisia et salsola. Les diverses espèces d'artemisia et de salsola dominent dans le tapis végétal au nord de la zone désertique au détriment des éphémères, pendant que dans la partie sud on trouve des espèces des éphémères et des herbes diverses aux sols argileux et limoneux. Les massifs sablonneux sont recouverts de tapis d'herbes et d'arbrisseaux.

Les parcours désertiques et semi-désertiques sont de préférence exploités au printemps, en automne et en hiver. Mais il y a également des parcours exploités pendant toute l'année. La durée de pâture dans le semi-désert varie de 220 à 280 jours. Dans la zone désertique la pâture peut se poursuivre pendant toute l'année à condition de pouvoir utiliser les terrains argileux et limoneux.

Ces immenses parcours ont un faible rendement allant de 0,2 à 0,3 et 0,5 t de matière sèche à l'hectare dans le semi-désert et de 0,05-0,01 à 0,3-0,15 t dans le désert. De plus, ces parcours sont mal ravitaillés en eau ce qui conduit à la concentration de grandes quantités de bétail autour des points d'eau et à la dégradation de grandes surfaces que les mauvaises herbes ne tardent pas à envahir. Quoique très riche en parcours naturels le Kazakhstan est très pauvre en fauches qui ne constituent que 6,9 millions de ha. Les parcours et les fauches se rapportent comme 26:1 ce qui crée tous les ans des difficultés pour la constitution de stocks-tampons. Le foin provenant de prairies naturelles et de terres arables est insuffisant à couvrir les besoins des animaux en période hivernale. C'est pour cette raison précisément que tous les ans les meilleurs parcours servent à stocker du foin. Tous les ans les foins sont coupés sur 13 à 20 millions de ha de parcours qui fournissent de 0,1 à 0,4 t à l'hectare.

L'amélioration des parcours permet donc de mieux répondre à la demande en fourrages. Nous y sommes

confrontés avec deux problèmes. Le premier consiste à transformer les parcours en fauches semées à grand rendement et le second à aménager les pâturages utilisables pendant 2 ou 3 saisons et procurant des rendements élevés dans les régions caractérisées par une grande concentration de troupeaux (fermes d'élevage, exploitations agrandies).

Nous allons évoquer les fauches et les pâturages semés aménagés dans la zone de steppes arides, des semi-déserts et des déserts de la république sur les terres non-irriguées.

L'expérience accumulée par les centres de recherches de même que la pratique ont démontré que les fauches et les parcours améliorés fournissent 2-5 fois plus de fourrage que les parcours naturels. C'est à la base des recommandations des savants que plus de 6 millions de ha de fauches et parcours ont été améliorés au Kazakhstan. Précisons que les résultats positifs constatés sur les pâturages irrigués font suite à l'amélioration foncière, c'est-à-dire à la destruction complète du peuple herbacé naturel par le labour et le sémis des espèces fourragères mieux adaptées sur le plan écologique. L'amélioration dite superficielle qui implique le hersage avant le sémis donne de bons résultats sur les prairies, plus rarement sur les parcours au sol sablonneux. En outre, les résultats de l'amélioration superficielle ne se manifestent que 3 ou 4 années suivant le sémis.

Le choix des cultures nous apparaît fondamental pour la création des fauches semées dans les différentes zones naturelles et climatiques.

### Choix des cultures pour l'aménagement des fauches semées

Dans la zone des steppes et des steppes arides cet éventail est assez large et inclut les herbes vivaces: *Medicago sativa*, *Onobrychis arenaria*, *Agropyron pectinatum*, *Agropyron fragile*, *Elymus trachycaulon*, *Zerna inermis* et les espèces annuelles *Avena sativa*, *Hordeum sativa*, *Vicia incisa*, *Setaria mogarium*, *Sorghum sudanensis*, *Sorghum cernuum*, *Secale dighricum* [14].

Le rendement des mélanges composées de légumineuses vivaces et de graminées est supérieur à celui des monocultures et varie de 1,94 à 3,97 t de foin à l'hectare suivant les régions (la moyenne de 3 à 12 années d'observations). Ces derniers temps on a établi l'avantage des mélanges simples à 2 ou 3 ingrédients (une légumineuse deux à trois graminées) par rapport aux mélanges plus sophistiqués. La durée de vie de l'espèce légumineuse dans les mélanges se situe entre 4 et 5 ans.

Schéma d'exploitation des pâturages par le jeune bétail dans la steppe aride du Nord-Est du Kazakhstan

Culture	Calendrier d'exploitation	Rendements moyens en masse verte, t/ha
Parcours naturel	25/IV-6/V	0,6-0,8
Psathyrostachys juncea	7/V-3/VI	1,5-3,1
Medicago sativa+Agropyron pectinatum	4/VI-11/VII	2,7-4,4
Sorghum sudanensis (semis 10/V)	12/VII-25/VII	3,6-3,8
Panicum miliaceum	26/VII-7/VIII	3,1-3,5
Sorghum sudanensis (semis 10/VI)	8/VIII-24/VIII	4,2-4,7
Zea mays	25/VIII-13/IX	4,9-5,5
Regain des herbes vivaces et annuelles	14/IX-13/X	1,1-1,3
Regain du parcours naturel	14/X-20/X	0,4-0,5

Il importe par ailleurs de semer les herbes endémiques et sélectionnées telles que *Onobrychis arenaria* améliorée, *Medicago sativa* Karagandinskaïa-2, Kokché, *Agropyron pectinatum* Karabalykski-202.

Il est beaucoup plus difficile d'aménager des fauches semées non irriguées dans les semi-déserts du Kazakhstan que dans la zone de steppe. Dans les semi-déserts du Centre, de l'Ouest et du Nord-Est du Kazakhstan l'éventail des herbes est un peu plus large, et il est dès lors possible de cultiver les mélanges légumineuses/graminées (*Medicago sativa* et *Onobrychis arenaria* associés à *Agropyron pectinatum* et *A. fragile*). Grâce à la chute des pluies en été on y cultive également *Sorghum sudanensis*, *Setaria mogarium* et *Sorghum cernuum*. Dans les semi-déserts de piémont au Sud-Est et au Sud du Kazakhstan, où le pic des précipitations se situe au printemps, le choix des cultures fourragères est naturellement limité à *Agropyron fragile*, *Hordeum sativa*, *Secale dighoricum*. Les mélanges à base de légumineuses et de graminées ont un moindre rendement cependant que les légumineuses ont la durée de vie de 2 à 3 ans.

C'est *Agropyron fragile* qui doit être retenu pour l'aménagement des fauches, en particulier sa variété «Hybride de Taou-Koum» sélectionnée par l'Institut de prairies et de parcours du Kazakhstan. Cette variété produit de bonnes récoltes pendant toutes les 10 années de sa vie. Son rendement est sensiblement plus élevé que celui des variétés testées parallèlement (tableau 1).

Dans la zone désertique l'éventail des plantes capables de former une masse biologique de haute qualité tend à se rétrécir encore davantage. Le problème de l'aménagement des fauches semées n'est étudié que pour le désert de piémont de la région d'Alma-Ata où l'on peut relever deux espèces prometteuses à savoir: *Agropyron fragile* «Hybride de Taou-Koum» et *Secale dighoricum*. Le rendement en foin constitue 0,8 t/ha pour *A. fragile* et 0,6 t/ha pour *S. dighoricum* (la moyenne des 9 années d'observations).

En plus de fauches non irriguées on peut utiliser pour les créations des stocks-tampons les oasis irriguées par les eaux de nappe phréatique. Sur les terrains irrigués situés dans le désert à proximité des lieux d'hivernage des animaux on obtient jusqu'à 8-10 t de foin de *Medicago* et jusqu'à 9,5 t de *Sorghum*

*sudanensis* à l'hectare. Pour créer les stocks-tampons de foin pour un troupeau de moutons de 1000 têtes il faut 15 à 17 hectares de ces terrains.

#### Choix des cultures pour la création des pâturages

A la différence des fauches semées qui peuvent faire appel à une seule culture à grand rendement les pâturages impliquent le semis d'un mélange de culture présentant des différences de croissance et de développement suivant les saisons. C'est ainsi que pour organiser une bonne rotation pastorale dans la steppe aride du Kazakhstan du Nord-Est pour le jeune bétail on utilise les mélanges à base de *Psathyrostachys juncea*, *Medicago sativa* associés à *Agropyron pectinatum*, *Sorghum sudanensis*, *Panicum miliaceum* subsp. *ruderale*, *Zea mays* broutés en même temps que les parcours naturels (v. tableau 2).

Pour la zone de steppe du Kazakhstan du Nord (région de Tsélinograd) l'Institut de grains recommande d'utiliser les mélanges (*Psathyrostachys juncea*, *Agropyron pectinatum* et *Avena sativa*) coupées à périodes différentes pour l'élevage.

Le choix des cultures est beaucoup plus limité (en raison des précipitations se situant au printemps et en hiver et des températures élevées en été) dans le désert de piémont du Sud-Est du Kazakhstan (région d'Alma-Ata). L'Institut de prairies et pâturages du Kazakhstan a choisi les cultures fourragères vivaces suivantes à la suite de longues recherches: *Psathyrostachys juncea*, *Agropyron fragile* *A. pectinatum*, *Kochia prostrata*, *Carthamnus tinctorum* parmi les plantes annuelles. La rotation pastorale pour cette zone peut être représentée par le tableau 3:

Rendement en masse sèche (moyenne des 10 années); *A. fragile*, hybride de Taou-Koum - 1,21, *Kochia prostrata* - 1,69, *Psathyrostachys juncea* - 1,1 t/ha.

Essayons maintenant de caractériser les principales plantes utilisées pour l'aménagement des pâturages semés dans les déserts et semi-déserts.

Tableau 1

Rendements en foin des variétés *Agropyron fragile* et *A. pectinatum* dans le semi-désert du Kazakhstan du Sud-Est

Variétés	Moyenne des 4 années (1968-1972), t/ha
Hybride de Taou-Koum	2,04
Endémique d'Aksenguer	1,67
Endémique d'Akhtioubinsk à épi large	1,54
Krasnokoutski à épi étroit-305	1,69
Krasnokoutski à épi large-4	1,45
Karabalykski-202	1,56
Ourali-368	1,57

Tableau 3

Terrains et cultures	Délais de pacage
Parcours naturels	seconde moitié de mars—première moitié d'avril
<i>Psathyrostachys juncea</i> , <i>Agropyron fragile</i> , <i>A. pectinatum</i>	seconde moitié d'avril—première moitié de juin
<i>Carthamus tinctorius</i> , <i>K. prostrata</i>	2 <sup>e</sup> moitié de juin—juillet—novembre

*Agropyron* — graminée à touffe lâche. Son aire géographique au Kazakhstan s'étend des steppes aux semi-déserts. Pousse sur les sols tchernoziom, châtaîns, solonetz et sablonneux. Parmi les 13 variétés d'*Agropyron* les plus communes sont: *A. pectinatum* et *A. fragile*. *Agropyron* est résistant à la sécheresse et supporte bien la température de 40 °C grâce à son puissant système racinaire à fibrilles. Les plantes prématurées supportent bien les froids de -30 à -40 °C, les pousses survivent aux gelées de -5 °C. *Agropyron* a une vie longue en semis d'amélioration pastorale et conserve un rendement élevé pendant plus de 20 ans (plus de 40 ans au Canada) [18]. Depuis dix dernières années *Agropyron* a progressivement occupé plusieurs millions de ha au Kazakhstan. C'est la meilleure plante vivace pour la création des fauches semées dans les zones désertiques et semi-désertiques. Dans les semi-déserts les fauches semées à base d'*Agropyron* produisent jusqu'à 1,2-1,5 t de foin à l'hectare et jusqu'à 0,8 t dans le désert.

C'est *A. pectinatum* qui est le plus répandu en culture.

Mais ce sont les graminées à épi étroit qui procurent les meilleurs rendements et ont la durée de vie la plus longue dans les conditions arides des déserts et semi-déserts. C'est ainsi que la variété *A. fragile*, hybride de Taou-Koum sélectionnée à l'Institut de prairies et fauches du Kazakhstan semée dans les semi-déserts procure un gain de rendement de 0,2-0,4 t de foin à l'hectare par rapport aux variétés à épi large et a une durée de vie plus longue. En outre, le foin et la masse verte de *A. fragile* ont une grande valeur nutritive. 100 kg de foin de *A. fragile* coupé en phase de floraison contiennent 51,6 unités fourragères et 4,3 kg de protéine digestible. En outre les pâturages semés d'*Agropyron* sont disponibles au printemps.

*Psathyrostachys juncea* — a récemment été introduit en culture au Kazakhstan. Cette plante est largement utilisée au USA et au Canada [3, 13, 19]. Elle est résistante à la sécheresse et possède un puissant système racinaire à fibrilles. Sa période végétative est relativement brève au Sud-Est du Kazakhstan; les graines viennent à maturité 17-25 juin, c'est-à-dire 1 à 2 semaines en avance sur *A. pectinatum*. Produit de très bons regains même dans les semi-déserts. Le rendement moyen des pâturages à *P. juncea* dans le semi-désert de la région d'Armavir a été de 1,5 t de masse sèche à l'hectare depuis 7 dernières années. *P. juncea* est une plante pastorale typique disponible surtout au prin-

temps précoce, est en avance sur les espèces *Artemisia* et *Agropyron*, peut être brouté en automne et en hiver, a une vie longue: le rendement du peuplement herbacé âgé de 10 ans est supérieur à celui âgé de 4 à 6 ans; dans le semi-désert pousse lentement; son rendement atteint l'optimum au bout de trois années seulement. La culture de semences est compliquée du fait de la chute rapide des graines. *P. juncea* a une grande valeur nutritive et de fortes teneurs en protéine. En phase de montée en épi la plante contient plus de 18 % de protéine. Depuis 1975, on cultive au Kazakhstan deux variétés de *P. juncea* à savoir: Bozoïski (sélectionnée par l'Institut de prairies et pâturages) et Chortandinski (sélectionnée par l'Institut de culture de semences). *Kochia prostrata* — sous-arbrisseau vivace de la famille Chenopodiaceae, plante fourragère introduite en culture. C'est une espèce polymorphe en ce sens que ses divers écotypes sont adaptés à certains sites. L'analyse écomorphologique de *K. prostrata* permet de distinguer ses écotypes poussant sur les sols argileux, sablonneux et rocaillieux. Pour la première fois *K. prostrata* a été introduite en culture par P. Bégoutchev [5], professeur à l'Institut d'agriculture de Volgograd. Cette plante est très commune au Kazakhstan où elle pousse sur les sols sablonneux, argileux et rocheux en association avec d'autres plantes. *K. prostrata* a une grande valeur en qualité de plante servant à engraisser les moutons, les chameaux et les chevaux. Ses profondes racines, les feuilles et les tiges duvetées contiennent une grande quantité de suc cellulaire ce qui la prémunit contre la sécheresse. D'après ses particularités biologiques *K. prostrata* se rapporte aux plantes fourragères à évolution lente (phase végétative commence au printemps); c'est vers la mi-été que *Kochia* produit le gros de sa masse fourragère. Grâce à sa longue période de floraison et à la maturation tardive des graines *K. prostrata* est un très bon aliment pour le bétail en été, automne et même en hiver. En dix ans de culture dans le désert au sud du Kazakhstan *K.* a fourni annuellement 1,34 t de masse sèche à l'hectare pour sa valeur nutritive elle en cède légèrement aux légumineuses mais surpasse les graminées pour la teneur en protéine. Ainsi 100 kg de foin de *K.* en diverses phases de développement contiennent de 4,0 à 13,8 kg de protéine digestible, soit 44,2 à 86,6 unités fourragères. Pour le ramassage des graines on se sert des plantations de *Kochia* des terrains expérimentaux de l'Institut d'élevage du karakul du Kazakhstan et des populations de cette plante à l'état sauvage dans les différentes régions de la république. *K. prostrata* n'est pas commercialisée c'est pourquoi le fonds de semence est constitué d'écotypes à l'état sauvage. En 1974 la variété de *K. Almaatinski pestchanny-I* sélectionnée par l'Institut de prairies et pâturages du Kazakhstan a été mise à l'étude en vue de son approbation par les services d'Etat. Ces dernières années plusieurs variétés de *Kochia* ont été introduites en culture en Ouzbékistan et en Kirghizie. De grands succès dans la mise en culture de *K.* en mélange avec *A. desertorum* ont été enregistrés dans le territoire de Stavropol [6]. Ces

derniers temps *K. prostrata* est soumise aux essais aux USA (Etat de Uta) où elle a donné de bons résultats en association avec *A. desertorum* et *P. juncea* [17].

*Salsola rigida* — sous-arbrisseau vivace de la famille Chenopodiaceae est introduite en culture, pousse sur les sols solonets gris-bruns en bordure des takyrs dans les déserts. *S. rigida* est une bonne plante fourragère pour les moutons et les chameaux en automne et en hiver. 100 kg de foin contiennent 44 unités fourragères en automne et 35,0 en hiver. Les plantations de cette culture sont pour l'instant inexistantes au Kazakhstan. Sur les champs expérimentaux dans le désert de la région d'Alma-Ata elle a pourtant fourni en moyenne pendant neuf années consécutives 0,89 t de foin à l'hectare contre 0,25 t sur les parcours naturels. *S. rigida* peut être semée en association avec d'autres sous-arbrisseaux pour l'aménagement des pâturages d'été et d'automne dans les déserts. Les graines sont produites par les fourrés à l'état sauvage qui peuvent être récoltées à la moissonneuse-batteuse sur les terrains plats.

*Camphorosma* — sous-arbrisseau vivace de la famille Chenopodiaceae. On distingue deux sous-espèces au Kazakhstan: *C. monspeliaca* subst. *typica* et *C. monspeliaca* subst. *lessingii*. Pousse de préférence dans les dépressions fortement salées, est bien acceptée par les chameaux en automne. Les champs semés de *C. monspeliaca* subst. *lessingii* dans le désert de la région d'Alma-Ata ont fourni en moyenne 0,74 t de masse sèche à l'hectare durant 9 années soit 2,5 à 3 fois de plus que les populations à l'état naturel. Peut être semée en mélange pour l'aménagement des pâturages d'automne et l'amélioration des terrains salés. En phase de montée en graine contient 48,4 unités fourragères et 3,3 kg de protéine digestible dans 100 kg de foin.

*Ceratoides papposa* (*Burotia ceratoides*) — sous-arbrisseau vivace de la famille Chenopodiaceae. Pousse de préférence sur les sols sablonneux et argileux dans les déserts et semi-déserts. Les innovations annuelles, les fruits et les feuilles sont passablement acceptés par tous les animaux en toute saison. *C. papposa* peut servir pour la phito-amélioration des parcours désertiques en mélange avec d'autres plantes ou à elle seule (aménagement des bandes forestières protectrices). Les fruits de *C. papposa* viennent à maturité en octobre et sont ramassés à la main. A l'heure actuelle l'Institut de mécanisation et d'électrification de l'agriculture met au point une machine destinée à ramasser les graines de cette plante. Sur les terrains expérimentaux dans le désert de la région d'Alma-Ata, cette plante a fourni en moyenne 0,91 t de foin durant 9 années consécutives, soit une augmentation de 2 à 3 fois par rapport aux populations à l'état sauvage.

*Haloxylon aphyllum* — arbrisseau arborescent de la famille Chenopodiaceae. Dans les conditions favorables peut atteindre 6 à 8 m de hauteur. Ce sont les rejets d'assimilation et les fruits qui sont bien acceptés par les moutons et les chameaux en hiver. 100 kg de matière sèche contiennent 46 unités fourragères en automne et 37 en hiver. Les plantations de *Haloxylon aphyllum*

sont largement utilisées pour l'amélioration des parcours de désert en Ouzbékistan où cette plante fournit de 1,8 à 4 t de masse sèche appétante à l'hectare. *Haloxylon* est planté par bandes de 25 m de largeur espacées de 200 à 250 m [16]. Les bandes sont situées transversalement par rapport à la direction des vents dominants. En raison de l'amélioration des conditions écologiques à l'intérieur de la bande s'y développe un tapis d'éphémères et le rendement augmente de 2 à 3 fois. Grâce à ces bandes le rendement du parcours naturel s'accroît de 20 à 25 %.

*Haloxylon persicum* — arbrisseau arborescent culminant à 3–4 m de la famille Chenopodiaceae. Est commun sur les massifs sablonneux de Kara-Koum, de Mouioun-Koum et du front sud du lac Balkhach. *H. persicum* est une bonne plante fourragère acceptée pendant toute l'année par les chameaux et les moutons (automne-hiver). Ce sont les rejets d'assimilation et les fruits qui sont broutés par le bétail. En hiver 100 kg de matière sèche contiennent jusqu'à 52 unités fourragères. Ses rendements en culture varient de 0,3 à 0,5 t de masse sèche à l'hectare. *H. persicum* doit être utilisé pour l'amélioration des parcours sablonneux des déserts.

Dans la zone désertique le rôle des plantes vivaces de la famille Chenopodiaceae gagne en importance. Dans le désert du front sud du Balkhach, c'est *Kochia prostrata* qui procure les meilleurs rendements en monoculture (tableau 4).

Parallèlement, le rendement des graminées vivaces *A. pectinatum*, *P. juncea* baisse considérablement par rapport au semi-désert. C'est pour cette raison précisément qu'on retient pour la mise en culture les variétés de *A. fragile* les plus résistantes à la sécheresse. Dans la même zone *P. juncea* prolifère de préférence dans les dépressions et disparaît souvent du peuplement herbacé ce qui interdit sa mise en culture dans la zone désertique.

Les expériences effectuées ces dernières années en Turkménie et en Ouzbékistan [8, 16] on fait ressortir l'avantage des plantations mixtes par rapport aux plantations monoculturelles. Dans nos expériences c'est le mélange à base de *K. prostrata*, *C. papposa* et *S. rigida* (tableau 5) qui a donné les meilleurs résultats.

Tableau 4

Rendements comparés des plantes fourragères à l'état sauvage dans le désert du Kazakhstan du Sud-Est

Plantes fourragères	Rendement moyen en masse sèche en 9 ans (1966–74), t/ha
<i>Kochia prostrata</i>	1,41
<i>Salsola orientalis</i>	0,89
<i>Camphorosma monspeliacu</i> supsp. <i>lessingii</i>	0,74
<i>Ceratoides papposa</i>	0,91
<i>Psathyrostachys juncea</i>	0,62
<i>Agropyron fragile</i>	0,82
Peuplement naturel herbacé	0,25

Tableau 5

Rendements en masse sèche des plantations mixtes et monoculturales de sous-arbrisseaux dans la zone désertique du Kazakhstan du Sud-Est, t/ha

Plantes fourragères et mélanges	Moyenne des 4 années (1971-1974)
<i>Kochia prostrata</i>	0,8
<i>Salsola orientalis</i>	0,78
<i>Camphorosma monspeliæa</i> supsp. lessingii	0,54
<i>Ceratoides papposa</i>	0,87
<i>Kochia prostrata</i> + <i>S. orientalis</i>	1,05
<i>K. prostrata</i> + <i>S. orientalis</i> + <i>C. papposa</i>	1,1
Peuplement naturel herbacé	0,16

Ce sont les études effectuées par de brillants spécialistes soviétiques L. Ramenski [12], T. Rabotnov [11] et d'autres sur la déficience biologique du peuplement herbacé et la possibilité d'y incorporer des plantes utilisant plus largement les possibilités de l'environnement qui servent jusqu'ici de fondement scientifique pour la sélection des plantes de la famille Chenopodiaceae en qualité de phytoaméliorantes des régions désertiques.

Passons à l'étude du cas du parcours du front sud du Balkhach sur les serozions gypseux. Le peuplement à l'état naturel est représenté par l'édificateur *Artemisia terrae albae* et les éphémères *Eremopyrum distans*, *Ceratocarpus utriculosus* et d'autres. Ces plantes utilisent seulement l'horizon de 70 cm d'épaisseur, jusqu'à l'horizon des gypses et leurs organes aériens culminent à 30 à 40 cm tout au plus. Par l'introduction des sous-arbrisseaux *K. prostrata*, *S. rigida*, *C. papposa*, nous pouvons accroître le coefficient d'utilisation des ressources de l'environnement du moment que les racines de *K. prostrata* pénètrent dans le sol jusqu'à 150-200 cm et n'occupent que 60 à 70 cm au-dessus du niveau du sol.

C'est compte tenu du choix des cultures, de leur longévité et de l'état des procédés agrotechniques qu'on peut recommander pour la zone désertique du Kazakhstan du Sud-Est (serozions gypseux légers, le schéma suivant l'organisation des parcours semés durables (type de rotation pour les troupeaux de moutons) (tableau 6).

Dans ce schéma les parcours semés et à l'état naturel sont exploités à peu près dans les délais suivants: parcours 15-20 mars - 14 avril, *Secale dighoricum* - 15-30 avril, *Agropyron fragile* - 1 mai - 10 juin, *Carthamnus tinctorius* - 11-30 juin, *K. prostrata* ou mélanges avec *S. rigida*, *C. papposa* - 1 juillet - 30 novembre.

Dans le désert du sud du Kazakhstan (région de Tchimkent) l'avantage est du côté des arbrisseaux et sous-arbrisseaux par rapport aux emblavures monoculturales mais l'éventail des plantes y est en revanche beaucoup plus large qu'au sud-est. Dans cette région *H. aphyllum*, *H. persicum* et les diverses variétés d'*Artemisia* viennent très bien. Dans les expériences de l'Institut de l'élevage karakul [1, 2] les meilleurs mélanges se sont avérés être: *H. aphyllum* + *K. Prostrata*, *H. aphyllum* + *C. papposa* + *Artemisia*, *Aellenia subaphylla* + *C. papposa*. C'est là également qu'on pratique les plantations par bandes d'*H. aphyllum*.

#### Procédés agrotechniques d'aménagement des fauches et pâturages semés

Dans les conditions des déserts des semi-déserts il faut respecter strictement les procédés agrotechniques spécifiques et plus spécialement la mise en culture de nombreuses plantes fourragères [10].

Préparation du sol avant le semis. Le labour permet de détruire le peuplement herbacé naturel et de créer les conditions favorables à la croissance et au développement des plantes semées. Pour semer les plantes fourragères vivaces et annuelles dans les déserts et semi-déserts il est conseillé de préparer la jachère qui emmagasine bien l'humidité. Le labour est effectué en période de capacité maximum en eau (au printemps précoce: sud, sud-est de la république et en automne: dans la partie nord). Sur les terrains déjà occupés par des cultures fourragères ou inclus par erreur aux labours et devant être transformés en pâturages on peut également semer en automne. Le remplacement du labour par le hersage et le semis sans traitement préalable du sol conduit à la baisse du rendement des pâturages semés.

Tableau 6

Schéma approximatif de rotation pastorale pour les troupeaux de moutons en pâture dans la zone désertique du Kazakhstan du Sud-Est

#### I. Pâturage de printemps

Jachère	1 a.v.	2 a.v.	3 a.v.	4 a.v.	5 a.v.	6 a.v.	7 a.v.	8 a.v.	9 a.v.	10 a.v.	11 a.v.
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

#### II. Pâturages d'été et d'automne

Jachère	1 a.v.	2 a.v.	3 a.v.	4 a.v.	5 a.v.	6 a.v.	7 a.v.	8 a.v.	9 a.v.	10 a.v.	11 a.v.	Champ au repos	Champ au repos
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----------------	----------------

#### III. Pâturages de printemps précoce et d'été à herbes annuelles et à l'état sauvage

Jachère	Parcours naturels
---------	-------------------

Note. a.v. - année de vie

Le labour doit être effectué au moyen de charrues ПН-4-35. Sur les sols argileux de composition mécanique lourde on utilise les charrues à socs: le labour en plein pour l'aménagement des fauches semées et par bandes de 100 à 150 m pour les pâturages semés saisonniers en laissant une marge de 20 à 40 m afin que le pâturage puisse s'enrichir de plantes naturelles. Sur les sols sablonneux légers on emploie à côté des charrues à déversoirs des charrues sans déversoirs. КИП-250 et КИП-2-150.

Le traitement des sols sablonneux soumis à l'érosion éolienne suppose le labour par bandes de 50 à 60 m (correspondent à un passage du semoir) en laissant intacte la même largeur du terrain. L'Institut d'élevage karakul recommande de labourer par bandes de 12 m en laissant des bandes de végétation naturelle de 12 à 24 m de largeur. Les bandes sont situées transversalement par rapport à la direction des vents dominants. Le labour se fait généralement à une profondeur de 20 à 22 cm. C'est dans certains cas seulement, sur les sols sablonneux que la profondeur peut être de 15 à 20 cm. Le sol labouré pour la jachère est ameubli et nivelé par hersage et passé au rouleau.

Pendant l'été on utilise les herses et les cultivateurs КИП-2,2 pour détruire les mauvaises herbes. Avant le semis des plantes fourragères vivaces le sol est à nouveau nivelé par hersage et passage au rouleau.

Délais du semis des plantes fourragères annuelles. La détermination correcte du délai du semis des plantes fourragères vivaces est un des facteurs déterminant le succès des mesures agrotechniques en particulier dans les déserts et semi-déserts.

Les études et la pratique ont montré que le semis des légumineuses *Medicago sativa*, *Onobrychis arenaria* doit s'effectuer de préférence au printemps précoce et les semis des graminées *A. pectinatum*, *A. fragile*, *P. juncea* en automne ou au printemps suivant la quantité de précipitations. Dans les régions où le pic de précipitations se situe en automne et on peut obtenir de bonnes pousses en hiver les graminées sont semées en automne. Dans les régions à l'automne sec (sud et sud-est du Kazakhstan), *A. fragile* doit de préférence être semé au printemps précoce avec le semis des blés du printemps ou sur les sols sablonneux légers et perméables à l'eau en automne avancé afin que les graines ne germent jusqu'au printemps. Dans la plupart des régions du Kazakhstan *P. juncea* est semée de préférence au printemps précoce du moment que les jeunes pousses dépérissent souvent en hiver, en l'absence de tapis de neige suffisant. Et pourtant cette plante s'est très bien comportée en hiver dans les régions d'Oural, de Djamboul et de Pavlodar.

Toutes les herbes sauvages des familles *Chenopodiaceae*—*K. prostrata*, *C. monspeliaca*, *C. papposa*, *H. aphyllum*, etc. doivent être semées soit en automne avancé avant les chutes de neige, soit en hiver quant la neige n'a pas encore pris. Le choix du délai dépend de l'état de la couche superficielle du sol. Si le sol est humide ou gelé et il n'y a pas de danger de son transport par le vent le semis sera effectué en automne

avancé. Si le sol est sec et facilement transportable par le vent le semis se fera directement sur la première neige. Du moment que les graines de *Chenopodiaceae* se conservent mal, on utilise pour le semis les graines récoltées l'année-même sans rien laisser pour le printemps suivant. Le semis au printemps donne souvent des résultats négatifs. On utilisera pour le semis de toutes les plantes vivaces les graines conditionnées des classes I—III.

**Profondeur du semis.** Le succès du semis dépend souvent de sa profondeur. La profondeur excessive du semis de *A. fragile* est presque toujours la cause de l'insuccès. L'enfoncement optimal est de 2 à 3 cm pour *M. sativa*, *A. fragile*, *P. juncea* dans les déserts et semi-déserts et 4 à 5 cm pour les espèces d'*Onobrychis*. Pour semer les herbes à profondeur requise les semoirs sont équipés de limiteurs de course des socs mis au point par l'Institut de mécanisation et d'électrification de l'agriculture.

Les plantes fourragères vivantes de la famille *Chenopodiaceae* (*K. prostrata*, *C. monspeliaca*, *S. rigida*) ont des graines très menues qui ne peuvent pas être enfoncées à une grande profondeur. Elles sont semées à même le sol et sont légèrement recouvertes de terre par hersage. Selon l'Institut d'élevage de karakul le compactage au rouleau donne de très bons résultats. Lorsque l'épaisseur de la couche de neige atteint 2 à 5 cm les graines des plantes de la famille *Chenopodiaceae* sont semées à même la neige et sont ensuite légèrement compactées au moyen de rouleaux pour éviter leur transport par le vent. Au cas où la couche de neige atteint 15 cm et plus le semis s'effectue à l'aide de semoirs CCT-3 ou encore les graines sont refoulées vers les coutres afin qu'elles affleurent à la surface. La couche de neige est absolument compactée au rouleau 3KKIII-6.

**Procédés du semis.** Les légumineuses sont semées en plein, *A. fragile* dans le désert ou semi-désert peut être semée en plein et par bandes larges à intervalle de 30 à 45 cm; *P. juncea* est semée à l'aide du semoir classique sur 30 à 45 cm; les graines des plantes sauvages de la famille *Chenopodiaceae* sont semées en plein ou en bandes larges à 45 cm d'intervalle. Le semis par bandes larges implique un respect rigoureux des délais et de la profondeur; c'est dans cette condition seulement qu'il y aura un avantage par rapport au semis en plein. Le semis de *M. sativa* et *O. arenaria* se fait à l'aide des semoirs à céréales et à herbes. *A. fragile* et *P. juncea* sont semés à l'aide de semoirs à céréales conventionnels.

Les graines de toutes les plantes sauvages de la famille *Chenopodiaceae* sont peu pulvérulentes ce qui explique les difficultés que nous avons rencontrées jusqu'ici pour mécaniser leur semis. Or, nous disposons à l'heure actuelle du semoir CCT-3 conçu spécialement pour le semis des graines ayant tendance à adhérer et utilisant le principe du jet d'air. Le semis à l'aide de ce semoir est le plus intéressant car il permet de réaliser une bonne qualité sans faire des efforts supplémentaires. On peut l'utiliser pour semer *K. prostrata* et *C. monspeliaca*, *S. rigida*, *C. papposa*, *H. aphyllum*.

Les graines de *K. prostrata* et *C. monspeliaca* peuvent également être semées par les semoirs CTH-28 et CKГH-6A avec les outils montés par les spécialistes de l'Institut de mécanisation et d'électrification de l'agriculture du Kazakhstan. Si ces outils font défaut on peut utiliser les semoirs classiques (C2-24, C3T-47 et j'en passe). Quand on utilise les semoirs classiques pour semer *K. prostrata* et *C. monspeliaca* leurs graines sont mélangées aux cristaux de superphosphate dans la proportion 1 à 2-3. Pour conserver l'aptitude germinative les graines sont mélangées au superphosphate le jour du semis. Toutes les espèces des plantes vivaces et des herbes sont semées à même le sol.

Normes du semis (v. le tableau 7).

Tableau 7

Normes du semis des cultures vivaces dans le désert et semi-désert sous forme de monoculture, kg/ha

Plantes fourragères vivaces	Semi-désert		Désert	
	semis en plein	semis par bandes larges	semis en plein	semis par bandes larges
<i>Medicago sativa</i>	8-10	—	—	—
<i>Medicago falcata</i>	8-10	—	—	—
<i>Onobrychis arenaria</i>	40-50	—	—	—
<i>Agropyron fragile</i>	12-14	5-7	10-12	4-6
<i>Psathyrostachys juncea</i>	—	8-10	—	—
<i>Kochia prostrata</i>	10-15	5-7	10-15	5-7
<i>Ceratoides papposa</i>	—	—	20-30	—
<i>Salsola orientales</i>	—	—	15-30	—
<i>Camphorosma monspeliaca</i>	8-10	—	8-10	—
<i>Haloxylon aphyllum</i>	8-10	—	8-10	—

Au semis des mélanges à légumineuses et graminées à deux composants les normes du semis diminuent de 15 à 20 % pour chaque composant (cette diminution peut atteindre 40-50 et 50-60 % dans les mélanges à trois et 4 composants. Dans les mélanges à légumineuses et graminées le rapport entre les composants doit être de 1 à 1 (selon le nombre de graines aptes à germer).

Traitements à donner aux emblavures. Au cours de la première année de vie ce traitement consiste à couper les mauvaises herbes. Au cours de la deuxième année, au printemps précoce on utilise le hersage (1 à 2 passages). Par la suite on pratique au printemps précoce le déchaumage des plantations de *M. sativa* à l'aide de déchaumeuses à disques suivi de hersage. Le même procédé donne de bons résultats sur les plantations de *A. fragile* et *P. juncea* à partir de la troisième année de vie. Le gain de rendement constitue de 0,4 à 0,7 t de foin à l'hectare.

Les plantations de *K. prostrata* sont déchaumées à partir de la troisième année de vie, au printemps précoce à l'aide de la déchaumeuse à disques (15-20°, 1 à 2 passes). Cette opération est contrôlée par l'agronome qui fixe l'angle d'attaque de la déchaumeuse pour empêcher la coupe abusive des plantes. A condition d'être correctement réalisée cette opération assure un gain de rendement de 2 à 3 fois. Mais on évitera de l'employer tous les ans pour ménager les plantes. Les plantations à l'état intact ne doivent pas être déchaumées et hersées du fait de la destruction en masse des plantes.

## BIBLIOGRAPHIE

1. S. Abdraïmov. Pâturages cultureux dans les conditions des déserts et semi-déserts du Kazakhstan. «Élevage de moutons», n° 1, Moscou, 1978.
2. S. Abdraïmov, A. Seitkarimov. Création des pâturages et culture de semences de plantes fourragères sur les terres non irriguées au Kazakhstan (recommandations). Alma-Ata, «Kaïnar», 1979.
3. S. Artcher, K. Bantch. Prairies et parcours d'Amérique, Moscou, 1955.
4. E. Bakanatch. Parcours du Kazakhstan et leur état. Tiré de «Amélioration des pâturages et des fauches du Kazakhstan», Alma-Ata, «Kaïnar», 1972.
5. P. Bégyptchev. Proutniak. Stalingrad. Oblknigoizdat. 1951.
6. Y. Demin et coll. Disponibilités en fourrages de l'élevage d'ovins. Moscou, «Rosselkhozizdat», 1979.
7. J. Jambakine, K. Chortanbaév, L. Kenjine. Création et utilisation de la rotation de parcours pour l'élevage du bétail dans la zone des steppes arides du Kazakhstan (recommandations). Alma-Ata, «Kaïnar», 1979.
8. N. Nétahayéva, S. Prikhodko. Pâturages d'hiver dans les déserts de piémont d'Asie Centrale. Achkhabad, «Turkménistan», 1966.
9. S. Prianichnikov. Amélioration des parcours non irrigués des déserts et semi-déserts. Tiré du livre «Amélioration des fauches et des pâturages du Kazakhstan». Alma-Ata, «Kaïnar», 1972.
10. S. Prianichnikov. Recommandations pour l'amélioration foncière et superficielle des parcours désertiques et semi-désertiques au Kazakhstan. Alma-Ata, «Kaïnar», 1976.
11. T. Rabotnov. Cycle vital des plantes herbacées vivaces dans les cénozes de prairies. Travaux de l'Institut de botanique de l'AS de l'URSS, Série 3, éd. 6, 1960.
12. L. Ramenski. Régularités principales du tapis végétal. «Études expérimentales», Voronège, 1925.
13. D. Heinriks. Sélection des graminées et légumineuses pour les parcours canadiens. Recueil de documents du XII<sup>e</sup> congrès international d'étude de prairies. V. 1., Moscou, «Kolos», 1977.
14. S. Tchérépanov. Compléments et amendements à «La Flora» de l'URSS. vv. I-XXX, Leningrad, «Naouka», 1973.
15. T. Serguééva. Amélioration des pâturages de désert et semi-désert par les plantations de *Haloxylon aphyllum*. Moscou, «Kolos», 1968.



16. Z. Chamsoutdinov. Aménagement des parcours durables dans la zone aride d'Asie Centrale. Tachkent, «Fan», 1975.
17. Bleak T. et al. Range plant build and species relation ship in natural and partyally controlled environnements. — S. of range management, 1974, v. 27, n° 5.
18. Looman I., Heinrichs D. Stability of crested wheat grass pasturee under long-term pasture use. Canad. I. Plat. Sc., 1973, v. 53, n° 3.
19. Roogler G.A., Schaaf H.M. Growing russian wil-drye in the Western states. Leflet n° 524 U.S. Dep. of agriculture, 1963.

## IRRIGATION DES PRES ET DES PATURAGES PAR SUBMERSION

par P. Salukov, licencié en biologie. Collaborateur scientifique supérieur de l'Institut de l'exploitation des prés et des pâturages, Filiale Orientale de l'Académie de l'agriculture de l'URSS (Alma-Ata)

V. Joukova, licenciée ès sciences agricoles, Université d'Etat de Frounzé (Frounzé)

Dans la production fourragère en RSS de Kazaquie, une place importante revient aux prairies inondables, dont la superficie atteint 2,2 millions de ha, y compris 860 mille ha de prairies submersibles. Nos études, portant sur l'amélioration de ces dernières, ont été effectuées au Kazakhstan en 1954–1979. Ces recherches, confirmées par d'autres travaux concernant les transformations des prairies submersibles, prouvent que les procédés principaux de leur amélioration sont très efficaces [2, 7, 10, 15, 17, 19, 21, 22, 23]. Des résultats similaires ont été obtenus à la suite de l'arrosage par épandage des eaux de crue aux Etats-Unis [27, 29], en Pologne [17, 31] et en Tchécoslovaquie [30].

### La bonification des prairies par submersion

Les prairies naturelles inondables montrent des différences sensibles par rapport aux prés secs, quant à leurs conditions écologiques et leur productivité. La pratique prouve qu'une irrigation par submersion augmente le rendement des prairies fourragères naturelles de plus de 5–7 fois. Mais l'essentiel consiste dans le fait que l'on peut obtenir sur les terrains, irrigués par submersion, des levées plus ou moins stables, tandis que lors des années sèches les prés secs sont improductifs (parfois la levée du foin y tombe à zéro). La tâche centrale d'une mise en valeur, donc, se résume dans une meilleure exploitation des terres bonifiées, afin d'assurer un haut rendement des investissements dans telle ou telle entreprise. Dans cette optique, il est opportun d'envisager les possibilités d'augmenter les superficies soumises à la submersion, et optimiser les régimes relevant du procédé en question.

La recherche des sources d'eau et des reservoirs complémentaires pour augmenter les superficies submersibles. L'irrigation par submersion est caractérisée par une humidification unique des sols des prairies fourragères, faite au printemps par les eaux de crue,

ainsi que par un emploi d'autres sources d'eau. Les prairies submersibles peuvent surgir sur des prés très différents quant à leur nature. Les limites sont dictées dans certains cas par le volume d'eau, mais surtout par la qualité de cette dernière et le degré de sa salinité.

Au Kazakhstan, dans les années à suivre les superficies irriguées par submersion peuvent être augmentées approximativement de 1,5 fois. Une utilisation de 50 % de l'écoulement pourrait assurer, d'après l'Institut des recherches scientifiques de la RSS de Kazaquie, une superficie submersible de 4–4,5 millions de ha [16] en perspective pour l'ensemble de la République. Mais une utilisation des eaux souterraines (artésiennes) dans les régions arides et semi-arides pourrait assurer une augmentation de l'irrigation par submersion à l'échelle beaucoup plus large.

La construction de nouveaux systèmes de submersion du type hydraulique et sémi-hydraulique connaît une expansion d'année en année. A l'heure actuelle, de nombreux systèmes de submersion existants ont fait preuve d'une série de défauts et sont sujets à une reconstruction. Il convient, avant tout, d'assurer à chaque système d'irrigation par submersion des partiteurs et des prises d'eau adéquats, afin de pouvoir régler les régimes de submersion de chaque prairie (ou d'une de ses sections). Ensuite, les cavaliers des prairies submersibles doivent être modelés de façon à les rendre pratiques pour les travaux et le transport des machines agricoles. La reconstruction et la mise en œuvre des prairies submersibles en partie détruites n'exigent pas de fonds considérables, mais le gain en superficies est sensible.

Des mesures aussi simples qu'une mise en place de cavaliers dans des terrains de steppe et situés sur des versants, peuvent augmenter la superficie efficace irriguée par submersion. Ainsi, dans les années 50 les exploitations agricoles des régions de Tsélinograd et d'Aktubinsk ont réussi à aménager des prairies submersibles sur quelque 200 mille ha en construisant des

barrages, des cavaliers et des barrières nivales pour retenir les eaux de fonte printanières. Après l'achèvement du canal Volga-Oural, le Kazakhstan verra arriver l'eau de la Volga, ce qui permettra d'élargir les superficies aux sols zonaux et introzonaux aptes à l'irrigation par submersion, y compris celles qui seront labourées. En outre, le Kazakhstan doit être prêt à recevoir de nouvelles eaux, provenant de l'écoulement des fleuves de Sibérie. Ceci n'a pas de perspectives pour une irrigation régulière, car les sols ne s'y prêtent pas à la procédure sans une bonification appropriée, effectuée à l'avance. Par contre, l'irrigation par submersion sera bénéfique pour de nombreux prés et pâturages aux sols divers.

Le régime d'irrigation des prairies submersibles. La pratique a mis depuis longtemps en évidence les suites néfastes d'une submersion spontanée prolongée; elle aboutit à la perte du peuplement, surtout de ses espèces à graminées qui sont les plus précieuses. D'autre part, une submersion de courte durée n'est pas à même d'humecter le sol, et encore moins de le dessaler, ce qui empêche de former un peuplement de prairie productif. Ces considérations démontrent la nécessité d'établir le régime optimal d'humidification des sols lors de la submersion des prairies. D'après I. Larine, de l'Académie de l'URSS [6], et l'Institut de recherches de l'élevage [14], l'évolution optimale du peuplement à graminées requiert une submersion de la prairie allant jusqu'à 25-30 jours [16, 17, 19]. Il est à noter que lors d'un printemps chaud et tardif, la durée de la submersion diminue jusqu'à 20-25 jours, et lors d'un printemps froid et précoce elle augmente jusqu'à 40 jours.

Dans certains cas, au cours d'un printemps précoce et exubérant, lorsque les températures de l'air sont au niveau qui dépasse 15 °C, la durée de la submersion ne doit dépasser 5-10 jours [14]. Lors de la mise au point des normes d'irrigation, il convient de réaliser que les herbes vivaces mésophiles ne poussent que lorsque le taux d'humidité constitue près de 80 % de la capacité maximum pour l'eau; quant aux graminées hydrophiles à rhizomes des prairies submersibles — *Agropyron repens*, *Alopecurus pratensis*, *Beckmannia eruciformis* — leur pousse nécessite 100 % de capacité maximum pour l'eau. Les céréales et les plantes techniques évoluent avec un taux d'humidité moindre, mais pour elles aussi la tenue d'eau dans le sol doit être proche à la capacité complète.

Les sols prairiaux sont humectés jusqu'à 2 mètres de profondeur en moins de 24 heures. Cependant, il faut une période considérable (allant jusqu'à 30 jours), à condition que l'eau arrive d'une façon continue à la surface, pour que l'eau, pénétrée à 1,5-2 m de profondeur, atteigne la capacité maximum dans les sols prairiaux submersibles et fortement salinisés. Dans d'autres sols, où le niveau des eaux souterraines est plus haut, le processus requiert un délai moindre. En règle générale, la durée de submersion dépend de l'état du sol. Si ce dernier est gelé, et le printemps est froid, le temps de submersion augmente de 1,5-2 fois par

rapport à la période requise par un printemps chaud et tardif, avec des hautes températures du sol et de l'eau.

Le peuplement à graminées, ainsi d'autres végétations graminacées et les herbes diverses sont très sensibles au chaud. Les études ont démontré que la durée de submersion était étroitement liée aux températures de l'air et des eaux de crue. Par exemple, la formation normale du peuplement d'un pré à graminées et herbes diverses est assurée, lorsque l'eau de crue est écoulée au moment où la température journalière moyenne atteint 15 °C; quant au peuplement des herbes semées (*Bromus inermis*, *Medicago falcata*), leur formation normale nécessite la température de 10 °C.

Une dérogation à ces principes risque non seulement de diminuer la productivité des prairies, mais de voir disparaître du peuplement des espèces végétales de valeur. Compte tenu des résultats d'expériences [6, 18], on peut recommander les normes suivantes pour la submersion des prairies aux sols, ayant une composition mécanique lourde ou moyenne, et dont les eaux souterraines se trouvent au printemps à une profondeur dépassant 2-2,5 m (tableau 1).

Tableau 1  
La norme d'irrigation et la durée de submersion des prairies

Végétation	Norme d'irrigation, m <sup>3</sup>	Durée de submersion en jours	
		printemps froid	printemps chaud
<i>Agropyrum peetuniforme</i> , <i>Medicago falcata</i>	2200-2800	10-12	6-8
<i>Agropyrum desertorum</i> <i>Atropis distans</i> <i>Artemisia salina</i>	3000-4000	25-30	15-20
<i>Agropyrum repens</i> , <i>Glycyrrhiza glabra</i> , <i>Alopecurus pratensis</i>	4000-5000	30-35	20-25
<i>Bromus inermis</i> <i>Beckmannia eruciformis</i>	4500-5500	35-40	25-30

En déterminant les normes d'irrigation, il faut tenir compte de leur influence sur le régime des sols chimique et aquatique.

L'irrigation par submersion comme un processus de formation.

Dans les prés et les pâturages naturels, l'irrigation par submersion provoque un changement de la couverture de sol et du tapis végétal d'après un schéma déterminé: Sol — Végétation — Humectation — Processus de formation — Productivité. Tout d'abord, l'irrigation par submersion a comme suite une supplantation de la végétation du type xérophile par celle du type mésophile à haute productivité et qualités nutritives [22]. En fait on y voit former un nouveau terrain ayant les particularités des prairies submersibles.

Après avoir noté un effet sensible de l'irrigation par submersion, force est-il de souligner que le régime optimum de submersion ne cause aucune suite nuisible du point de vue écologique. Au contraire, l'irrigation en question apporte des eaux de crue douces au printemps

de chaque année, contribuant ainsi au lessivage des sels aux sols [7, 27]. Un dessalement systématique dans les prairies est un facteur substantiel dans le changement du tapis végétal et la formation pédologique [27].

Lors de l'irrigation par submersion, la formation du tapis végétal, ainsi que de la couche herbeuse pédologique passe d'une façon différente par rapport aux conditions non-irriguées. D'après l'Institut pédologique de l'Académie des sciences de la RSS de Kazaquie [7], la zone aride dans la prairie submersible de Tué-Moïnak (région de Djeskazgan) aux sols bruns a accusé, à la suite de l'irrigation et de la vitalité végétale, des changements dans le processus pédologique. Le sol s'est vu s'enrichir d'humus, diminué la somme des sels; les indices morphologiques et la composition chimique ont fait preuve d'une tendance culturelle prononcée. Ainsi, le mouillage lors de l'irrigation de cette zone submersible a contribué à l'apparition des tendances pédologiques hydromorphes, et des sols d'un type particulier, sols de prairies submersibles. Ces derniers, d'après V. Borovsky [4], constituent un groupe génétique à part au sein des sols culturaux d'arrosage. La prairie submersible Oulentinsky (région d'Oural) a accusé, sous l'influence de l'irrigation, une transformation du complexe de steppe en celui de steppe et de prairie [10]. N. Dimo et B. Keller, qui étudiaient le sémi-désert de Kalmykie, ont établi que les sols de solonetz, à la suite du mouillage prologné dû à l'irrigation par submersion, changent leurs qualités de solonetz et passent du stade du solonetz bacillaire profond au stade des sols de prairie-du solonetz sombre.

La diversité des prairies requiert une approche différenciée à leur exploitation et bonification. Une exploitation rationnelle des prairies irriguées par submersion comprend une série de mesures efficaces: fertilisation, formation de fauches artificielles, sursemences d'herbes légumineuses immédiatement dans le gazon, introduction de la rotation de fauche, etc.

#### Fertilisation des prairies à l'aide d'engrais chimiques

Une fertilisation peut apporter dans une prairie, d'après nos études, la quantité de foin qui correspond à 1200-1800 unités fourragères par 1 ha, à la teneur de protéines élevée, par rapport aux 400-600 unités fourragères dans un terrain non-bonifié. Ces chiffres prouvent l'existence de réserves potentielles dans la production fourragère des prairies submersibles.

Espèces et doses de fertilisateurs dans les prairies. Les espèces et les doses d'engrais dépendent, dans une large mesure, des conditions écologiques concrètes de la région, et en premier lieu, du mouillage et de la fertilité du sol, du caractère de peuplement (tableau 2).

L'effet maximum sur la production fourragère des prairies submersibles est ressenti après l'introduction d'engrais complet; l'engrais azoté le suit de très près. La réaction aux engrais azotés est plus forte qu'aux engrais phosphatés, sans parler des engrais potassiques. Les avantages des engrais complets apparaissent pendant la période d'action, ainsi que dans la postaction. Cependant, la production du foin est plus rentable

Tableau 2

Productivité des prairies submersibles à graminées et à herbes diverses, compte tenu du type de terrain, du sol et des doses d'engrais (en t de foin par ha)

Type de prairie submersible	Sol dominant	Sans engrais	Augmentation de la levée après la fertilisation			
			N 90	P 60-90	N 60 P 60 K 30	N 90 P 60 K 30
1. Haut niveau	Gris de prairie submersible, solontchak-solonetz, parfois sombre coloré de prairie-steppe	1,0	0,83	0,11	0,46	0,9
2. Niveau moyen	De prairie submersible sombre coloré, de prairie brun, châtaigne, de solontchak	1,27	0,85	0,11	0,62	1,14
3. Bas niveau	De prairie submersible, de solontchak-solonetz	2,61	2,12	—	—	—

après l'introduction d'azote pur. Les engrais azotés, dans leurs doses optima, contribuent à la formation de peuplements à graminées plus productifs [28, 32]. En même temps, on a signalé des cas de raréfaction de peuplement à graminées à la suite d'introduction de doses excessives d'azote (440 kg/ha dans les prairies à submersion courte, et 800 kg/ha dans celles à submersion longue) [29]. C'est pourquoi la détermination de doses optima lors de l'introduction des engrais est capitale.

L'introduction des doses d'azote croissantes dans les prairies. Les doses d'engrais azotés croissantes augmentent d'une façon sensible (tableau 3). La production tombe sur la dose n° 240. Notons, que les calculs correspondants prouvent que la rentabilité d'engrais en termes du foin est plus haute après l'intro-

Tableau 3

L'effet des doses d'engrais azoté croissantes sur la production fourragère d'une prairie submersible (en t de foin par ha)

Variante de l'expérience (d'après le schéma)	Après l'introduction d'engrais unique			Après l'introduction d'engrais chaque année		
	azote, introduit en 3 ans (kg/ha)	engrais introduits par an	augmentation totale de la production en 3 ans	azote, introduit en 3 ans (kg/ha)	engrais, introduits par an	augmentation totale de la production en 3 ans
Sans engrais	0,0	0,75	—	0,0	1,75	—
n° 60	60	2,16	0,69	180	2,16	1,6
n° 90	90	2,59	1,46	270	2,59	2,59
n° 120	120	2,76	1,97	360	2,76	3,38
n° 180	180	3,47	2,87	540	3,47	4,90
n° 240	240	3,74	3,5	720	3,74	5,83

duction du n° 90, tandis qu'elle est plus basse après la dose n° 240. C'est pourquoi nous pouvons recommander d'introduire dans une prairie à graminées et herbes diverses naturelles les engrais azotés, calculés d'après le n° 90. La dose en question augmente non seulement la rentabilité, mais aussi réduit la tombée du peuplement, ainsi que le volume spécifique des mauvaises herbes, par rapport aux doses d'engrais élevées [18, 19, 22].

**Les délais d'introduction des engrais chimiques.** Les délais d'introduction des engrais revêtent une importance considérable sur le plan agrotechnique ainsi que d'organisation. Les études, accomplies par l'Institut d'exploitation des prairies de la RSS de Kazaquie au cours des dernières années [19, 20, 22], prouvent que l'introduction des engrais chimiques, dont azotés, en automne se révèle non moins efficace que l'action faite au printemps (tableau 4).

Les prairies submersibles, disposant d'un épais horizon gazonneux, saturé par une masse rhizomale, résistent au lessivage des matières nutritives en bas; le long du profil, ainsi qu'à leur lavage de la superficie. Là, les pertes des matières nutritives sont minimales, c'est pourquoi la fertilisation des prairies est considérée comme facteur principal dans l'amélioration de l'environnement [12]. Au fait, une introduction systématique d'engrais dans les prairies provoque, dans une certaine mesure, des changements écologiques, notamment des transformations du peuplement; ce dernier perd son caractère initial (herbes diverses et graminées) pour devenir celui à graminées et d'herbes diverses, ou même à graminées-légumineuses et d'herbes diverses. Dans ce cas les engrais contribuent à augmenter la valeur nutritive du foin tiré des prairies. Ainsi, la teneur en protéine brute dans le foin monte de 1-1,5 à 2,5 % par rapport au contrôle (terrain non-bonifié). D'après les études opérées sur le champ expérimental dans la prairie submersible du sovkhose «Karagandinsky», qui évaluaient l'effet nutritif du foin sur les animaux, le foin à graminées fauché dans la prairie fertilisée, contenait 7,1 % de la protéine digestible, tandis que le foin de la prairie non-fertilisée n'en contenait que 5,7 % [23].

Les particularités dans l'influence des engrais sur l'environnement se révèlent lors de l'analyse de l'écologie de la prairie concrète. Ainsi, les recherches de l'Institut d'exploitation des prairies de la RSS de Kazaquie recommandent d'introduire les engrais dans les terrains, où l'action provoque l'effet le plus sen-

sible: dans les prairies à graminées et à herbes diverses du niveau moyen, submersibles au cours de 15-25 jours. Il convient ensuite de continuer l'action dans les prairies submersibles de haut niveau, submersibles au cours de 7-14 jours. Quant aux prairies du niveau bas (excédentaires), dominées par la végétation paludéenne, il convient de s'y abstenir de fertilisation, pour procéder à un assainissement de ces terrains.

Le rôle des engrais est important non seulement pour la pousse des plantes, mais aussi pour une utilisation plus rationnelle de l'humidité. Par exemple, les études ont démontré que les herbes et autres cultures fourragères qui poussent sur les terrains suffisamment fertilisés, absorbent moins d'eau par unité que celles des terrains non-fertilisés. Cette différence est de quatre fois pour le maïs [8, 9]. L'effet est expliqué par le fait que le terrain fertilisé acquiert un puissant système rhizomal qui s'étend sur de grandes superficies et surtout en profondeur, ce qui assure pendant les années sèches l'approvisionnement en eau des plantes aux moments les plus critiques.

L'espèce d'engrais est non moins importante pour les sols. D'après l'IEP de la RSS de Kazaquie, l'une des espèces d'engrais azotés — la carbamide — présente toute une série d'avantages sur le plan de la conservation de l'environnement: elle se dissout plus lentement dans l'eau, accumule moins de nitrates (5,5 fois moins) que le salpêtre d'ammoniac, et de ce fait, pollue moins l'environnement. En plus, la carbamide se distingue par une teneur plus élevée de protéine et de cellulose dans le foin. Il est, donc, plus rationnel d'introduire la carbamide en automne dans les prairies au lieu de salpêtre d'ammoniac, car le dernier contient la forme nitrate d'azote, qui est la forme plus mobile.

#### Formation de fauches artificielles sur les prairies submersibles

Le peuplement naturel, composé dans les prairies, peut être supplanté par un peuplement artificiel. L'irrigation par submersion contribue à changer la végétation steppique contre celle de prairie, qui est plus productive. Mais à l'absence d'ensemencement, le changement se produit seulement 5-7 ans après le début de l'inondation du territoire.

L'approche à la formation des fauches artificielles dans les prairies. Lors de l'ensemencement des prairies qui vise la bonification de ces dernières, l'accent doit être mis aux conditions écologiques. Une différenciation des prairies submersibles s'impose donc, partant du type d'inondation et des caractéristiques du terrain [22]: 1) prairies submersibles des partages des eaux (y compris les prairies fermées, celles de steppe et de versant), inondées par les eaux de crues, ainsi qu'une part du système Oural-Kouchoume; 2) prairies d'inondation, servies par les eaux des fleuves steppiques lors de leurs débordements printaniers (les fleuves Témir, Oural, Khobda, Tobol, Noura, Ichim, Chederty, Cary-Sou et d'autres); 3) prairies deltaïques (pour la plupart sans écoulement), inondées par les débordements printaniers des fleuves aux deltas subaéaux

Tableau 4

Productivité d'une prairie submersible en fonction de la saison d'introduction des engrais (en t de foin par ha)

Délais d'introduction	Doses d'engrais		
	n° 90	n° 120	n° 120P60K30
Printemps	2,23	2,63	3,12
Automne	2,26	2,59	3,08

(débordements Tchijinsky, Durinsky, Tchouïsky et d'autres); 4) prairies submersibles, inondées à partir des retenues, des canaux d'irrigation et d'alimentation, etc.

Les fauches artificielles donnent de bons résultats sur des prairies submersibles, situées sur les partages des eaux, dont fermés aux sols zonaux (prés secs aux sols châtaignes de prairies, châtaignes sombres, ceux de prairies et d'autres), y compris aux sols stratifiés ayant une végétation steppique ou transitoire, s'inclinant vers celle de prairie. Plusieurs terrains des champs d'inondation se prêtent aussi à l'ensemencement. Quant aux prairies deltaïques submersibles, la formation de prés artificiels n'est possible que sur des terrains sélectionnés, vu le fait que les sols y sont salinisés [6]. D'après l'Institut de l'exploitation des prairies de la RSS de Kazaquie [17, 18, 22], les prairies de solontchak, dont les horizons labourables des sols contiennent, au cours de la période printanière, de 0,97 jusqu'à 1,4% de sels (dans l'horizon supérieur), ces prairies ne se prêtent pas à l'action artificielle. Si l'horizon labourable contient la quantité de sels qui n'excède pas 0,5–0,6% (d'après le résidu fixe), la formation de prairies artificielles donne un résultat efficace [29].

La productivité des fauches artificielles sur les prairies submersibles. Les études accomplies par l'Institut d'exploitation des prairies de la RSS de Kazaquie prouvent que la production des fauches artificielles sur des prairies submersibles se chiffre à 3,5–4,5 t de foin par 1 ha (jusqu'à 2400 unités fourragères), ce qui est de 3 à 5 fois plus par rapport à la levée sur une prairie non-améliorée. Dans les années les plus favorables sur le plan des crues et de la météo, la levée des fauches artificielles atteint 6,5 t de foin par 1 ha (jusqu'à 3500 unités fourragères) ce qui est de 5 à 6 fois plus par rapport à la prairie de contrôle (non-améliorée), où la levée ne dépasse pas 0,8–1,2 t de foin par 1 ha (500–600 unités fourragères) [17, 18, 19, 20, 21, 22]. En perspective, une intensification de l'exploitation des prairies, comprenant une large introduction d'engrais chimiques, devra aboutir à une croissance de la production fourragère de deux fois et davantage.

On peut diviser les fauches artificielles sur les prairies en trois groupes selon leur productivité:

- 1) prairies à la levée n'excédant pas la norme acceptée (2,5–3,5 t de foin par 1 ha),
- 2) prairies à la levée élevée (3,5–5,0 t de foin par ha);
- 3) prairies à la levée forte (5,0–6,0 t de foin par ha).

La formation de fauches artificielles permet d'utiliser à fond les ressources matérielles et énergétiques de l'environnement, entraînées dans la rotation biologique (nourriture, eau, air, lumière, etc).

Les prairies submersibles du Kazakhstan ont des mélanges d'herbes plus productives par rapport aux prairies purement artificielles [26]. Cela étant, les mélanges simples (à deux ou trois composants) se

rèvelent plus productives que les mélanges plus complexes. Parmi les mélanges les plus productives des prairies submersibles il convient de mettre en valeur les mélanges suivantes — *Bromus inermis* + *Medicago sativa*, *Bromus inermis* + *Lotus corniculatus* ou *Medicago sativa* + *Bromus inermis* + *Lotus corniculatus* ou *Medicago sativa* + *Bromus inermis* + *Melilotus albus*. Quant au last Sweet clover, il est le plus recommandé pour un ensemencement avec les herbes vivaces, en qualité de culture recouvrante.

Ces plantes provoquent dans le peuplement des fauches artificielles des changements d'environnement qui, à leur tour, favorisent le peuplement en pousse. De cette façon, les peuplements aux mélanges d'herbes acquièrent un climat plus doux par rapport aux prairies ensemencées [3]. Lors des années les plus propices, les fauches artificielles sur des prairies submersibles voient apparaître, après la première fauchaison, un regain qui atteint parfois 50% de la première levée [15, 22].

La durée des fauches artificielles sur les prairies submersibles. Les recherches entreprises par l'Institut de l'exploitation des prairies de la RSS de Kazaquie ont démontré que la levée la plus forte est fournie, sur les prairies submersibles, par le *Bromus inermis* mélangé avec des herbes légumineuses [1]. La durée productive maximum a été accusée par le *Medicago falcata*, le *Bromus inermis* et surtout le *Lotus corniculatus*. Quant au *Dactylis glomerata*, il s'est révélé comme étant de moindre durée sur les prairies submersibles. D'autres herbes tombent beaucoup plus tard. Tout cela permet de mettre au point les étapes essentielles de la vie d'une prairie artificielle, et de les subdiviser d'après les délais d'exploitation en trois groupes: ceux d'exploitation longue, courte et relativement stable.

La précision de la durée des fauches artificielles est étroitement liée avec le temps du réensemencement. Les avis sont partagés quant à ce dernier; le problème a été présenté de façon différente [8, 9, 15] et discuté au XIII<sup>e</sup> Congrès international de la pratique [13]. Notre avis porte sur la nécessité d'aborder ce problème d'une façon différentielle. Ainsi, lors d'une exploitation intense, l'action est la plus efficace au cours de 3–4 ans. Compte tenu du manque de semences, ressenti par les exploitations d'élevage, à la suite de la production instable de semences d'herbes de prairies, on peut pratiquer les fauches artificielles pendant 8–9 ans, parfois davantage. Ainsi, d'après l'Institut d'exploitation des prairies de la RSS de Kazaquie, la prairie de submersion maigre au sol squelettique (kolkhoze «Rassvet», district Jarminsky, région de Sémipalatinsk), où l'on a amenagé des fauches artificielles formées par le mélange de lotier cornu et de luzerne bleue, accuse, au cours de 16 ans (1959–1977), des levées au niveau assez haut [21, 22].

De cette sorte, les prairies submersibles dans les zones arides peuvent garantir, par leur écologie, des levées fourragères stables.

## BIBLIOGRAPHIE

1. *Andréev N.G.* L'interaction de la théorie et de la pratique de la pratericulture. «Korma», 1978, n° 2 (en russe).
2. *Artukov N.V.* L'exploitation intense des fauches et des pâturages. Alma-Ata, «Kaïnar», 1978, pp.1-85 (en russe).
3. *Baïtoulina I.O.* Système rhizomal des cultures agricoles. Alma-Ata, «Naouka» AS de la RSS de Kazaquie, 1976 (en russe).
4. *Borovsky V.M., Ouspanov U.U.* Les sols du Kazakhstan et les voies de leur mise en valeur. Rapports au IV<sup>e</sup> Congrès des pédologues de l'URSS. Alma-Ata, 1971 (en russe).
5. *Dmitriév V.A.* L'effet économique de l'irrigation par submersion et les mesures de son amélioration. Rec.: «Irrigation par submersion», Moscou, 1970 (en russe).
6. *Elémanov A.E., Larine I.V., Pozdniakov P.M., Prianichnikov S.N., Salukov P.A.* Recommandations concernant l'irrigation, l'amélioration et l'exploitation des fauches et des pâturages au Kazakhstan. Alma-Ata, «Kaïnar», 1967 (en russe).
7. *Joukova V.A.* Particularités de la formation pédologique lors de l'irrigation par submersion dans la zone désertique du Kazakhstan Central. Alma-Ata, AS de la RSS de Kazaquie, 1972 (en russe).
8. *Zaroubejnyé novosti.* «Zemlédelié», n° 6, 1972 (en russe).
9. L'expérience étrangère. Prairies artificielles. «Zemlédelié», n° 3, 1974 (en russe).
10. *Kim F.N., Lopatine V.Ya., Peressypkine N.I., Babaév K.A.* L'influence de l'ensemencement accéléré sur la fécondité des sols des prairies submersibles. «Vestnik selskokhoziastvennoï naouki», Alma-Ata, 1976, n° 11 (en russe).
11. *Mamine V.F., Savéliéva L.F.* Une exploitation des prairies submersibles, Moscou, «Rosselkhozizdat», 1978 (en russe).
12. *Minéev V.G.* Les engrais chimiques et l'environnement. «Vestnik selskokhoziastvennoï naouki», n° 12, 1978 (en russe).
13. *Oliachev A.I., Térékhova K.T.* Le XIII<sup>e</sup> Congrès international de pratericulture, «Korma», 1977, n° 5 (en russe).
14. *Plechakov A.A.* L'irrigation par submersion des fauches et des pâturages. Rec.: «Production fourragère en Oural du Sud», Tchéliabinsk. Editions de l'Oural du Sud, 1973 (en russe).
15. *Postoyalkov K.D., Koutcher G.S., Gabtchenko V.M.* L'effet de l'irrigation des cultures fourragères semées au Kazakhstan du Nord. «Vestnik selskokhoziastvennoï naouki», Alma-Ata, 1971, n° 2 (en russe).
16. *Sabirov M.S.* Les terres irriguées du Kazakhstan. L'irrigation par submersion et par oasis. «Kaïnar», Alma-Ata, 1978 (en russe).
17. *Salukov P.A.* L'amélioration des prairies de submersion, d'inondation et alpestres. Rec.: «L'amélioration des fauches et des pâturages du Kazakhstan». Alma-Ata, «Kaïnar», 1972.
18. *Salukov P.A.* Recommandation sur l'amélioration et l'exploitation des prairies de submersion et d'inondation du Kazakhstan. Alma-Ata, «Kaïnar», 1971 (en russe).
19. *Salukov P.A., Kochéleva P.F.* L'amélioration des prairies de submersion au Kazakhstan. Rec.: «L'amélioration et l'exploitation des pâturages steppiques au Kazakhstan». Livre 2, Alma-Ata, «Kaïnar», 1977 (en russe).
20. *Salukov P.A., Aoubakirov K., Abdygaliév K.* L'amélioration superficielle et rhizomale des prairies d'inondation du fleuve Irtyche. Rec.: «L'amélioration et l'exploitation des pâturages steppiques du Kazakhstan». Livre 2, «Kaïnar», Alma-Ata, 1977 (en russe).
21. *Salukov P.A.* La durée des herbes semées des fauches sur les prairies de submersion du Kazakhstan. Rapports de la section «L'exploitation intense des pâturages et des fauches des régions modérées humides. Comité d'organisation du XIII<sup>e</sup> Congrès internationale de pratericulture», Leipzig, 1977.
22. *Salukov P.A.* L'amélioration de l'exploitation des prairies du Kazakhstan. Alma-Ata, KazNIINTI, 1979, p. 1-71.
23. *Smirnov D.S.* L'irrigation par submersion dans la région de Karaganda. Tzéliinograd, 1959 (en russe).
24. *Choumakov B.A., Choumakov B.B.* L'irrigation par submersion. Moscou, 1969 (en russe).
25. *Yakovenko N.I.* La fertilisation des fauches de submersion, «Prairies et pâturages», 1971, n° 1 (en russe).
26. *Davies W.* The grass crop. Second. revised edition. Spon Agricultural books. London, 1960.
27. *Gonzalez - Jimenez E., Escobar A.* Flood adaption and productivity of savanna grass. XIII International Grassl. Congress, Section 3. Leipzig, 1977.
28. *Nowak M.* Poprawa suladu botanicznego na trawalych lakach. Poreylad. Hodowlany, 1977, r. 45, c. 7.
29. *Rumburg C.B., Sawyer W.A.* Response of wet meadow vegetation to length and depth of surface water from wild-flood irrigation. Agronomy Journal, 1965, v. 57, n° 3.
30. *Rychnovska M., Ulenlova B., Jakriova J., Tesarova M.* Biomass budget and energy flow in alluvial meadow ecosystem. XIII Intern. Grassl. Congress. Leipzig, 1977, sections 3-4-5.
31. *Tabean K., Pronszuk J.* Charakterystyka i ocena trawnych uzytkow zielonych w doline Wisly na odcinku Krakow 6 Wars. Roszaniki nauk rolnicznych, 1964, 7, 76, z. 1.
32. *Voiglander L.* Nitrogen fertilization and yeld of permanent grassland. Nitrogen and grassland. Groningen Int. for soil Fertility, 1966.

## AMENAGEMENT DES PATURAGES IRRIGUES

par V. Joukova, licenciée en agriculture, Université d'Etat de Frounzé

Les terres irriguées qui ne constituent qu'un peu plus de 16 % de toutes les superficies utilisées à des fins agricoles fournissent autant de produits que le reste, c'est-à-dire les 84 % des terres cultivées mais non irriguées. Il s'ensuit qu'en moyenne 1 ha de terre irriguée représente du point de vue de son rendement 7 ha de terre non irriguée [6]. Rien qu'au cours de la dernière décennie (1966-1976) le fonds de terres irriguées en URSS s'est accru de plus de 46 % grâce à la mise en œuvre d'un vaste programme d'amélioration des terres.

### Efficacité et distribution géographique des pâturages irrigués

Les parcours à l'état naturel occupent d'énormes superficies. Ainsi en URSS leur surface (sans tenir compte des terrains de parcours de rennes) est 1,4 fois supérieure à celle des terres labourées [2]. Dès lors il est naturel que les mesures de bonification et en particulier l'irrigation sont appelées à accroître considérablement le rendement des pâturages.

Ces dernières années les travaux de bonification des parcours à l'état naturel sont effectués à une grande échelle. On a plus particulièrement mis au point des mesures destinées à améliorer les pâturages situés en diverses zones pédologiques et climatiques permettant d'accroître le rendement par unité de surface de 3 à 5 fois tout en réduisant le prix de revient.

Au total l'irrigation concerne en URSS plus de 2 millions de ha de fauches et pâturages [2]. Le rendement moyen de chaque hectare de ces terres a été de 8040 unités fourragères, chaque unité fourragère revenant à environ 2 copecks. L'irrigation des pâturages se propage dans le monde en raison de son efficacité élevée. Ainsi aux Etats-Unis et au Canada les cultures fourragères occupent plus de 50 % des terres irriguées. Les pâturages artificiels en occupent 16,3 % aux Etats-Unis. En Grande Bretagne les prairies et les pâturages occupent la moitié des terres irriguées et progressent au rythme annuel d'environ 6000 ha. La plupart des pays scandinaves pratiquent à l'heure qu'il est l'irrigation des pâturages. Ainsi en Suède les pâturages irrigués fournissent de 70-80 t de masse verte à l'hectare. En Italie les prairies et les pâturages procurent 84 % des fourrages cependant que la superficie des pâturages irrigués croît au rythme annuel de 10 000 à 15 000 ha.

### Cadre organisationnel d'aménagement des pâturages irrigués

Avant de procéder à l'aménagement des pâturages irrigués à haut rendement les spécialistes établissent

un plan qui prévoit l'exécution des travaux dans la séquence suivante:

- détermination de la taille et délimitation des pâturages artificiels;
- prospection du terrain du point de vue pédologique et agrochimique;
- étude des propriétés de la source d'eau;
- détermination des procédés et de la technique d'arrosage;
- adaptation du régime d'arrosage des cultures des pâturages irrigués à celui de la source d'eau;
- mise au point des mesures de préparation du terrain en vue d'arrosage et leur mise en œuvre (aménagement foncier, création d'un réseau permanent de canaux, etc.);

- mise au point d'un plan du pâturage artificiel faisant apparaître la situation des enclos, des parcours, des clôtures, des sites d'emplacement des installations d'arrosage et de l'équipement du système d'irrigation, des abreuvoirs pour le bétail. Le plan approximatif est donné par la fig. 1 [16].

Etablissement de l'échelle de bonité des terres avec attribution des pâturages aux troupeaux de bovins et d'ovins est réalisé de telle sorte que l'utilisation d'un enclos n'exécède pas un jour de pacage. Dans la pratique il est souhaitable de disposer de 22 à 25 enclos par pâturage et d'avoir 200 à 300 têtes de bovin par troupeau [16].

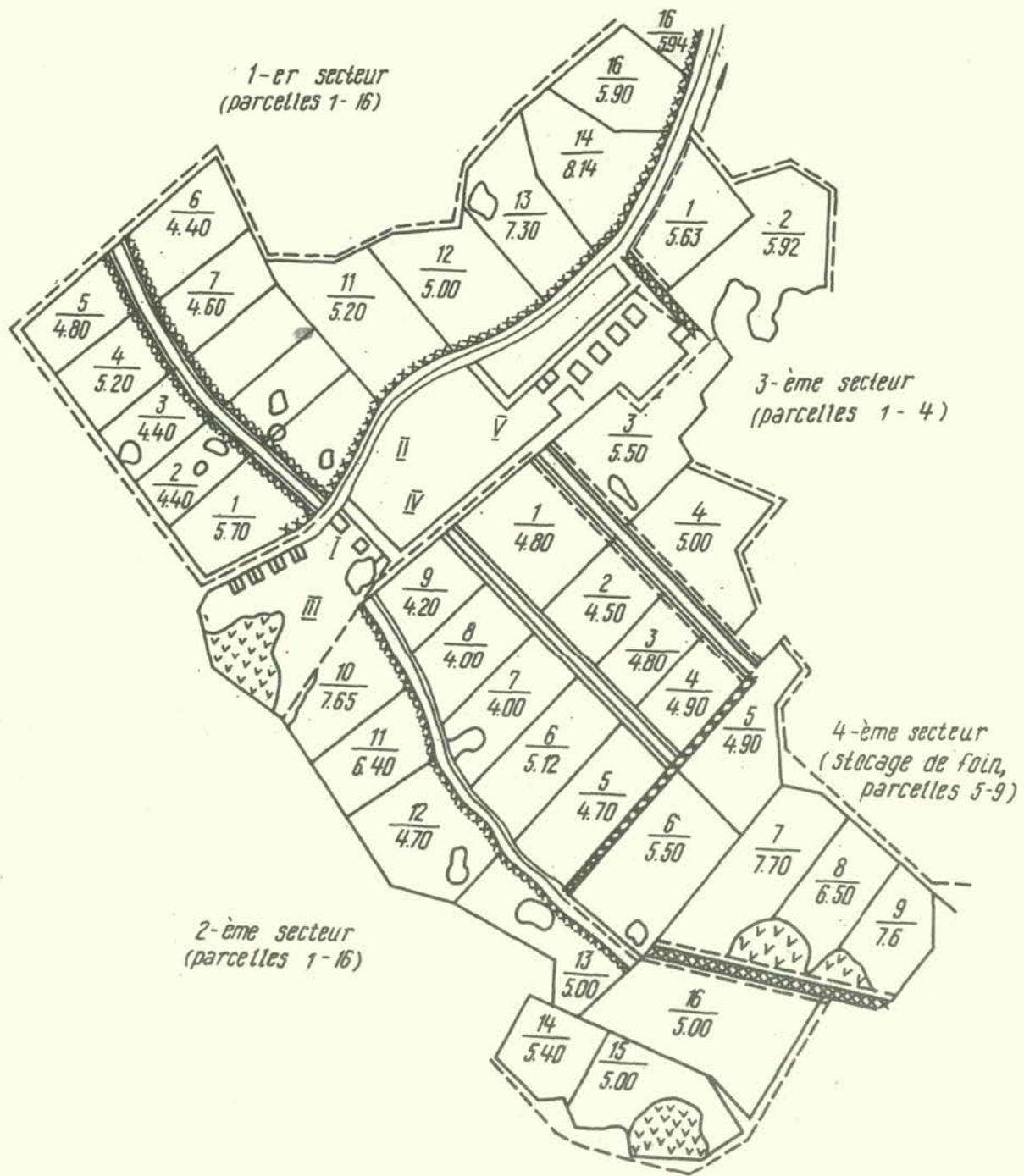
Ce faisant il faut penser à:

- affecter un terrain pour obtenir des aliments verts et du foin en période de stabulation;
- remplacer le cas échéant le peuplement herbacé naturel par un semis. Le choix de la composition doit tenir compte des conditions pédologiques et climatiques, du régime d'irrigation et de la variété animale en pacage. Au Canada, par exemple, [6] on préfère semer les compositions simples à deux éléments (légumineuse/graminée). Les compositions herbacées les plus complexes ne devront pas inclure plus de 4 variétés d'herbes;
- estimation des besoins en machines et équipements d'entretien du pâturage;
- créer une équipe chargée d'exploitation du pâturage;
- mettre au point un système de mesures agrotechniques, hydrotechniques et organisationnelles destiné à assurer une bonne rotation et à accroître le rendement des pâturages artificiels.

### Procédés d'irrigation des pâturages

Les techniques suivantes peuvent être mises en œuvre pour irriguer les pâturages artificiels:

- irrigation superficielle,



- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| maisons d'habitation             | limites du secteur              |
| pompe électrique                 | portes des parcelles            |
| numéro et parcelle               | château d'eau                   |
| parcours                         | salle de chaudières et ateliers |
| clôture permanente               | fermes                          |
| clôture électrique               | poste vétérinaire               |
| source d'eau du premier secteur  | stock de fumier de ferme        |
| source d'eau du deuxième secteur | chemin vicinal                  |
| bois                             | congères, buissons, fosses      |

Fig. 1. Schéma de planification rationnelle de l'exploitation. Modèle d'Istra



- irrigation par aspersion,
- irrigation souterraine ou procédé mixte.

Le choix du procédé est décidé dans chaque cas d'espèce suivant la nature du pâturage et de la source d'eau.

Peuvent servir de source d'irrigation les rivières, les lacs, les étangs, les retenues d'eau, les puits artésiens et les eaux de nappe, les eaux de ruissellement ainsi que les eaux usées (effluents) des entreprises industrielles ou agricoles.

Les procédés et les modalités d'irrigation choisis doivent assurer:

- le maintien des quantités optimales d'eau, d'air de matières nutritives et de chaleur dans le sol;
- l'élimination des pertes improductives d'eau par infiltration, évaporation et ruissellement;
- la prévention de la salinisation, de l'emmarécagement et du développement de l'érosion des sols résultant de l'irrigation;
- l'utilisation rationnelle du territoire, des mécanismes et du matériel d'arrosage;
- la mécanisation intégrée et l'automatisation de la production agricole à toutes des étapes. Cela veut dire que le choix et l'application de telle ou telle technique est tributaire des conditions pédologiques, hydrogéologiques, climatiques, organisationnelles et économiques ainsi que de la nature du terrain.

Considérons, donc, quelques procédés d'irrigation des pâturages à incidence particulièrement grande.

#### Procédés d'irrigation superficielle

Dans ce domaine on peut mentionner l'arrosage par calants et l'irrigation par submersion. Ce sont les procédés d'irrigation les plus simples et relativement poussés du terrain.

L'arrosage par calants consiste à amener l'eau au terrain à irriguer par un réseau de canaux creusés à même le sol, de planches ou de condition flexible et à la répartir ensuite à la surface du pâturage. L'arrosage par calants ou à la planche peut être mécanisé au moyen de machines ДДА-100М, ДДН-70 pour gagner en productivité du travail.

Quand à l'irrigation par submersion il s'agit d'une variété d'irrigation artificielle par submersion faisant appel aux eaux de ruissellement, de crue ou eaux effluentes des entreprises industrielles. L'irrigation par submersion consiste à irriguer le sol une seule fois jusqu'au point de saturation complète. Suivant la nature de la source d'eau l'irrigation par submersion est pratiquée au printemps précoce, en été ou en automne. Ce procédé d'irrigation a les avantages suivants:

- possibilité d'utiliser les eaux de fonte de neige;
- conception simple;
- coût de réalisation relativement peu élevé;
- possibilité d'irrigation de grandes surfaces sans élévation mécanique de l'eau;
- réduction du ruissellement au printemps et de l'érosion hydrique des sols;
- gain de productivité des cultures relativement élevé aux moindres frais;

- simplicité d'exploitation ce qui est très important dans les régions d'élevage peu peuplées désertiques et steppiques.

La simplicité de conception et d'exploitation des bassins d'irrigation permet de contrôler le régime hydrique des fauches et pâturages dans les régions à main-d'œuvre déficitaire. L'expérience accumulée dans notre pays montre que l'équipe de 5 à 10 personnes peut desservir les bassins d'irrigation de 5000 à 6000 ha [12]. Les coûts d'aménagement de ces systèmes constituent généralement 80-140 roubles à l'hectare. De plus, ces coûts très faibles permettent de prévenir le développement de l'érosion et d'accroître considérablement le rendement des pâturages, souvent de 8 à 10 fois par rapport à la culture à sec.

L'irrigation par submersion des bassins isolés (fig. 2) permet de saturer en eau la rhizosphère (1,5-2 m) ce qui est généralement suffisant à former la récolte du pâturage.

Les recherches effectuées depuis de longues années par les collaborateurs de l'Institut de pédologie de l'Académie des sciences du Kazakhstan [12] dans la zone des déserts du nord aux sols bruns zonaux montrent qu'à condition d'être bien organisée l'irrigation par submersion des fauches et prairies naturelles entraîne la substitution des plantes à rhizome (*Agropyron repens*, *A. ramosum*, *A. pectiniforme*) aux graminées

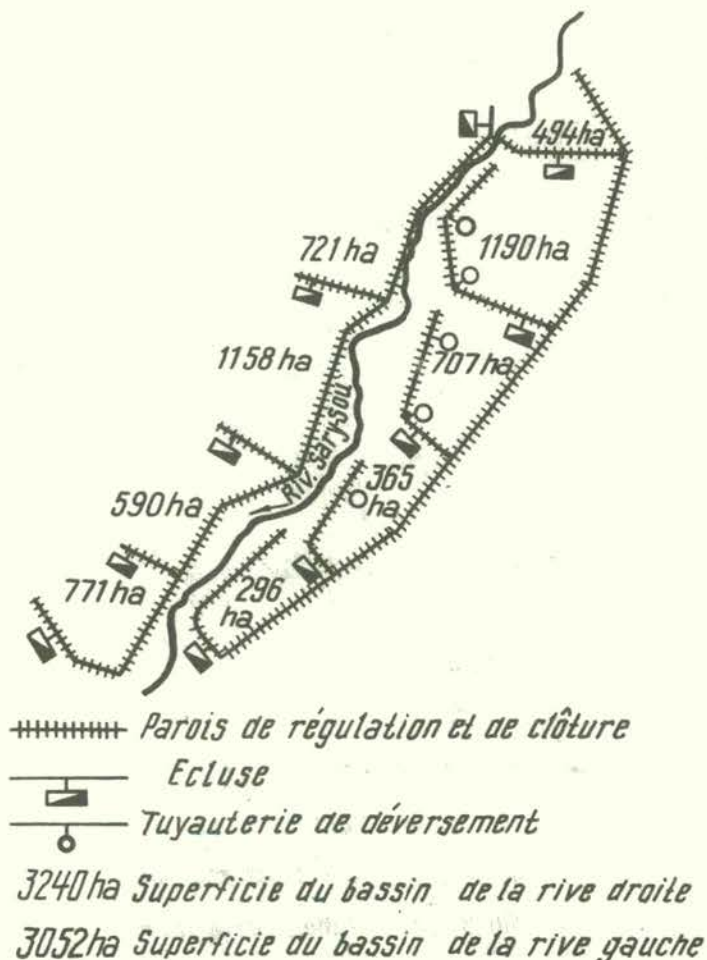


Fig. 2. Schéma du bassin Tue-Moïanak sur la Sary-Sou

à faible rendement (*Stipa sareptana*, *Festuca sulcata*) et la disparition des plantes peu nutritives (*Atriplex cana*, *Limonium gmelinii*, *L. otoplepis*, *L. suffruticosum*) ainsi qu'une plus grande diversité du tapis herbacé (*Inula caspica*, *Poa bulbosa*, *Phlomis tuberosa*, *Tragopogon kasachstanicus*).

Sur les bassins de submersion de la zone des steppes arides à sols châtain zonaux on voit apparaître toute une gamme des plantes comme *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata* et légumineuses *Medicago falcata* et *Lotus corniculatus* pour ne citer que celles-ci. D'un autre côté la modification de la composition du peuplement herbacé ne fait qu'accroître la valeur nutritive des fourrages.

En plus de l'effet direct, c'est-à-dire l'accroissement du rendement des pâturages l'irrigation par submersion améliore la qualité des aliments verts. Selon la parcelle expérimentale de Karaganda la valeur nutritive globale du foin provenant des prairies d'inondation est 10 à 13 % supérieure à celle provenant des steppes.

Cette technique d'irrigation permet en outre de contrôler la fertilité des sols par l'introduction des engrais ce qui est totalement exclu sur les sols non irrigués sous le climat aride. La pratique des exploitations des régions arides du Kazakhstan confirme que l'emploi des engrais sur les prairies d'inondation permet d'accroître considérablement le rendement et d'obtenir davantage d'aliments verts. Ainsi au sovkhoe «Karagandinsky» du district Mitchourinsky de la région de Karaganda c'est en 1972 que les engrais chimiques ont été pour la première fois incorporés à 2500 ha de bassins à tapis végétal naturel dans les proportions suivantes: ammophos 89 t, nitrophos — 248 t, azotate d'ammonium — 78 t à raison en moyenne de 166 kg à l'hectare. Ceci a permis d'obtenir en moyenne un gain de 0,12 à 0,15 t à l'hectare.

En plus du gain purement économique l'irrigation par submersion contribue à accroître le rendement des fauches et des pâturages et à améliorer foncièrement les sols. Les sols acquièrent, donc, des propriétés nouvelles grâce à l'accumulation de l'humus, des éléments nutritifs et à l'amélioration des propriétés hydriques (tableau 1).

Les sols de prairies irriguées par submersion de la zone des déserts du nord acquièrent des qualités nouvelles et sont caractérisés par une épaisseur considérable de l'horizon d'humus (A+B environ 40 cm)

contenant 3,5 — 7 % d'humus et plus, une densité élevée des systèmes radicaires (5 à 9 % du volume), le faible poids volumique de l'horizon supérieur et la capacité d'infiltration faible ou moyenne (0,72—0,16 mm/mn), la fissuration des horizons supérieurs et le début de régénération des horizons inférieurs de même que par une faible teneur en sels facilement solubles.

Le haut rendement et l'intérêt économique de l'irrigation par submersion des fauches et pâturages dans les régions arides reposent sur la rentabilité élevée des systèmes à bassins. Ainsi, dans les exploitations, modèles du Kazakhstan, qui totalisent la majorité des bassins d'irrigation par submersion ces systèmes peuvent être rentabilisés au bout de 1 à 2 ans. Le kolkhoze «Kyzyl-Jouldouz» du district de Novotcherkassk de la région de Tsélinograd a, par exemple, vendu en une année les excédents de foin récolté sur ses bassins d'inondation pour un montant de 25 000 roubles en couvrant ainsi les frais de construction du barrage s'élevant à 12 000 roubles [9].

Il faut noter en conclusion que l'irrigation par submersion est assez largement répandue dans notre pays et que les problèmes qui s'y rapportent sont étudiés dans les différentes zones pédologiques et climatiques [13, 14]. A l'étranger également l'irrigation par submersion est en voie d'étude poussée. Ainsi, les chercheurs australiens ont étudié l'influence de la durée et de la profondeur d'inondation sur les plantes semées. Lee G.R. et Martin A.C. prennent en considération les méthodes de gestion des prairies et pâturages dans les régions irriguées d'Australie.

Notons, cependant, que l'irrigation par submersion dans les pays capitalistes développées s'utilise sur une échelle réduite et ne tend pas gagner du terrain. Les auteurs susmentionnés font remarquer que l'irrigation par submersion en Grande Bretagne a une longue histoire (depuis les années 80 du 17<sup>e</sup> siècle) mais est actuellement en régression du fait de la propriété privée des moyens de production.

#### Irrigation des fauches et pâturages par aspersion

L'aspersion possède un certain nombre d'avantages par rapport à l'irrigation superficielle: on peut avoir notamment la pratique sur les terrains à grande déclivité et la norme d'arrosage peut être contrôlée avec une plus grande précision et dans un éventail plus large (30—50 jusqu'à 300—800 m<sup>3</sup>/ha).

D'autre part, l'intensité d'aspersion doit absolument correspondre à la capacité d'infiltration du sol et ne dépassera pas pour les sols lourds 0,06—0,15 mm/mn, pour les sols moyens 0,10—0,25 mm/mn et 0,15—0,45 mm/mn pour les sols légers.

L'aspersion est la technique d'irrigation la plus perfectionnée et prometteuse tout en étant entachée de quelques défauts à savoir: la consommation élevée de métal (40—100 kg à l'hectare), grande défence d'énergie électrique (40—100 kWt/h par arrosage (300 m<sup>3</sup> à l'hectare), irrégularité éventuelle d'arrosage et rendement du travail relativement bas.

Tableau 1  
Caractéristiques agrochimiques des sols du bassin  
Tué-Moinak (région de Djezkazgan)

Sols	Horizons génétiques, cm	Humus, %	Formes mobiles en mg par 1000 g de sol		
			azote soluble	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Zonaux: Bruns	0—10	1,71	50,4	32,7	1047,2
	10—37	1,23	39,6	3,8	840,0
	37—54	0,63	51,8	4,4	78,4
	54—89	néant	47,8	6,0	112,0

Pour l'irrigation des pâturages on peut utiliser les différentes installations d'irrigation par aspersion comme ДДА-100МА, ДКШ-64 «Voljanka», ДМ-100 — «Frégate», ДДН-70 et d'autres. Le choix de l'installation est dicté par la forme du terrain et d'autres considérations. L'installation à portée moyenne «Frégate» est le modèle qui s'utilise le plus largement de nos jours. Elle peut être employée sur les terrains à pente maximum de 0,05 m, l'arrosage se faisant circulairement. Les organes principaux sont: appui fixe, conduite d'eau à projection circulaire, chariots automobiles à commande hydraulique, système de régulation de vitesse, systèmes mécanique et électrique de stabilisation horizontalé de la conduite d'eau. La conduite repose sur les cadres en A des chariots automobiles à la hauteur de 2,2 m. En état de marche l'installation se déplace grâce à l'énergie procurée par le courant d'eau dans la conduite. Le rendement horaire (300 m<sup>3</sup> à l'hectare) constitue 1,13—0,6 ha. Portée 453,5—335,1 m. Consommation d'eau 100—50 l à la seconde. Intensité moyenne de pluie 0,31—0,19 mm à la minute. Un opérateur peut desservir 3 à 4 installations. Cette installation existe en 10 modifications et est recommandée pour toutes les zones d'agriculture irriguée. En cas d'emploi de «Frégate» le pâturage peut être divisé en parcelles des formes suivantes: rectangulaire, circulaire et sectorielle (fig. 3, 4, 5).

#### Technologie d'aménagement des pâturages irrigués

Cette technologie comprend le régime d'arrosage, la technique, le choix des compositions herbacées et des engrais. Elle doit être strictement différenciée suivant les conditions naturelles, climatiques, hydrogéologiques et d'autres. Le régime d'arrosage est comme on le sait l'ensemble du nombre, des normes et des délais d'arrosage. Le régime d'arrosage correctement établi et bien appliqué influe sur l'état des terrains irrigués et des parcelles voisines ainsi que sur les paramètres des ouvrages d'irrigation, l'efficacité d'exploitation des ressources terriennes et en eau, la quantité et la qualité de la production agricole.

Le régime d'irrigation est appelé à créer le régime optimal pour les plantes (quantité d'air, d'eau, de matières organiques) et prévenir la dégradation des sols (salinisation, etc.). Les méthodes d'arrosage et les délais d'arrosage:

- empirique (d'expertise),
- analytique,
- grafo-analytique,
- express.

Les méthodes susmentionnées sont amplement traitées dans la littérature spéciale [2, 16].

La méthode empirique ou d'expertise fait appel aux recommandations établies par les organismes de recherche et d'étude de projets élaborés pour les conditions moyennes des zones pédologiques et climatiques.

La méthode analytique permet d'établir les paramètres du régime d'irrigation d'après les formules sur la base des caractéristiques des propriétés hydriques et

mécaniques des sols et les taux de consommation d'eau par les plantes. Par exemple:

$$M_H = K \cdot y - 10 \mu \cdot P - (W_H - W_K) - W_g$$

$$m = 100 \cdot H \cdot \alpha (\beta_{\max} - \beta_{\min})$$

- où:  $M_H$  — dose d'arrosage nette en m<sup>3</sup>/ha;  
 $K$  — coefficient de consommation d'eau par la culture donnée (ou l'association végétale);  
 $y$  — rendement;  
 $P$  — précipitations en mm;  
 $M$  — coefficient d'utilisation des précipitations (pour la zone aride d'avril à septembre 0,3—0,5);  
 $W_H$  — réserve d'humidité dans l'horizon actif du sol le jour du semis (ou au début de la période de végétation des peuplements herbacés vivaces), m<sup>3</sup>/ha;  
 $W_K$  — réserve d'humidité dans l'horizon actif du sol le jour de récolte, m<sup>3</sup>/ha;  
 $W_g$  — quantité d'humidité consommée par les plantes des eaux phréatiques, m<sup>3</sup>/ha;  
 $m$  — dose d'arrosage, m<sup>3</sup>/ha;  
 $H$  — horizon actif, m;  
 $\alpha$  — masse volumique, t/m<sup>3</sup>;  
 $\beta_{\max}$  — taux d'humidité après arrosage en % de la masse du sol absolument sec;  
 $\beta_{\min}$  — taux d'humidité avant arrosage en % de la masse du sol absolument sec.

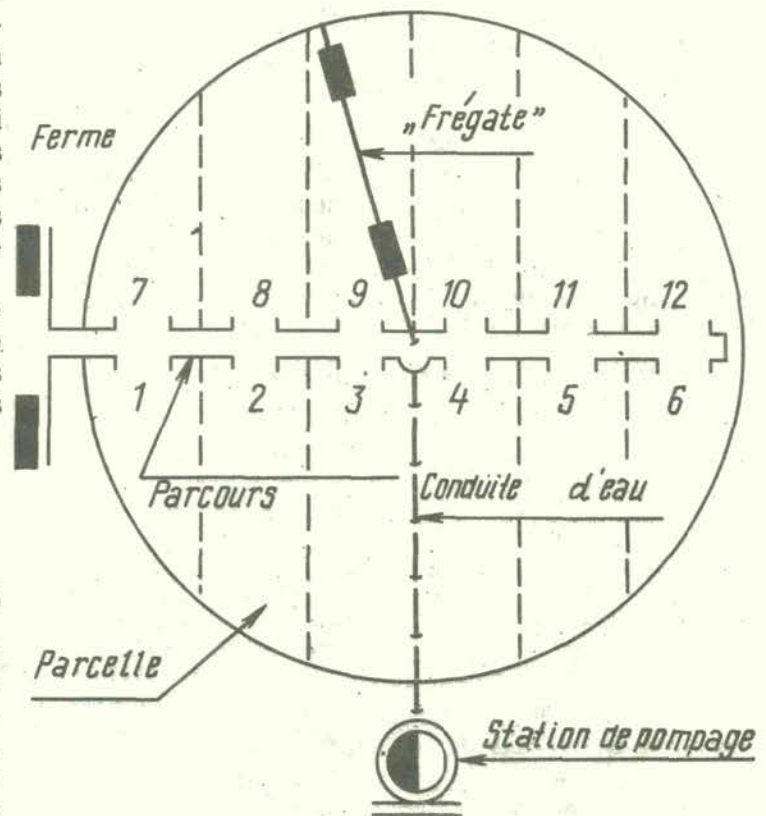


Fig. 3. Schéma de division du pâturage irrigué par «Frégate» en parcelles rectangulaires

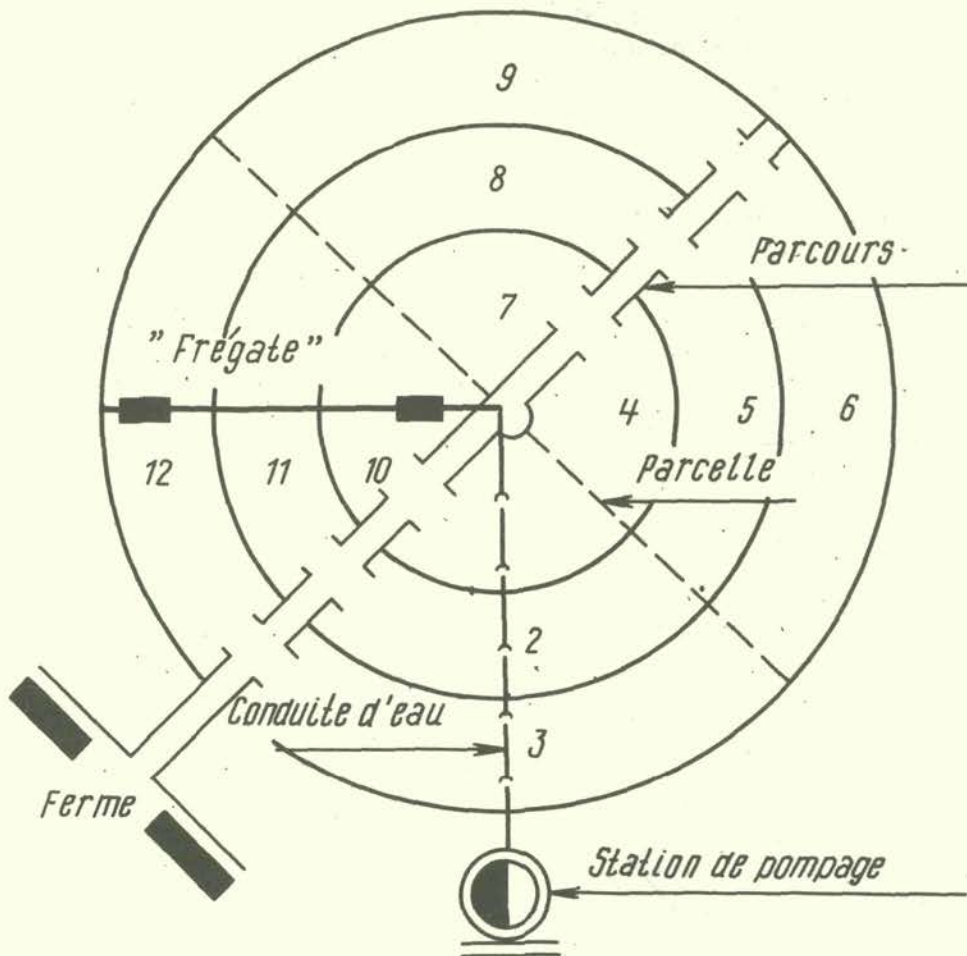


Fig. 4. Schéma de division du pâturage irrigué par «Frégate» en parcelles circulaires

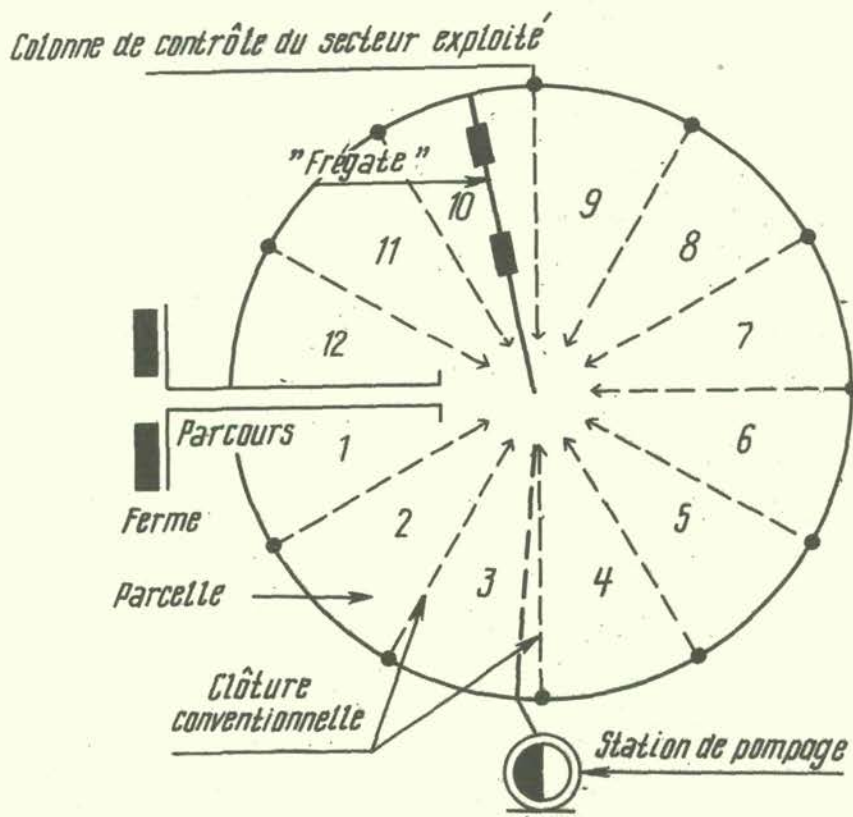


Fig. 5. Schéma de division du pâturage irrigué par «Frégate» en parcelles sectorielles

Influence du procédé d'arrosage sur le rendement des pâturages de la région de Stavropol

Indices	Unité de mesure	Zone centrale		Zone très aride		
		arrosage par aspersion	arrosage à la planche	arrosage par aspersion	arrosage à la planche	procédé mixte
Nombre d'arrosages	pièces	$\frac{6}{4}$	$\frac{2}{5}$	14	9	12
Dose d'arrosage	m <sup>3</sup> /ha	$\frac{353}{206}$	$\frac{646}{206}$	372	640	452
Module d'arrosage	m <sup>3</sup> /ha	2831	2307	5208	5760	5424
Consommation d'eau totale	m <sup>3</sup> /ha	8717	7874	8487	9036	7939
Coefficient de consommation d'eau	m <sup>3</sup> /t	139	158	127	114	102
Rendement en masse verte	t/ha	62,8	51,9	66,7	79,0	77,5

Note. Dans le numérateur — nombre d'arrosages de végétation, dans le dénominateur — celui d'arrosages aérants.

Dans la zone centrale le niveau d'humidité avant arrosage constitue 80 %.

La méthode grafo-analytique combine les calculs avec la représentation graphique. La méthode express permet d'établir les délais d'arrosage au moyen d'instruments spéciaux servant à mesurer le taux d'humidité avant arrosage ou la concentration du suc cellulaire des plantes.

Même le résumé de ces méthodes donne une idée de leur imperfection. Ainsi le coefficient de transpiration rend inexactement compte de la consommation effective d'eau par le peuplement herbacé d'une prairie ou d'un pâturage. Celle-ci varie fortement suivant les conditions concrètes comme la disponibilité en matières nutritives. Le taux de consommation totale d'eau permet de faire l'estimation de façon plus précise mais cet indice est également soumis aux grandes variations suivant le climat, les propriétés des sols, le rendement et les disponibilités en eau. En règle générale, les facteurs favorisant le rendement réduisent le taux de consommation d'eau par unité de récolte [15]. Ainsi, sur les alpages kurghizes, lorsque le rendement en foin à la suite de l'irrigation passe de 0,57 à 2,55 t/ha le coefficient de consommation d'eau diminue de 577 à 156 m<sup>3</sup>/ha [5].

Cette conclusion a été tirée par Y. Mironov dans les conditions steppiques arides du territoire de Stavropol: aux rendements en masse verte 77,5 et 62,8 t/ha correspondait le coefficient de consommation en eau 102 et 139 m<sup>3</sup>/t et les conditions atmosphériques [1] ne permettent pas, elles non plus d'établir le régime optimum d'irrigation avec la précision nécessaire. Les études réalisées par de nombreux auteurs [17] montrent que lors du pacage le régime d'irrigation diffère sensiblement de la pratique d'agriculture irriguée et a un certain nombre de caractères propres. Ils consistent essentiellement en ce que les pâturages ont besoin d'un apport constant en eau dans les limites de 50 à 60 % de la capacité maximum pour l'eau pour assurer le regain des plantes. Dans les recommandations des chercheurs allemands les normes d'irrigation des prairies par aspersion sont établies en fonction des besoins journaliers des plantes en eau et des précipitations mensuelles jusqu'à 90 mm. Le déficit de précipitations (jusqu'à 90 mm) doit être complété par irrigation. A l'heure actuelle on utilise de plus en plus comme point de départ de la détermination des besoins des plantes en eau le niveau d'humidité avant arrosage, S.I. Dolgov [10, 11], la limite inférieure étant dans ce cas la capacité minimum en eau cependant que la limite supérieure doit assurer la teneur en air correspondant à 15 % du volume du sol.

L'emploi des diverses techniques d'arrosage agit différemment sur le rendement des pâturages (tableau 2).

Dans la zone steppique aride les meilleurs résultats sont fournis par l'arrosage combiné ou à la planche: le nombre d'arrosages dans le premier cas est de 8 à 12 (dont 2-4 à la planche et 6-8 par aspersion) et dans le second cas (arrosage à la planche) 6-8 arrosages. De nombreux spécialistes [5] estiment que les systèmes d'arrosage fixes offrent le plus d'intérêt pour l'arrosage

des pâturages du moment qu'ils permettent d'automatiser l'arrosage, réduire les frais d'exploitation et améliorer non seulement le sol mais encore la couche d'air au contact du sol.

Dans la zone centrale le niveau d'humidité avant arrosage constitue 80 % de la capacité maximale en eau (CME) dans la couche de 0,4 à 0,6 m. Dans la zone très aride 70 % de la CME dans la couche de 0,6 à 0,8 m.

Dans le tableau 3 sont consignés les résultats des études d'influence d'arrosage sur d'autres paramètres du régime d'irrigation.

L'irrigation par submersion conduit à la formation d'un régime hydrique particulier dit d'irrigation (de

Tableau 3

Influence des procédés d'arrosage et de la disponibilité naturelle en eau sur la dose et le nombre d'arrosage

Procédé d'irrigation	Année humide (10 %)	Année moyennement humide (25 %)	Année moyennement sèche (50 %)	Année moyennement sèche (75 %)	Année sèche (90 %)
Module d'irrigation					
ПУК-3	3850	4200	4850	5500	5850
ДДА-100М	4000	4400	5000	5700	6100
Bandes	4000	4400	5000	5700	6100
Dose moyenne d'arrosage					
ПУК-3	350-400	350-400	350-400	350-400	350-400
ДДА-100М	450-500	450-500	450-500	450-500	450-500
Bandes	900-	900-	900-	900-	900-
	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Nombre minimum d'arrosages					
ПУК-3	10	11	12	14	15
ДДА-100М	8	9	10	11	12
Bandes	4	5	5	6	6

lessivage au moment d'inondation et puis de transpiration). Il dépend des conditions physiques et hydriques des sols, du régime de la source d'eau, des propriétés biologiques des plantes, de la conception et de la disponibilité en eau du système d'irrigation. Lors de l'irrigation par submersion il importe non seulement d'assurer l'infiltration de l'eau jusqu'à un certain niveau mais encore établir correctement la durée et la profondeur d'inondation. Il s'agit en l'occurrence d'arrosage unique. Dans ce cas la dose d'arrosages est égale au module d'irrigation et peut être calculée d'après la formule de A. Kostiaikov (fig. 1, 2).

Les avis divergent quant à la durée d'inondation des bassins. Les spécialistes des prairies estiment qu'il faut prendre en considération les particularités biologiques des plantes alors que les pédologues se rabattent sur les propriétés des sols. Le tableau 4 fournit, donc, des recommandations en ce qui concerne les régimes d'irrigation par submersion élaborés par les spécialistes de l'Institut de Kazaïque d'étude des ressources en eau.

Tableau 4

Paramètres du régime hydrique à l'irrigation par submersion

Sols	Durée d'inondation en jours		Module d'irrigation pour l'épaisseur de sol d'un mètre, m <sup>3</sup> /ha
	sol dégelé	sol non dégelé	
Légers	4-6	6-10	2500-3000
Moyens	6-7	10-15	3000-3500
Lourds	7-10	15-20	3500-4000

Dans la pratique c'est la détermination des délais d'évacuation de l'eau qui est la plus difficile du moment que l'inondation se pratique une fois par an dans des conditions différentes (sol dégelé ou gélé). On a proposé une méthode de détermination de la durée d'inondation [8, 16] d'après le dégellement des sols et la montée des températures moyennes journalières.

$$H_{OT} = \alpha \cdot \Sigma T^{\circ} + H_0,$$

où:  $H_{OT}$  — profondeur de dégellement en cm;

$\alpha$  — coefficient d'intensité du dégellement avec l'échauffement des sols de 1 °C (pour les sols légers 1,2 cm/degée, pour les sols lourds 0,5 cm/degée);

$\Sigma T^{\circ}$  — somme totale des températures moyennes journalières positives après le commencement l'inondation;

$H_0$  — profondeur de dégellement avant inondation.

Il a été établi expérimentalement que le sol dégèle à la profondeur de la rhizosphère, lorsque le total des températures moyennes journalières de l'air atteint 90 à 100 °C.

L'aménagement de nouveaux bassins d'irrigation par submersion doit absolument prendre en considération le fait que cette méthode d'irrigation offre le plus grand intérêt pour les plantes à rhizome (Agropyron repens, Pao pratensis, Bromus inermis, Alopecurus pratensis).

Les groupements végétaux steppiques à prédominance de Stipa Sareptana, Festuca sulcata supportent mal le régime d'inondation. Agropyron pectiniforme supporte le régime d'inondation 10 jours tout au plus. Stipa lessingiana, S. Sareptana, Festuca sulcata, Medicago sativa supportent l'inondation pendant 5 à 6 jours. Parmi les légumineuses c'est Lotus corniculatus qui supporte l'inondation de grande durée (jusqu'à 30 jours).

Le choix des éléments des peuplements herbacés importe beaucoup dans la création de pâturages irrigués. En URSS ce problème est étudié dans les différentes régions naturelles. Dans les expériences de V. Toltchanov sur les pâturages irrigués c'est Arrhenatherium elatius qui formait le gros des récoltes. Cette plante était également la mieux cotée du point de vue des cycles de pacage (tableau 5).

R. Afanassiev [4] recommande de cultiver sur les alpages de la partie européenne de l'URSS Bromus inermis, Elymus trachycaulus, Phleum pratense, Festuca pratensis, Dactylis glomerata, Arrhenatherium elatius, Lotus corniculatus, Onobrychis vicefolia, Medicago sativa et dans les régions de haute montagne de la partie asiatique Bromus inermis, Elymus sibiricus, Elymus trachycaulus. Pour les plateaux on peut retenir Dactylis glomerata, Phleum pratense, Bromus inermis, Arrhenatherium elatius, Trifolium pratense [5].

Sur les pâturages irrigués de Kirghizie on propose d'utiliser les mélanges simples à 2-3 éléments (1-2 légumineuses et 1-2 graminées). On doit préférer les herbes: Medicago sativa, Dactylis glomerata, Bromus inermis, Festuca pratensis. Les meilleurs rendements sont fournis par le mélange contenant 20-25 % de graminées et 75-80 % de légumineuses. Cette combinaison dans la récolte est réalisée grâce au semis d'une même quantité de grains de légumineuses et graminées à l'hectare. La dose ne doit pas dépasser 11-12 millions à l'hectare.

L'amélioration des fauches et pâturages peut être réalisée par le semis d'Elymus trachycaulus, A. repens, A. pectiniforme, Bromus inermis, Medicago sativa, M. Falcata, Lotus corniculatus, Melilotus albus. En outre, on s'abstiendra de labourer les bassins d'irrigation par submersion pour semer les herbes vivaces si ceux-là sont occupés par des herbes de prairie à l'état naturel dont le rendement dépasse 2,5 t de foin à l'hectare (soit 1200 unités fourragères). Cela veut particulièrement pour les fauches inondables sur le territoire désertique.

Ceci nous amène à la conclusion que le choix des compositions herbacées doit correspondre aux conditions écologiques, à l'intensité d'exploitation du pâturage, au régime d'irrigation ainsi qu'aux procédés et techniques d'irrigation.

Les charges correctement établies tenant compte des réserves en fourrage sont la condition décisive du rendement durable des pâturages irrigués. Les chercheurs signalent que les rendements plus élevés impliquent la rotation des pâturages divisés en parcelles (2-7 ha) dont chacune est exploitée 1 à 2 jours tout

Productivité des diverses compositions herbacées sur les pâturages irrigués à moutons en t/ha

Composition	Fauche, terrain sous pacage (3 mois)					Moyenne 1974-1977	
	1973	1974	1975	1976	1977	masse verte	matière sèche
Medicago sativa							
Arrhenatherium elatius							
1. Dactylis glomerata	33,97	50,52	63,27	66,25	79,55	64,90	12,71
Bromus inermis							
Festuca pratensis							
Medicago falcata							
Arrhenatherium elatius							
2. Bromus inermis	32,35	49,47	62,54	68,69	80,20	65,23	12,80
Dactylis glomerata							
Festuca pratensis							
Trifolium repens							
Arrhenatherium elatius							
3. Bromus inermis	32,45	48,55	62,24	72,08	85,95	67,21	12,58
Dactylis glomerata							
Festuca pratensis							
Arrhenatherium elatius							
4. Bromus inermis	32,92	50,75	68,25	78,97	87,00	71,24	14,03
Dactylis glomerata							
Festuca pratensis							
Arrhenatherium elatius							
Bromus inermis							
5. Dactylis glomerata	31,17	50,63	68,62	76,89	83,10	69,81	13,71
Festuca pratensis							
Bromus inermis							
6. Dactylis glomerata	31,35	48,57	57,96	61,69	81,90	62,53	12,74
Festuca pratensis							

au plus. Sur les pâturages récents les troupeaux de moutons ne devraient apparaître qu'à partir de la deuxième année. Après la première année ces pâturages sont utilisés comme réserves de foin et le coefficient d'exploitation ne doit pas dépasser 30-55 %. Par la suite (pendant 9 à 10 années consécutives) le peuple herbacé peut être utilisé à 80 %. La charge est également fonction des réserves en fourrage et ne doit

pas dépasser 30 moutons à l'hectare si le rendement est de 40 à 45 t/ha. L'établissement de la charge normale a une très grande importance pour l'exploitation rationnelle des pâturages. La charge peu élevée entraîne la sous-utilisation du pâturage, la charge trop élevée conduit au surpâturage et à la baisse du rendement.

## BIBLIOGRAPHIE

1. A. Alpatiev. Cycle d'eau des plantes de culture. Leningrad, 1954.
2. Pâturages irrigués. Sous la rédaction de N. Andréev, Moscou, 1978.
3. N. Andréev, V. Tiouldiukov. Irrigation accélérée des fauches et pâturages. Moscou, 1974.
4. R. Afanassiev. Choix des mélanges d'herbes et semis. Extrait du livre «Pâturages irrigués». Sous la rédaction de N. Andréev, Moscou, 1978.
5. V. Bakalo. Indices de disponibilité en eau et régime d'irrigation des herbes sur les alpages kirghizes. Frounzé, 1966.
6. G. Blagovéchenski. Exploitation des fauches et pâturages (expérience canadienne), Moscou, 1967.
7. V. Borovski. Un trésor inestimable. Alma-Ata, 1959.
8. N. Goriounov. Sur la durée d'inondation des bassins artificiels. Annales VASKHNIL, n° 6, 1959.
9. S. Daoulénov, M. Zossouliá. Gestion de l'eau au Kazakhstan. Alma-Ata, 1959.
10. S. Dolgov. Etude de la mobilité de l'humidité de sol et de son accessibilité aux plantes. Moscou, 1948.
11. S. Dolgov. Guide d'études d'amélioration des sols dans les régions steppiques et boisées de la partie européenne de l'URSS, Moscou, 1953.
12. V. Joukova, Z. Kanafina, A. Yastrebov. Condition de formation et propriétés du bassin d'inondation Tué-Moïnak. «Gazette» de l'Académie des Sciences du Kazakhstan, n° 6, série biologie, 1973.
13. V. Joukova, V. Starodoubtsev. Irrigation par inondation des sols et régions arides du Kazakhstan. Alma-Ata, 1975.
14. A. Zaitseva. Irrigation par submersion dans la région de Karaganda. Alma-Ata, 1955.

15. B. Korotkov. Régime d'irrigation et technique des pâturages irrigués. Extrait du livre «Pâturages irrigués» sous la rédaction de N. Andréev. Moscou, 1978.

16. F. Kim. Réserves d'irrigation par inondation. «Agriculture du Kazakhstan», n° 8, 1966.

17. E. Klapp. Fauches et pâturages. Moscou, 1961.

18. A. Kostiaikov. Fondements d'amélioration. Moscou, 1980.

## EFFET DU REGIME DE RESERVE SUR LE RENDEMENT DES PATURAGES

par K. Antonova, licenciée en science biologique,  
rechercheuse de l'Institut de déserts  
de l'Académie des sciences de la RSS  
de Turkménie (Achkhabad)

La protection de l'environnement naturel et l'exploitation rationnelle des ressources biologiques sont actuellement des sujets qui suscitent l'attention de l'humanité.

Les écosystèmes de la zone aride font preuve d'une grande originalité qui conditionne leur emploi comme pâture par excellence pour les moutons et les chameaux. Le succès de l'élevage désertique, y compris sa branche la plus précieuse, celle de l'élevage des caraculs, est déterminé, en premier lieu, par l'état des pâturages. Si les éleveurs sont à même de conserver la végétation authentique ou l'améliorer par des mesures spéciales, l'effet est vivement ressenti aux pâturages naturels, le rendement et la capacité y étant accrues.

Les 3-4 dernières décennies une attention particulière fut portée à l'exploitation rationnelle des ressources végétales des déserts, ces dernières fournissant la base fourragère principale pour l'élevage des moutons. C'est pourquoi plusieurs études furent consacrées à l'évaluation, l'exploitation rationnelle et l'amélioration des pâturages; les résultats de ces études sont mis en pratique. Pourtant, nombre de données que l'on ne puisse obtenir qu'à la suite d'un monitoring prolongé dans les stations d'observations, font toujours défaut.

En particulier, il est très important de savoir les délais des changements qui surviennent sur de vastes surfaces désertiques servant de pâturages, des changements dans la composition des espèces, dans la structure et la productivité de la couverture végétale; le temps (en années) au cours duquel les pâturages se trouvant dans un certain degré de dégression, vont subir une détérioration ou, au contraire, une amélioration de leur productivité normale, à la suite de la mise, pour une période donnée, hors de rotation économique. Il est d'une importance considérable de révéler la durée d'un rendement élevé au régime de réserve, aussi bien que les procédés pour rétablir la végétation sur les pâturages les plus maigres des déserts sablonneux et argileux, la protection mise à part.

Le laboratoire de l'écologie des plantes à l'Institut des déserts avait mis sur pied, pour l'étude de ces problèmes, une exploration parallèle des écosystèmes

naturels au régime d'exploitation différent — dans les réserves, dans les territoires exploités et dans les massifs soumis à une bonification active. La présente communication se propose d'élucider l'influence d'une protection prolongée sur l'état général et la productivité des pâturages.

Les études étaient effectuées aux confins méridionaux du Kara-Koum Central à la station (le puits du Karrykoul) située à 60 km au nord d'Achkhabad, au cours des 17 années (1960-1976). Le relief de l'emplacement est marqué par des chaînes de takyres, où les dunes de sable sont alternées par des terrains plats aux surfaces sablonneuses ondulées et celles de takyre.

Le lieu de réserve totalisant 50 hectares fut mis en défens en 1960. Il est situé à trois kilomètres du puits, sur un territoire soumis, au cours d'une longue période, à l'influence anthropohène: il s'agit de la mise en pâture des moutons et des chameaux, ainsi que de la coupe des arbustes pour le chauffage. La couverture végétale y fut fortement dégradée et les sables se trouvèrent rassemblés en dunes (la seconde et la troisième phases de la dégression de pâturages d'après l'échelle de trois points).

Le profil écologique long de 2 km fournit les caractéristiques essentielles des éléments du relief, des types de sols et des associations végétales.

La quantité moyenne annuelle de précipitations est de 148 mm, avec des variations, selon les années, dans les limites de 93-294 mm. La saison froide (novembre-février) totalise 64 mm de précipitations atmosphériques, et la période printanière (mars-mai) — 69 mm. L'été y reste invariablement sec. En 17 ans, dans 7 cas la quantité de précipitations était sensiblement plus basse, par rapport à la moyenne de plusieurs années, et dans 6 cas cette quantité exédait la norme.

Aux confins méridionaux du Kara-Koum Central, on a révélé les types de sols suivants: terres gris-brun solonisées, terres argilées légères, moyennes et lourdes, terres à l'aspect de takyre et plaines de takyre. Les takyres typiques sont dépourvus de végétation supérieure, tandis que les surfaces à l'aspect de takyre sont couvertes par des associations d'asinthés et de tetyres avec *Gemanthus gamocarpus* (n° 4).



Le profil des sols sablonneux désertiques et faiblement développés sur des chaînes de sable, est composé de matériaux uniformes et sélectionnés par les vents. La végétation y est maigre, avec une prédominance d'*Aristida karelinii*; pour le reste ce sont des sables dénudés nus par le vent. Les sols désertiques sablonneux et radiculés sont répandus sur des sables peu et moyennement ondulés, dans les terrains fixés par les *Carex physodes*. Bien souvent, l'horizon supérieur et suffisamment compact y est fortement fixé par des racines et des rhizomes de *Carex*; quant à l'horizon qui suit, il est constitué par des sables sélectionnés par le vent. Sur les sols en question on trouve, en prédominance, les associations suivantes: *Calligonum rubens* - *Mausolea eriocarpa* - *Carex physodes* (n° 2) et *Salsola arbuscula* - *Artemisia kemrudica* - *Carex physodes* (n° 3).

La couverture végétale compte quelques 200 espèces de plantes à fleurs. Les plus répandues parmi ces dernières sont les représentants des familles suivantes: *Chenopodiaceae*, *Gramineae*, *Compositae*. Les mousses sont représentées par une seule espèce: *Tortula desertorum*, et les lichens superficiels par les *Calophaca geophila*, *Ridonia terrestris*, *Calina renax* et d'autres [3].

La végétation est diversifiée quant à la composition des formes de vie. On y rencontre deux espèces d'arbres, 14 espèces d'arbustes, 16 - de sémi-arbustes, 52 espèces de plantes vivaces et 116 - d'annuelles. La couverture végétale de base est fournie par des arbustes (genre *Calligonum* et *Salsola*) et des sémi-arbustes (genre *Salsola* et *Artemisia*). Il est rare qu'une espèce donnée joue un rôle dominant dans la couverture végétale, mais les plantes annuelles prennent, grâce à leur diversité d'espèces, une portée certaine dans la composition végétale, surtout lors des années humides. Quant aux plantes vivaces, il faut mettre en relief les genres de *Carex* et de *Heliotropium*.

Dans les trois associations dominantes: n° 2, n° 3, n° 4 - les études touchaient la composition d'espèces, la structure des cénopopulations des espèces dominantes, la structure végétale verticale et horizontale, la productivité de la phytomasse, y compris le rendement fourrager\*. En même temps on prenait actes de l'état des surfaces terrestres et de la répartition de la sinisie terrestre composée par les mousses, les lichens et les algues.

Pour décrire l'évolution dynamique des écosystèmes sous l'impact du réservoir, tout le cycle de 17 ans embrassant l'ensemble d'observations, fut partagé en trois périodes, qui caractérisent l'état des surfaces de sols et de la couverture végétale en fonction du régime de réserve:

- I - la période de reconstitution, 1960-1966 - 7 ans,
- II - la période productive, 1967-1971 - 5 ans,
- III - la période du début de la dégradation, 1972-1976 - 5 ans.

\* La récolte fourragère indiquée est partout calculée au maximum pour une année à partir d'un hectare et au poids sec.

L'aspect général des changements dans la structure, et les volumes de la phytomasse et de la récolte fourragère pour chaque période du réservoir sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1

La dynamique de la phytomasse face à la durée du réservoir (masse sèche t/ha)

Indices	Durée du défens		
	1 an (1960)	8 ans (1967)	17 ans (1976)
Chaîne de sable, ass. n° 2			
Biomasse:	4,2	7,4	8,7
au-dessus du sol	1,6	2,6	3,2
souterraine	2,6	4,8	5,5
Mortomasse:	0,4	1,2	0,6
Total de la phytomasse	4,6	8,6	9,3
Sables ondulés, ass. n° 3			
Biomasse:	3,2	6,7	6,2
au-dessus du sol	1,7	2,8	2,0
souterraine	1,5	3,9	4,2
Mortomasse:	0,2	0,9	0,6
Total de la phytomasse	3,4	7,6	6,8
Surfaces à l'aspect de takyre, ass. n° 4			
Biomasse:	2,5	5,1	3,7
au-dessus du sol	1,6	3,2	2,5
souterraine	0,9	1,9	1,2
Mortomasse:	0,2	0,7	0,8
Total de la phytomasse	2,7	5,8	4,5

Tableau 2

La productivité de la biomasse aérienne et des fourrages selon les périodes du réservoir (la moyenne pour une période, masse sèche, t/h)

Indices	Périodes du régime de réservoir			
	I année du réservoir (1960)	Reconstitution (1961-1966)	Productive (1967-1971)	Début de la dégradation (1972-1976)
Chaîne de sable, ass. n° 2				
Total de la masse aérienne:	1,57	2,63	3,19	3,24
branches vivaces	1,23	2,08	3,55	2,59
partie verte consommée	0,34	0,55	0,64	0,65
y compris:				
arbustes	0,17	0,20	0,21	0,17
sémi-arbustes	0,07	0,11	0,18	0,14
herbes	0,10	0,24	0,25	0,34
Sables ondulés, ass. n° 3				
Total de la masse aérienne:	1,69	2,83	3,45	2,00
branches vivaces	1,41	2,37	2,85	1,50
partie verte consommée	0,28	0,50	0,60	0,50
y compris:				
arbustes	0,11	0,14	0,18	0,12
sémi-arbustes	0,08	0,11	0,17	0,14
herbes	0,09	0,25	0,25	0,24
Surfaces à l'aspect de takyre, ass. n° 4				
Total de la masse aérienne:	1,57	3,26	3,70	2,55
branches vivaces	1,45	2,81	2,98	2,13
partie verte consommée	0,12	0,45	0,72	0,42
y compris:				
arbustes	0,01	0,01	0,02	0,01
sémi-arbustes	0,10	0,40	0,59	0,40
herbes	0,01	0,04	0,11	0,01

L'effet causé par le bétail sur le pâturage se résume dans la consommation de la plupart des pousses annuelles, y compris des pousses génératives, l'enfoncement des semences dans le sol, la détérioration des semis, le labourage des surfaces, l'introduction des excréments dans le sol. Après que le réservoir fut interdit pour la mise en pâture, l'ameublissement n'avait plus lieu, et toute la masse des pousses annuelles commence à tomber sur la surface. Cela ne pouvait que contribuer au compactage des sables et des argiles ainsi qu'à l'enrichissement de la couche de sol supérieure par des grains fins et des sels. Des conditions propices surgirent pour la prolifération des mousses et des lichens qui d'ordinaire se trouvent aux pâturages à l'état accablé et ne recouvrent que des îlots autour les arbustes.

Une croûte terrestre apparut, faisant obstacle à la renaissance normale de semences car ces dernières ne pouvaient plus se trouver à une profondeur favorable à leur germination. Les individus adultes en subirent les conséquences: les arbustes et les semi-arbustes se trouvèrent accablés. Tout cela entraîna une reconstitution de la couverture végétale.

La détérioration végétale à la suite de l'absence de la mise au pâturage (sur le territoire où le puits faisait défaut), et sous une influence de la sinusie de mousses et de lichens, ainsi que le compactage de la surface des sables, fut décrite auparavant, par nombre d'explorateurs au Kara-Koum du Nord (Chingareva, 1940; Rodine, 1948; Nikolaev, 1960), au Kara-Koum du Sud-Est (Nétchayeva, 1954; Gounine et autres, 1974), au Kyzyl-Koum (Granitov, 1967; Melnikova, 1973; Momotov, 1973), au Tau-Koum (Kourotchkina, 1978). Pourtant, la continuité et le côté quantitatif du processus en question n'étaient pas élucidés.

Le réservoir prolongé (17 ans) aboutit à des changements considérables dans la structure de la couverture végétale de l'ensemble de chaînes et de takyres aux confins méridionaux du Kara-Koum Central.

La reconstitution de végétation dans le réservoir sur des sables (ass. n° 2 et ass. n° 3). Lors de la première année après la mise en défens, les plantes bien consommées faisaient défaut ou étaient peu nombreuses dans la couverture végétale. Les arbustes et les semi-arbustes dominant (*Calligonum rubens*, *Salsola arbuscula*, *Artemisia kemrudica*) étaient présents au sein des cénopopulations en qualité d'individus d'âge moyen mais dégradés et peu féconds. La reproduction par semences y était faible à cause du manque de semences. La végétation n'occupait que 40–45 % de la superficie, y compris les *Carex physodes* – 20–30 %. Les surfaces de sables étaient meubles, les mousses et les lichens étaient pratiquement absents. Des *Aristida karelinii* isolés apparaissaient sur les sommets des chaînes hautes et petites, tandis que plusieurs abaissements étaient dépourvus de verdure. La productivité du total de la biomasse (aérienne et souterraine) ainsi que de la récolte fourragère étaient de deux fois moins par rapport au volume possible.

En 7 ans de la période de reconstitution, la diversité d'espèces avait doublé grâce à la reconstitution des

espèces rares, qui auparavant étaient consommées par le bétail (*Astragalus maximowiczii*, *A. chivansis*, *Ferula litvinoviana*, *Schumannia karelinii*). La couverture végétale est devenue plus disparaitie à la suite d'implantation de toute une série de microassociations groupées autour des crêtes et des abaissements, des chaînes de sable. Les cénopopulations de dominantes (*Calligonum rubens*, *Mausolea eriocarpa*, *Salsola arbuscula*) accusèrent le spectre d'âge normal et un bon renouvellement. Le nombre d'individus dans les populations d'arbustes et de semi-arbustes s'est vu augmenter d'une fois et demie. La végétation couvrait déjà près de 65–75 % de la superficie de sol y compris les *Carex physodes* – 30–45 %. Les mousses et les lichens recouvraient 5 % de la surface des sables devenus plus compacts. La productivité de la phytomasse et la récolte fourragère ont accru de deux fois par rapport à la première année de la mise en défens. Cet accroissement fut nettement prononcé surtout chez *Calligonum rubens*, *C. setosum*, *Salsola arbuscula*, *S. richteri*, *Aellenia subaphylla*.

Au cours de 5 ans de la période productive, le total de la phytomasse et de la récolte fourragère ont atteint leur maximum. La couverture végétale est devenue plus uniforme, les abaissements ont perdu leurs formes abruptes, de multiples microassociations ont été absorbées par les associations principales, et ces dernières ont adopté leur aspect caractéristique. La végétation recouvrait 80 % de la surface des sables, y compris les *Carex physodes* – 40–55 %. La productivité de la phytomasse ainsi que la récolte fourragère ont accusé une légère augmentation par rapport à la période de reconstitution. Pourtant vers la fin de la II<sup>e</sup> période, la surface des sables s'est déjà couverte d'une croûte fissurée, et la superficie envahie par la sinusie de mousse et de lichen constituait 10 %.

Les cinq années suivantes (III<sup>e</sup> période) sont caractérisées par le début de la dégradation ce qui doit être considéré comme une phase de formation du désert. Le compactage et l'expansion de mousse et de lichen furent accentués sur des sables ondulés; quant aux chaînes de sable, le processus analogue y fut beaucoup plus faible (ass. n° 3 et ass. n° 2 consécutive). L'état (la vitalité) de plusieurs arbustes s'est vu détérioré; il s'agit de *Calligonum rubens*, *Calligonum setosum*, *Salsola arbuscula*, *Salsola richteri*, *Aellenia subaphylla*.

A la suite du compactage de la surface de sol sur les pentes de la chaîne de sable (ass. n° 2), compactage provoqué par l'abondance des pousses de *Carex physodes*, le nombre de pousses dans d'autres associations herbeuses a décliné, et certaines espèces ont pratiquement disparu de la couverture végétale (*Aristida karelinii*, *Aristida pennata*). Leur rôle, de ce fait, fut réduit au minimum sur le plan d'accumulation de la matière verte.

La mise en réserve prolongée fait un effet sur la distribution des herbes annuelles: la quantité et la masse des graminées ont décliné laissant la place aux herbes diverses accusant ainsi un haut degré de fixation des sables. Les graminées qui préfèrent des sables

faiblement et moyennement fixés, se déplacent sur la partie supérieure de la pente et le sommet de la chaîne de sable; quant aux herbes diverses, elles deviennent prolifères sur les parties moyenne et inférieure des pentes. Le poids spécifique d'herbes printanières dans la récolte générale s'accroît lors de la mise en réserve prolongée, et celui des arbustes diminue dans le cas analogue.

Dans l'ass. n° 3, sur les sables ondulés, la reconstitution fut suivie de dégradation beaucoup plus vite, et le processus fut prononcé plus nettement que dans l'ass. n° 2. Cela est dû au relief et aux compositions des sols, à la proximité de la base à l'aspect de takyre surtout. Durant tous les 17 ans de la mise en défens, on observait le compactage des sables, la formation de la croûte superficielle et l'expansion des mousses et des lichens.

Au cours de la période de réserve, la quantité de pousses de *Carex physodes* montait en flèche. Il est vrai qu'avec le début de dégradation (III) le *Carex physodes* fut entraîné dans le processus, lui-aussi, mais au cours des périodes I; II et III cette plante formait des récoltes qui dépassaient de 2-3 fois celle qui était au commencement du réservoir. Le résultat en fut une diminution et une détérioration sensible de la vitalité et de la récolte des arbustes (*Salsola arbuscula*) et des sémi-taillis (*Artemisia kemrudica*, *Ammothamnus lehmannii*).

Le compactage des sables réduit au minimum l'expansion des graminées annuelles et conditionne la haute quantité d'herbes diverses, de la *Malcolmia grandiflora* surtout.

La productivité de toute la phytomasse et la récolte fourragère diminuèrent de 30 % dans l'ass. n° 3, tandis que dans l'ass. n° 2 la productivité restait au même niveau, en accusant une légère augmentation.

Les crêtes et les derniers tiers des pentes dans les grandes chaînes de sable restaient couverts, avant la mise en défens, par les broussailles éclaircies de psammophyte *Aristida karelinii*. Ces sables qui forment des dunes sont des terres peu pratiqués pour les pâturages. La mise en défens avait provoqué une prolifération rapide des herbes vivaces *Heliotropium arguziodes*, *Tournefortia sogdiana* qui montaient les pentes; la reproduction végétative se faisait par des rejetons et les semences. On a vu apparaître sur des sables apaisés, parmi ces herbes, le *Calligonum rubens*, et par la suite, des graminées annuelles. Les conditions de vie se sont empirées pour *Aristida karelinii*, à la suite de quoi cette plante, propre aux sables mobiles, s'est mise à dépérir, cédant la place aux espèces plus valeureuses sur le plan fourragère. Vers la 17<sup>e</sup> année les sables se sont arrêtés, et la végétation reconstituée a permis de récolter 0,12 t/h de la matière fourragère.

La reconstitution de la végétation sur des surfaces à l'aspect de takyre, ass. n° 4. En 1960, lors de la mise en défens la végétation n'occupait que 36 % de la superficie des takyres. Les mousses et les lichens étaient pratiquement absents. Les dominantes de la couverture végétale — l'*Artemisia kemrudica* et, surtout, *Salsola*

gemmascens se rétablissaient mal. Au sein de la population *Salsola gemmascens*, prédominaient des individus fortement dégradés sans pousses génératrices; le sol pratiquement ne recevait pas de semences.

Au cours de la restitution de végétation (I) la formation intense de la matière verte était assurée par *Artemisia kemrudica*: la récolte a accru de 3 fois par rapport à 1960. Pendant la période productive (II) de la mise en défens, des conditions optimales se sont créées non seulement pour *Artemisia kemrudica*, mais pour *Salsola gemmascens*, elle aussi. Le résultat en fut la récolte quintuplée par rapport à 1960. La phase de réserve ultérieure (III) a contribué à une diminution abrupte de la vitalité d'*Artemisia kemrudica*; la matière verte de cette dernière a décliné de trois fois. Quant à la récolte générale, la perte fut de 1,5 fois.

Un rôle considérable dans la récolte de la matière verte sur les takyres revenait aux salinières annuelles, et surtout au *Gamanthus gamocarpus*, quoique leur quantité reste en fonction de précipitations selon l'année. Le régime de réserve fut favorable pour cette plante annuelle. Lors de la première période de la mise en défens, quand la quantité de *Gamanthus gamocarpus* était importante, ce dernier formait une grande masse, jusqu'à 3 q/ha certaines années. Durant les 5 dernières années de régime de réserve (1972-1976), la quantité ainsi que le rendement de cette plante ont décliné. Le rendement diminua à la suite de dégradation de la végétation sémi-arbustive et la disparition des salinières annuelles; cela était dû au compactage des surfaces à l'aspect de takyre et une large expansion de la sinusie mousse-lichen-algues.

Les régularités générales dans la reconstitution, et par la suite dans la dégradation végétale sur des surfaces à l'aspect de takyre, furent les mêmes que pour l'ass. n° 3 sur des sables ondulés. Néanmoins, sur des sols argilés alcalins le processus en question se déroulait d'une façon plus intense et marquée.

La détermination du poids de la matière organique (biomasse et mortomasse) dans les trois associations aux confins méridionaux du Kara-Koum Central, en trois périodes, avait permis de suivre les changements dans la structure et la productivité végétales sous l'effet du réservoir durable; au cours de ce dernier la récolte fourragère était en fonction non seulement des conditions météorologiques, mais aussi du facteur phytocénotique et de la composition des biomorphes.

Parmi les associations soumises à l'étude, les arbustes faisaient parti de l'ass. *Haloxylon persicum* — *Carex physodes* (n° 1) et *Calligonum rubens* — *Carex physodes* (n° 2). Il est à noter que *Haloxylon persicum* est une association autochtone du désert sablonneux; quant au *Carex*, il présente une formation secondaire, apparue après l'extinction de *Haloxylon persicum*, et le niveau d'arbustes se trouve de ce fait appauvri. La mise en défens n'est pas à même de reconstituer *Haloxylon persicum* et *Haloxylon aphyllum* sur place, vu l'absence de semences à proximité du puits (pourtant des individus isolés ont apparu sur les

plains de takyre). Cela provoque des suites quant à la productivité de l'ass. n° 2 qui s'avère plus basse pour les conditions locales — l'effet fut prouvé après la reconstitution artificielle de *Haloxylon aphyllum* par l'ensemencement.

Le volume de biomasse et les particularités de sa structure, dans les parties aériennes et souterraines des associations, dépendent de la prédominance de biomorphes. Dans les associations qui poussent sur des sables (n° 2 et n° 3) où la biomasse se compose d'arbustes et de *Carex physodes*, la masse souterraine est de 1,5 et de 4 fois plus grande par rapport à l'aérienne: le fait est dû à la prédominance de *Carex*. Quant aux surfaces à l'aspect de takyre, où les semi-arbustes poussent sans participation de *Carex*, la masse aérienne fait le double de la masse des systèmes racinaires. De cette façon, on ne peut pas prétendre que la masse d'organes souterrains dépasse de plusieurs fois celle d'organes aériens dans toutes les associations désertiques. Dans des cas fréquents, les masses aérienne et souterraine sont égales, ou même la masse d'organes aériens se révèle de deux à quatre fois plus volumineuse que la masse d'organes souterrains. Les données reçues apportent des précisions substantielles aux idées traditionnelles quant à la structure de biomasse et le rapport entre ses parties diverses, et surtout entre la partie aérienne et souterraine, chez les plantes appartenant à des biomorphes et des associations désertiques différentes.

L'étude de l'accumulation annuelle des parties vertes (la récolte fourragère) face aux particularités des formes de vie, a permis de mettre au clair le degré de variations dans le volume de la récolte sous l'impact des conditions météorologiques. La récolte d'arbustes varie dans les limites de 3 fois, celle de semi-taillis — de 13 fois, celle de plantes vivaces printanières (*Carex*) — de 3 fois, celle de plantes annuelles hivernales et printanières («éphémères») — de 13 fois, celle d'herbes diverses — de 40 fois et celle de plantes annuelles d'été — de 50 fois par rapport à la moyenne. De cette façon, la récolte la plus stable est observée chez les plantes aux parties vivaces bien développées (les arbustes) ou à la masse d'organes souterrains volumineuse (*Carex physodes*); quant aux plantes annuelles, la récolte y reste très variée. Compte tenu du fait qu'au moment de la mise en défens l'état du territoire fut inégal sur le plan de conservation, la reconstitution d'écosystèmes se déroulait d'une manière différente selon les éléments du relief.

Dans l'ass. n° 2 sur la pente d'une haute chaîne, où la reconstitution végétale fut achevée au cours des 17 ans du régime de réserve, on a observé par la suite une baisse de la biomasse ainsi que de toute la matière organique.

Dans l'ass. n° 3 (sur des sables ondulés) et surtout dans l'ass. n° 4 (sur des surfaces à l'aspect de takyre) une dégradation végétale a commencé à s'extérioriser sous l'effet du réservoir prolongé (après 12 ans); on y a constaté une diminution de toute la matière organique et surtout de la biomasse, sa part vitale. A la suite de ce

fait, l'ass. n° 3 et surtout l'ass. n° 4 ont accusé une baisse considérable de bois vivant, ce qui prouve une dégradation des semi-taillis. Cette constatation a permis de prévoir la diminution ultérieure de productivité dans le cadre du réservoir, et effectivement, les prévisions furent confirmées en 1978.

Sur le territoire où la mise au pâturage fut défendue, des conditions propices pour une expansion de mousses et de lichens ont surgi. Cela a entraîné la disparition de certaines espèces (*Astragalus longipetiolatus*, *Aristida pennata*, *Tornefortia sogdiana*) et l'appauvrissement de la composition d'espèces, ainsi qu'à la détérioration de vitalité chez les arbustes et les semi-arbustes dominants (*Calogonum setosum*, *Salsola arbuscula*, *Artemisia kemrudica*), à la perturbation d'une structure normale de cénopopulations, ces dernières ont montré des signes de vieillissement, de réduction dans le renouvellement des plantes et, finalement, de la baisse de la production de biomasse et de récolte fourragère.

Les pâturages sur des sables ondulés et des surfaces à l'aspect de takyre, ces pâturages occupant des superficies majeures, se reconstituent dans 7 ans et gardent un fort rendement au cours de 5 ans consécutifs. Plus tard, c'est à dire dans 12 ans, des signes de dégradation apparaissent, et les récoltes tombent. Vers la 17<sup>e</sup> année les pâturages se dégradent encore d'avantage.

Sur les pentes de hautes chaînes de sable qui occupent une superficie limitée, la végétation se reconstituait sept ans, et au cours de toutes les 17 années d'observation le rendement restait à un niveau élevé. Les sommets des chaînes de sable sont devenus plus fixes à l'issue de 17 années de réservoir.

De cette façon, les pâturages au rendement normal n'ont pas besoin de repos prolongé; ce dernier provoque un vieillissement de pâturage à la suite de compactage des surfaces de sol; on se retrouve, par ailleurs, à la perturbation du renouvellement et en présence de la sinusie de mousse et de lichens. Les écosystèmes soumis à une exploitation modérée conservent leur productivité, ce qui prouve des expérimentations précédentes effectuées dans le Kara-Koum du Sud-Est.

Dans le Kara-Koum Central, à la suite d'une répartition inégale du bétail sur l'ensemble du territoire, on trouve des massifs en détérioration due à la sous-exploitation. Cela provoque la formation de karakorgangue qui entraîne une baisse de rendement de 20—40 %. Des pâturages pareils doivent figurer dans le cycle d'exploitation. Sinon, on se trouve face à une situation où la formation de désert dans le Kara-Koum apparaît non seulement sous l'effet du facteur anthropogène mais aussi à l'absence de mise en pâture. Cette conséquence amène à prêter l'attention sur la nécessité d'utiliser d'une façon modérée tout l'ensemble du territoire désertique occupé par les pâturages.

Une exploitation rationnelle de végétation consiste en une mise en pâture modérée et une coupe de broussailles limitée. C'est un procédé efficace de conserver une haute productivité de végétation et pour parer à la formation de déserts.

## Conclusions

1. La rapidité de reconstitution des pâturages, détériorés par la surexploitation et la coupe de broussailles, est en fonction du degré de leur dégradation et des conditions écologiques — du caractère de relief, du type de sols et du régime de vents.

2. Les pâturages situés sur des sables ondulés et les surfaces à l'aspect de takyre, et se trouvant à la seconde et la troisième phases de dégression, se reconstituent au cours de 7 années après la mise en défens. Ils conservent un haut rendement durant les 5 années ultérieures, après quoi la végétation commence à se dégrader et les récoltes fourragères tombent. Cela prouve la conclusion précédente (Nétchayéva, 1954) qui stipule que les pâturages au rendement normal

n'ont pas besoin de repos, tandis qu'une mise en pâture moyenne soutient leur forte productivité.

3. Sur les pentes de hautes chaînes de sable au faible pourcentage de petites particules poussiéreuses, le processus de reconstitution et de transformation végétale passe plus lentement. Après 7 ans de la mise en défens le rendement atteint le niveau normal et y reste, en s'augmentant quelque peu, au cours des 10 ans ultérieurs. Vers la 17<sup>e</sup> année de réserve des signes de dégradation végétale n'y apparaissent pas encore.

Les tiers supérieurs des pentes ainsi que les sommets des grandes dunes de sable n'étaient pas couverts de verdure même après 17 ans de mise en défens. Pour accélérer ce processus, il faut que le régime de réserve soit combiné avec l'ensemencement par des semences d'arbustes.

## BIBLIOGRAPHIE

1. I. Granitov. La couverture végétale du Kyzyl-Koum du Sud-Ouest. Vol. II. Ed. de la Filiale de l'A. Sc. Tachkent, 1967.
2. P. Gounine, V. Dedkov, O. Frolov. L'expansion, les particularités écologiques et la productivité des sinusies de la mousse désertique au Kara-Koum. Matériaux du symposium «La structure et la productivité de la végétation désertique, son exploitation rationnelle et sa bonification». Ed. «Naouka», Alma-Ata, 1974.
3. Z. Djouraéva. Les explorations écologiques et lichenologiques dans les biogéocénoses désertiques du Turkménistan. Matériaux du symposium soviéto-américain sur les réservoirs biosphériques, part I, Moscou. Ed. du Comité soviétique pour le programme de l'UNESCO «L'homme et la biosphère», 1976.
4. L. Kourotchkina. La végétation psammophyte des déserts du Kazakhstan. Ed. «Naouka», Alma-Ata, 1978.
5. R. Melnikova. La végétation psammophyte. Dans le recueil «La couverture végétale de l'Ouzbékistan et les voies de son exploitation rationnelle», vol. II, Ed. de la Filiale de l'A. Sc. Tachkent, 1973.
6. I. Momotov. La végétation gypsophile. Dans le recueil «La couverture végétale de l'Ouzbékistan et les voies de son exploitation rationnelle». Vol. II. Tachkent, 1973.
7. N. Nétchayéva. L'influence exercée par la mise en pâture au Kazakhstan comme base pour la rotation fourragère. Dans le recueil «Les déserts en URSS et leur mise en valeur». Vol. 2, Moscou-Léningrad, 1954.
8. V. Nikolaev. Les pâturages du Kara-Koum Transoungouz. Ouvrages de l'Institut de l'élevage et de la médecine vétérinaire du Turkménistan, Vol. 2, 1960.
9. L. Rodine. Des matériaux pour l'étude du Kara-Koum du Nord et Transoungouz. Ouvrages de l'Institut botanique de l'Académie des sciences de l'URSS, série III «La Géobotanique», livraison 5, Moscou-Léningrad, 1948.
10. E. Chingaréva. Les ressources fourragères de Kara-Koum de Nord, dans le recueil «Les ressources naturelles», partie I, Moscou-Léningrad. 1940.

## VII. QUELQUES ASPECTS DE L'ÉCOLOGIE DES PATURAGES EN AUSTRALIE, EN AFRIQUE ET AUX ETATS-UNIS

### SOLS DES PACAGES EN AUSTRALIE

par I.J. Hallsforth.

Université de Sussex (Brighton)

#### Lithosols

**Morphologie.** Les lithosols représentent, en général, les sols rocailloux ou caillouteux à surface bien structurée. Ils ne sont pas divisés en horizons (sauf l'horizon «A<sub>1</sub>» dû à l'accumulation des sédiments organiques). Ce sont, de préférence, des sables de faible épaisseur, des limons ou des limons argileux contenant beaucoup de gravillons, débris des roches altérées pouvant servir d'indices du degré de l'altération. Le caractère pierreux et l'absence d'horizon net sont les traits distinctifs de ces sols.

**Expansion.** En Australie les lithosols sont répandus dans les endroits où a eu lieu une érosion intense du sol et où il y a une couche fine du sol, c'est-à-dire dans la zone de partage des eaux et sur des pentes abruptes de régions montagneuses. Sous des conditions topographiques favorables les lithosols peuvent apparaître sur quelques roches résistant à l'altération.

**Caractères génétiques.** La formation du sol dans les lithosols est minime, elle se traduit par l'altération des roches sous-jacentes, par une certaine accumulation d'humus et par l'apparition de la structure du sol dans la couche superficielle. Il y a aussi l'altération et le lessivage de sols, mais en général, l'aleurite est constitué de déblais de roches naturellement érodées et de grains de minéraux, la division en horizons fait défaut, sauf ledit horizon «A<sub>1</sub>».

**Utilisation agricole.** Là, où la végétation naturelle représentée par des graminées et des herbes diverses pousse sur les lithosols ou les sols pierreux peu épais on l'utilise pour le pacage des moutons et des bovins. Là, où les forêts vierges ont des essences économiquement précieuses on les utilise comme matériau de construction. Les précipitations atmosphériques suffisantes, on y plante des arbres endémiques et exotiques.

#### Sables siliceux (arenosols)

**Morphologie.** Les sables siliceux se distinguent sensiblement par la couleur, par la prédominance de quartz dans leur structure, par un profil large, par la présence des particules limoneuses, par l'absence de division en horizons, sauf l'horizon «A<sub>1</sub>», accumulant de l'humus. Cet horizon n'existe pas sur des massifs sans végétation, de sorte que ces sables situés sur la crête du bourrelet sont exposés à l'érosion subaérienne. Les sables siliceux sont de couleur gris-brun ou brun rougeâtre; dans des régions aux précipitations at-

mosphériques annuelles plus considérables la différenciation du profil se manifeste plus.

Les sables siliceux se divisent en quatre sous-groupes: sables couleur paille des littoraux humides, sables bruns des vallées peu profondes et des plaines d'alluvion dans des régions semi-arides ou semi-humides, sables rouges (aussi jaunes et bruns) formant des collines sableuses désertiques ainsi que des sables couverts de gravillons et de pierres répandus sur des sédiments organogènes et colluviaux résultant de l'altération des granites acides et d'autres roches siliceuses. La plupart d'entre eux ont été détruits et lessivés avec le temps, notamment les sables des terres arides qui se distinguent par l'absence de sels et de carbonates, par une réaction acide faible à la profondeur allant jusqu'à 1,8 m.

Les sables paille des littoraux ont l'horizon «A<sub>1</sub>» brun-gris à teneur inférieure ou modérée des substances organiques, les sables fortement lessivés sont de couleur jaune ou blanchâtre à la profondeur de 6 m et plus. Ils correspondent, généralement, à de hautes dunes et peuvent former des sols sablonneux à l'horizon «B» humique et ferrugineux situé à de grandes profondeurs. Dans certains endroits les sables recouvrent des formations humiques, dont des tourbes.

Les sables gravillonnées et pierreux sont également fortement lessivés et se rapprochent des sables paille; cependant, ils sont à gros grains, contiennent plus de particules limoneuses et leur couche est sensiblement plus fine. Leur profondeur ne dépasse pas 1,5-1,8 m. Leur substratum jaune pâle ou blanchâtre est constitué de sable caillouteux, parfois avec du gravillon, ou bien c'est un limon.

Le substratum représente l'horizon sablonneux «A<sub>2</sub>» passant en roche altérée ou ayant un colluvium sous-jacent.

Les sables bruns sont caractérisés par un horizon «A<sub>1</sub>» limoneux faiblement prononcé à teneur relativement basse en humus et à texture limoneuse. Leur couleur gris-clair brun vire au brun rougeâtre dans la partie supérieure du profil et au jaune dans la profondeur.

Les sables rouges désertiques ne changent pas de couleur tout au long du profil, ils sont meubles ou peu cohérents. Les sables rouges ainsi que les bruns ont une teneur élevée en particules limoneuses. Leur substratum dans la partie inférieure du profil est

constitué souvent de sables argileux ou d'une couche de terre tassée.

**Expansion.** Les sables siliceux mentionnés se rencontrent dans les endroits les plus divers, ce qui est dû à leur origine. Les sables jaune clair et blanchâtres suivent sans interruption le littoral nord, depuis l'État septentrional de la Nouvelle Galles du Sud jusqu'aux terres nord-est de l'Australie occidentale. Les concentrations principales de ces sables sont situées dans les régions sud-est et nord-est de l'état Queensland où ils forment un système de dunes dont l'orientation est déterminée par des alizés sud-est. Des superficies moins importantes longent le littoral sud des états de l'Australie occidentale et de Victoria.

Dans des vallées étroites et sur des plaines alluviales des régions intérieures de l'Australie, généralement dans les états orientaux on trouve des sables bruns où ils forment des chaînes de dunes basses. Les sables rouges et les sables jaunes, partiellement, des déserts et des territoires adjacents de la partie centrale ainsi que dans l'Australie occidentale couvrent des superficies les plus grandes de toutes celles qui sont occupées par les silices.

**Caractères génétiques.** Les sables siliceux sont d'origine différente. Ce sont des sables alluvionnaires ou des sables de plages. Ils se diffèrent également par l'hétérogénéité granulométrique des éléments; leur genèse est due principalement à la déflation du sol dans les régions arides ou semi-arides. Les sables gravillonnés et pierreux sont soumis à l'altération. Grâce à leur perméabilité élevée et à leur capacité insignifiante de retenir l'eau, les sables sont lessivés même sur les territoires arides, le limon et les particules poussiéreuses s'y trouvant en quantité infime pénètrent dans la partie inférieure du profil. La formation du sol est lente, elle se traduit par une certaine accumulation des substances organiques et par l'apparition de la structure dans la couche supérieure. Les sels et les bases sont lessivés alors que les sols ont une réaction acide dans les zones de précipitations élevées, leur acidité s'accroissant par la suite de l'accumulation des substances organiques acides peu importantes dans le profil même.

**Utilisation agricole.** A part les agrumes cultivés sur des terres irriguées au sud-est de l'Australie, les sables siliceux sont essentiellement utilisés pour le pacage du bétail, cependant les sols meilleurs que ces derniers sont préférés. Les sables de déserts ne sont pas exploités, sauf leurs zones frontalières.

#### Sables terreux (arénoles)

**Morphologie.** Ces sables sont caractérisés par la cohésion du substratum suivant le profil. Le substratum est lié par le sable composé de sable argileux ou de limon sableux léger, généralement, de couleur rouge, parfois jaune. Les sables peuvent être d'une épaisseur relativement faible ou situés aux grandes profondeurs. Le sol a l'aspect «terreux», dû aux enveloppes argileuses, autour des grains de sable et à leur cimentation par des particules limoneuses contenant de l'oxyde

de fer. Cette enveloppe argileuse des sables les fait ressembler aux limons, en principe, beaucoup plus lourds. Les sables terreux équivalent aux sables rouges tout en étant plus homogènes par la composition et contenant de gros grains.

La couche superficielle plus sombre, faiblement prononcée en bas, constituée de sable meuble brun ou rougeâtre, est plus homogène par son aspect, et plus lourde; sa cohésion s'accroît avec la profondeur. Les sables terreux renferment également des concrétions ferrugineuses, visibles à la surface. Sur des plateaux peu élevés ou des plaines sablonneuses de l'Australie Occidentale on peut trouver, sous la couche de ces sables à partir de 1,8 m de profondeur, une couche moins altérée ou une latérite.

**Expansion.** Les sables terreux s'étendent en arc large depuis les frontières extérieures des régions de l'Australie Occidentale où l'on cultive le blé sur le territoire du Nord jusqu'au nord-est de Queensland. Ils couvrent en général de vastes plateaux peu élevés, car les plaines sableuses sont les restes des plateaux anciens, tels le désert Gobi et le Grand désert; on les trouve également sur les plaines longeant les frontières des régions de pâture de Peterman et Macdonnel, dans l'Australie centrale. Les sables terreux sont largement répandus dans l'Etat de l'Australie du Nord jusqu'à la Terre d'Arnhem. Au sud-est de Queensland il y a également des surfaces pareilles. Les espèces jaunes de ces sables se trouvent en grande quantité près de la frontière sud-ouest du massif, entre Geraldton et Kalgoorlie dans l'Australie Occidentale.

**Caractères génétiques.** Les processus essentiels présidant à la formation de ces sols, seraient, de toute évidence, le lessivage et l'accumulation des substances organiques dans la couche supérieure aboutissant à l'apparition de l'horizon «A<sub>1</sub>». Bien que le sol ne soit pas salé et carbonaté et que sa réaction soit acide, les conditions de sa formation ne seraient pas tellement dures. De sorte que des particules limoneuses n'en étaient pas lessivées, elles couvrent assez régulièrement les grains de sable suivant tout le profil.

**Utilisation agricole.** De grands terrains de sables terreux dans les déserts ne sont pas exploités. Il est vrai que quelque part on y pratique le pacage du bétail et des moutons.

#### Sols carbonatés gris-brun et rouges (calcic yermosol)

**Morphologie.** La texture de ces sols peu profonds et tendres, contient du limon à structure faible ou pulvérulente et de l'argile légère, ainsi que des carbonates bien divisés dans sa partie supérieure. La différenciation en horizons n'est pas très sensible. Ces sols sont de préférence éluviaux et se forment sur des roches carbonatées situées plus bas à profondeurs différentes (allant jusqu'à 40 cm). Généralement, on voit des particules calcaires dans le profil qui peuvent être projetées à la surface avec le galet calcaire en présence du cilicium. Beaucoup de ces terres sont des lithosols carbonatés.

La couche superficielle gris-brun ou rouge de quelques centimètres d'épaisseur représente généralement

un limon ou un limon argileux, dense ou meuble, à structure finement lamellaire ou finement noduleuse. En bas, cette matière est massive et peu solide ou plus argileuse, finement noduleuse, aux éléments à faces irrégulières. La teneur en boue s'accroît dans la limite d'une seule classe texturale suivant le profil.

**Expansion.** Ces sols sont liés aux calcaires et aux roches sédimentaires carbonatées là, où ils affleurent dans les régions arides et semi-arides. On les trouve couramment dans l'Australie du Sud, sur la plaine Nullabore et dans les régions adjacentes à la frontière des Etats de Queensland et du Territoire du Nord.

**Caractères génétiques.** Ces sols ne sont constitués que de dépôts minéraux carbonatés résultant de l'altération de la roche mère carbonatée sédimentaire. L'absence de lessivage due au climat aride et semi-aride de leur formation, aboutit à l'accumulation de carbonatés dans la partie supérieure du profil, le processus de formation du sol se manifeste dans la structure faible des horizons et dans l'évacuation de ces sols d'une partie des carbonates. La couche superficielle accumule une petite quantité de substances organiques.

**Utilisation agricole.** La plus grande partie de la plaine Nullabore et des régions attenantes n'est pas exploitée. Dans d'autres endroits on pratique de temps en temps le pacage du bétail et des moutons.

#### Limons désertiques (luvic yermosol)

**Morphologie.** Les traits caractéristiques des limons désertiques sont: variation de la structure à partir d'un horizon «A» limoneux, pas large, nettement séparé des horizons argileux structuraux «B», couleur brune virant au rouge et réaction alcaline surtout sensible à une grande profondeur sous le sol. La réaction dans la couche supérieure change d'alcaline à neutre.

L'horizon «A» se distingue par la composition limoneuse brun-clair ou brun rougeâtre, mais il peut également contenir des sables limoneux ou du limon argileux de l'épaisseur de 3 à 10 cm; la surface du sol est pulvérulente et la couche supérieure de 0,5 à 1,2 cm peut se détacher en croûte. De petites quantités de carbonate de calcium bien divisé sont souvent dispersées dans le sol limoneux, on voit par-ci, par-là des tâches de sable meuble. La partie inférieure de l'horizon «A» est, d'habitude, plus pâle et faiblement lessivée, en même temps elle est nettement séparée de l'horizon «A<sub>2</sub>» qui a une frontière bien visible le détachant de l'horizon rouge «B» à structure noduleuse ou polyédrique situé plus bas. Ces substratums argileux sont modérément salés dans le cas, où ils sont imprégnés d'eau et contiennent des carbonates et du gypse en quantité grande ou moyenne. Certains carbonates peuvent se trouver sous forme de concrétions. La composition des cations échangés basiques renferme Ca et Mg, la partie inférieure de l'horizon contient jusqu'à 20 % et plus de cation Na. A des profondeurs modérées l'horizon «B» passe en horizon «C», constitué de roche altérée parfois avec du gravier.

Souvent la surface du sol est couverte d'une couche moyenne de pierres arrondies ou angulaires ou de

gravier de dimension de 1 à 15 cm et davantage. La couche supérieure peut également contenir du menu gravier, dont des quantités modérées peuvent se rencontrer dans la profondeur. Cependant, un tel «trottoir» peut être absent. Le gravier peut être constitué de débris de schistes et de phyllade à enveloppe quartzuse.

Les sols de ce type, autrefois nommés des sols rocailloux du plateau du désert sont maintenant inclus dans les limons désertiques.

**Expansion.** Ces sols sont répandus sur de larges plaines alluvionnaires et sur des élévations pierreuses adjacentes, telles que plateaux coupés et cuestas des régions arides à précipitations annuelles moins de 254 mm. On les trouve, généralement, dans la partie centrale et orientale de l'état de l'Australie du Sud et sur les territoires adjacents des états du Territoire du Nord, de Queensland et de la Nouvelle Galles du Sud ainsi que dans l'Australie Occidentale. Parfois ces sols se trouvent en composition avec des argiles rouges, brunes et grises sur lesquelles se forme un «gilgai».

**Caractères génétiques.** Les limons désertiques sont formés par l'alluvium et les matières argileuses par suite de l'altération de roches diverses, y compris des matériaux sédimentaires et métamorphiques contenant de l'aleurite.

L'altération a joué un rôle prépondérant dans la formation du sol sous les conditions de la saturation élevée du substratum et du lessivage partiel de profil, ce qui est caractéristique pour sa couche supérieure. En ce cas, le gypse et les sels légèrement solubles s'accumulent dans la partie inférieure du profil. En dépit du climat, en principe, aride, il arrive qu'il y pleut abondamment, souvent après de longues périodes sèches quand il reste peu de végétation. Il est tout à fait probable que la texture contrastée et l'horizon mince «A», caractères particuliers du profil, sont dus à la pénétration de particules limoneuses à la profondeur sous l'action de l'ion Na, se déplaçant en bas avec les sels, on peut s'attendre à une grande perte de l'argile (de la boue) et de la poussière lors de la direction latérale des eaux descendant et de la déflation. L'accumulation du gravier et des taches sableuses sur la surface constitue une protection naturelle du sol contre la déflation.

**Utilisation agricole.** Les limons désertiques ne sont exploités que pour le pacage des moutons et des bovins à une charge basse sur le pâturage, chose normale pour les zones arides. Après les pluies on y voit pousser des plantes éphémères étant un fourrage excellent pour les animaux; cependant, pour le pacage on a besoin d'espèces pérennelles d'arbrisseaux qui sont typiques pour la végétation des steppes.

#### Sols rouges et bruns à l'horizon dense (plintic yermosol)

**Morphologie.** Les sols rouges et bruns à l'horizon tassé présentent des profils simples, de profondeur petite ou moyenne constitués de l'aleurite rouge continu, recouvrant une couche dense due à la boue et au silicium cimenté.



Ces sols se distinguent par la présence d'une couche compacte, cimentée de couleur brun-rouge ou rouge à structure sableuse à gros grains et poreuse, mais dont les strates sont moins denses, et par une croûte siliceuse se trouvant çà et là. L'épaisseur de cette couche varie de quelques centimètres à 15 m et plus. D'habitude, elle est constituée par des strates de 1,5 à 30 cm d'épaisseur, a des fissures verticales irrégulières et des parties onduleuses. On peut observer sur la surface de la couche dense et dans ses parties des pellicules et des tuyaux de manganèse horizontaux. Il y a également des taches de gravier et de pierre cimentées en une seule masse. Souvent cette couche dense paraît au jour et se dispose sur une roche altérée en traversant des sédiments colluviaux et alluviaux. Dans certains cas cette couche se formait sur une base relique. Parfois, si la couche de sol est mince cette couche dense peut affleurer en petites quantités.

En principe, le sol recouvrant cette couche est terreux, non structural, de couleur rouge, à réaction acide. Le sol n'est pas salé et non différencié en horizons. La mince couche supérieure du sol sous laquelle se trouve la couche dense à la profondeur de 0,6 m ou plus haut, est homogène par sa structure et représente un limon léger, ou l'argile, souvent rocailleuse. Là, où la couche dense se trouve à une grande profondeur (1,2-1,5 m), la structure du sol s'avère plus légère, devenant plus lourde vers le bas. Sur la surface le sol peut être meuble surtout si sa composition est légère, ou non structurale avec une croûte. Les couches du sous-sol sont étanches. Sur la surface on trouve souvent des pierres siliceuses arrondies rembrunies par le soleil («gibbers»).

Dans les régions où ces sols trouvent le plus d'expansion, les mêmes couches denses se situent sous les sables rouges terreux et sous les solonetz, qui ressemblent beaucoup aux limons désertiques, ainsi qu'à certains sols alluvionnaires. Au moins dans plusieurs cas la couche cimentée a été formée à partir des sols plus anciens délavés avant la formation de la couche mère pour les sols actuels.

**Expansion.** Ces sols occupent de vastes territoires autour d'une région spacieuse Viloun-Micatarre dans la partie centrale de l'Etat de l'Australie Occidentale où ils couvrent, en général, des pentes douces et des surfaces récentes des plaines situées plus bas que les plateaux anciens. Des territoires non étendus de ces sols se trouvent à l'Est de l'Australie Occidentale et dans l'Australie du Sud ainsi que près de Haddon Corner dans l'Etat de Queensland.

**Caractères génétiques.** Les sols rouges et bruns à couche dense ont été formés, généralement, sur les matériaux alluvionnaires et colluvionnaires fortement altérés, et parfois à partir des débris de la surface latérisée plus ancienne.

Malgré le niveau très bas des précipitations annuelles l'hypothèse sur la genèse de ces sols à la suite du lessivage et du déplacement en bas des particules limoneuses et de la silice après des averses épisodiques à cause de la saturation partielle du profil supérieur

dues aux pluies et aux crues, s'avère la plus probable. Cette hypothèse est confirmée par le fait que le sol n'est pas salé, à une réaction acide, les particules limoneuses s'y forment en un horizon à part avec une cimentation postérieure par la silice, se dégageant des solutions arrivant en bas. La présence obligatoire de la couche cimentée à une petite profondeur de la surface, soutenant une couche alluvionnée constamment, atteste le fait que la formation de cette dernière continue jusqu'à présent et, par cela-même, la partie supérieure de la couche cimentée peut être considérée en tant que l'horizon «B» par rapport aux matériaux de sol non cimentés se trouvant au-dessus. La combinaison de la profondeur de la couche cimentée et de l'étanchéité des sols témoigne que l'hypothèse de la formation de ces sols par le lessivage est la plus probable.

**Utilisation agricole.** Les sols rouges et bruns à couche dense ne sont exploités que comme pâturages pour les moutons se nourrissant d'arbrisseaux et d'herbes diverses éphémères. Les broussailles assurent le fourrage pendant la période sèche.

#### Argiles grises, brunes et rouges (vertisol)

**Morphologie.** Les argiles grises, brunes et rouges forment un vaste groupe de sols, les propriétés communes desquels sont déterminées par leur teneur en argile. En principe, ce sont des sels de puissance grande ou moyenne, de couleur et de texture de profil homogènes; une faible différenciation du profil se traduit par structure différente, les couches inférieures contiennent des carbonates et du gypse. Les sols étant secs, de profondes fissures vont apparaître. La couleur des argiles varie de gris jusqu'au brun ou rouge, on trouve aussi les variétés jaune brunâtre, gris jaunâtre et gris-clair de ces argiles. A la profondeur elles prennent une teinte paille. Sur les terrains où le drainage de la surface est faible, par exemple, dans de petites dépressions des plaines et surtout dans de grands «trous de melon», on rencontre des taches couleur rouille ou ocre dans la couche supérieure de 5 m, ainsi qu'en bas. Ces sols représentent des argiles lourdes; leur teneur en argile pure oscille de 50 à 80 %, dans ce cas les argiles légères ou moyennes se trouvent souvent en haut; certains sols sont formés de seules argiles moyennes suivant le profil.

A part la couleur et une texture particulière, la structure du profil de ces sols constitue le trait le plus distinctif. Généralement, les 2-5 cm supérieurs sont formés de matériaux fins, recouverts parfois d'une croûte frêle facilement exfoliable jusqu'à 0,6 cm d'épaisseur. Plus rarement la couche supérieure est de structure finement motteuse ou lamelleuse ou bien elle représente une masse homogène, ce qui est lié à la teneur en argile moindre, et plus grande en sable; sous la croûte superficielle la structure change brusquement à partir de la motteuse jusqu'à finement motteuse qui, à la profondeur de 0,3-0,5 m est remplacée par une structure lenticulaire non grossière contenant un grand nombre de surfaces finement ébouleuses. Cette

dernière passe en horizon «C», de couleur grise, brune ou jaune, constitué d'argiles non-condensées ou de roches sédimentaires friables altérées. De grandes unités structurales de la surface et de la couche située au-dessus forment des agrégats naturels, très denses et durs en état sec.

La réaction du sol et la teneur en carbonates varient largement. Habituellement, ces sols ont une réaction alcaline suivant le profil et contiennent de petites concentrations de carbonates, souvent à la surface; ou bien leur réaction est faiblement acide à la surface et alcaline s'il y a de la chaux à une petite profondeur. Néanmoins, les sols de vastes territoires de l'Australie Orientale, surtout ceux qui sont couverts de forêts d'Acacia harpophylla ont une réaction acide suivant tout le profil accentuée à la profondeur. Dans d'autres régions les sols sont alcalins, contenant des carbonates dans la partie supérieure et fortement acides en bas. Les horizons de sous-sol renferment du gypse qui peut être absent dans les régions humides. Dans des conditions arides le gypse peut s'approcher de la surface. On observe d'habitude la présence de sels légèrement solubles (en quantité grande et moyenne) à 0,6–1 m de profondeur sur les terrains arides et semi-arides. Les argiles des dépressions rocailleuses des terres arides de l'Australie Orientale contenant un nombre important ou modéré de galets siliceux à pellicule ferreuse (le soi-disant «gibber» de 10–12 cm) se distinguent par une teneur très élevée en sels.

De profondes fissures larges de 2,5–10 cm et allant jusqu'à 1,2 m à la profondeur apparaissent dans le sol sec. Un «gilgai» peu ou fort prononcé est typique pour le paysage. Il peut représenter de petits «gonflements» du sol jusqu'à 1,5 m de section et hauts de 15 à 30 cm au-dessus de la surface, ou bien des soi-disants «trous de melon» de dimensions considérables avec le micro-relief haut de 0,6–1,8 m ayant des dépressions closes entre les trous (de 2 à 18 m de diamètre) où pousse l'accacia. Ce micro-relief est observé dans des sols rouges et bruns, cependant il n'est pas caractéristique pour des régions à teneur très élevée du sol en argile et où les terres sont friables, de structure granuleuse avec des fissures closes pendant la période sèche.

Les argiles grises, brunes et rouges forment le groupe de sols autrefois appelés des sols gris et bruns à texture lourde. Leurs propriétés sont trop diverses pour les réunir en un seul groupe. Mais la création de nouveaux groupes exige des études complémentaires, au cours desquelles il faut tenir compte de plusieurs facteurs assez importants, autres que la différence de couleurs.

**Expansion.** Ces sols sont très répandus et occupent de vastes régions sous forme d'arc s'étendant du sud-est de l'Australie du Sud à travers les Etats orientaux (en principe, vers l'ouest de la chaîne de partage des eaux) et plus loin vers le Territoire du Nord. Des territoires peu étendus de ces sols se trouvent dans l'île Cap York et au nord-est de l'Australie occidentale. De grandes surfaces de ces sols couvrent les plaines alluviales au sud-est, est et nord de l'Australie ainsi que des pentes onduleuses au nord de la Nouvelle Galles du Sud se

poursuivent dans la partie nord-ouest de l'Etat de Queensland, aboutissant au golfe Carpentarie. Ces plaines sont formées, principalement, de schistes argileux, d'aleurites, de gneiss cillés et de grès blocailleux. Des dépressions pierreuses longeant les limites des Etats de Queensland et de l'Australie du Sud sont aussi couvertes par ces sols se formant sur des roches sédimentaires.

**Caractères génétiques.** Les argiles grises, brunes et rouges se rencontrent dans les régions aux précipitations annuelles de 250 à 1000 mm sur l'alluvium et le colluvium argileux non cimentés, sur des roches sédimentaires et autres dont l'altération fournit des matériaux à teneur élevée en argile. Vu la perméabilité très insignifiante le lessivage fait défaut dans le profil formé, car les bases et les sels n'en sont pas lavés. Le gonflement des argiles ainsi formées est augmenté par la salinisation sodique menant à la formation de la structure spécifique du profil, du type «gilgai». On observe également une accumulation de concrétions carbonatées et le dépôt ou la redistribution des cristaux de gypse, qui ont pu apparaître à partir de la roche mère. Dans des régions plus humides avec les dépressions du micro-relief de «gilgai» a lieu le lessivage, la saturation partielle intermédiaire de la couche superficielle en bases, ce qui cause un faible état argileux et la formation de petites concrétions ferro-manganésiennes. Il est à supposer que les argiles acides contenant souvent des quantités considérables de caolinite héritent des roches mères alluviales, soumises à l'altération dans des conditions plus humides. On suppose également qu'un grand nombre de sels solubles dans les sols seraient accumulés des précipitations atmosphériques.

**Utilisation agricole.** Les argiles grises, brunes et rouges sont des sols assez fertiles et à condition d'avoir une quantité suffisante d'humidité sont largement exploités dans l'agriculture. De grandes superficies de ces terres sont utilisées comme pâturages naturels pour les moutons et les bovins. Sur les terrains herbacés des dépressions douces de Queensland et des plaines fluviales situées plus au sud on fait pâturer les moutons à laine; d'autres régions principales, dont le Pays des Canaux, au sud-ouest de Queensland et les dépressions rocailleuses sont utilisées essentiellement pour le pacage des vaches à viande. La région de Vimmer (état de Victoria), fait partie de la fameuse ceinture de blé hautement productive, les régions de ces sols dans la Nouvelle Galles du Sud et de Queensland sont exploitées pour la culture de blé, de sorgo, de plantes fourragères; on y pratique également des pâturages cultivés. On les utilise aussi pour les champs irrigués de riz, de pâturages semés et pour le coton dans la Nouvelle Galles du Sud et Queensland ainsi qu'au nord-ouest de l'Australie.

#### Solonetz et solods solodiques

**Morphologie.** Une différenciation sensible dans la composition de la texture et une ligne ondulée bien nette entre les horizons «A» et «B» sont les traits

caractéristiques de ces sols; l'horizon «A» est celui du lessivage bien développé et l'horizon «B» est de structure motteuse ou colonnaire grossière, les deux horizons ont aussi une réaction acide passant en alcaline dans les horizons «B» et «C», dans ces derniers ph dépasse souvent 9. Les solonetz, d'une part, et les solods, de l'autre, ne diffèrent que par la structure de l'horizon «B»: dans le premier cas elle est colonnaire grossière, dans l'autre finement ou grossièrement motteuse. Souvent ces sols ont des taches de pénétration réciproque de 1-2 m de section, le changement des structures du profil n'influençant pas leurs propriétés. La puissance de l'horizon «A» et notamment, de l'horizon «A<sub>2</sub>» varie suivant la texture: pour les sables gros elle ne dépasse pas 60 cm et ne fait que 3-5 cm pour les limons sableux lourds.

L'horizon «A» est constitué par le sable friable et grossier et par la structure lamellaire faiblement exprimée des limons lourds et moyens. Dans l'horizon donné la composition grossière de la texture est caractéristique. En général il y a une frontière peu visible entre l'horizon «A<sub>1</sub>» et l'horizon «A<sub>2</sub>» qui contient peu de matières organiques, sa couleur est grise ou brun-gris clair, quelques parts, gris-brun ou brun rougeâtre. L'horizon «A<sub>2</sub>», en principe, est lessivé jusqu'au blanc, c'est une couche mince de 2-5 cm, située au-dessus de la couche argileuse de 30-50 cm d'épaisseur. Parfois cet horizon monte presque jusqu'à la surface et renferme dans sa partie inférieure peu ou beaucoup de fines concrétions ferro-manganésiennes.

L'horizon «B» est formé par des argiles légères ou moyennes de couleur gris-brun, jaune-brun et rouge-brun, les teintes grises prédominent. La surface de la structure motteuse ou colonnaire est couverte de taches brun-gris foncé; quelques taches de manganèse sombres peuvent paraître aussi près de la frontière supérieure de l'horizon «B». Les colonnes de solonetz sont de section polygonale de 10-20 cm de diamètre et de 30 cm de hauteur, parfois elles peuvent atteindre 40 cm dans le diamètre et 40 cm de la hauteur, y compris la dimension de la partie supérieure de la colonne. Les solods présentent généralement une structure motteuse fortement ou modérément accusée, des divisions de sol sont souvent groupées en forme de colonnes grossières.

Les unités structurales de l'horizon «B» sont assez consolidées, de densité supérieure à 2, ce qui conditionne une basse perméabilité, la constitution étant dense et très dense.

L'horizon «B» passe en horizon «B»-«C», gris ou jaune-brun de teneur souvent insignifiante en argile, de structure finement motteuse, faiblement ou, au contraire, fortement prononcée, parfois représentant une masse continue. Cet horizon contient une petite quantité de concrétions carbonatées ou des ségrégations molles, il est modérément salé, moins visqueux et consolidé que l'horizon «B». L'épaisseur des horizons «A» et «B» atteint habituellement 0,8-1,0 m, puis ils passent en horizon «C» moyen selon sa texture.

**Expansion.** Les solonetz solodiques et les solods se trouvent généralement dans des régions à précipitations annuelles de 370 à 1000 mm et à grande quantité de roches mères formées sur les roches magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires acides ou neutres ainsi que sur les colluvions et les alluvions. Ils s'installent sur des vastes plaines, sur les terrasses fluviales, les pentes dans les localités montueuses et sur les terrains bas orientés vers la mer. Ces sols sont assez largement répandus, on les voit dans tous les Etats; l'ensemble de leur superficie est suffisamment spacieux, ils sont typiques pour les régions semi-humides de l'Australie Orientale dans les limites de la zone s'étendant au sud de la Tasmanie jusqu'à la péninsule d'York, ainsi que dans la partie sud-est de l'Australie Méridionale et au sud-ouest de l'Australie Occidentale.

**Caractères génétiques.** Le processus de la formation de ces sols peut être considéré comme analogue à celui de la formation des solonetz, mais leurs propriétés sont dues à un lessivage intense dans les horizons «A» et «B». Il y a aussi une hydrolise déterminée des argiles dans les horizons «A» et «B» qui a conditionné leur réaction acide. Pourtant les ions Mg et Na dominent dans les argiles de l'horizon «B». Les horizons «A» et «B» sont lessivés, les carbonates et une quantité modérée de sels ne se conservent qu'à la profondeur. Dans le cas où l'horizon «A» est assez épais et l'on observe un brusque contraste textural en comparaison avec l'horizon «B» une couche d'argile humide vient se placer sous la partie inférieure de l'horizon «A». Une forte clarification accompagnée de la formation des concrétions ferro-magnésiennes résulte, de toute évidence, de la mobilisation et de l'enlèvement du fer et de la manganèse dans ces conditions.

**Utilisation agricole.** Ces sols sont en principe infertiles, car ils contiennent très peu d'azote, de phosphore, de calcium et d'autres microéléments; leurs propriétés physiques ne sont pas favorables, le régime hydraulique est compliqué. La plus grande partie de leur surface, recouverte d'une pauvre végétation naturelle, est utilisée pour le pacage des moutons et des bovins. Néanmoins, ces dernières années on a commencé à les exploiter pour les pâturages semés et pour les cultures agricoles, les céréales en particulier. Avec l'apport des engrais ces sols deviennent assez fertiles, dans l'état de l'Australie du sud, on y crée des pâturages semés de trèfle et d'autres cultures. Sur le littoral océanique de Queensland on utilise quelques terrains pour les plantations de la canne à sucre. Dans la partie tropicale de l'état et à sa proximité on voit pousser la luzerne de Toronsville sans l'apport d'engrais quels qu'ils soient; avec la mise des phosphates son rendement augmente sensiblement. Cette plante légumineuse peut s'avérer une des plus importantes pour l'amélioration des pâturages sur les solonetz solodiques et les solods au nord de l'Australie, comme l'est le trèfle au sud.

### Sols carbonatés rouges (ferric cambisols)

**Morphologie.** Ce sont des sols rouges limoneux ou sableux non structuraux tout en étant poreux et «terreux» par la microstructure, ayant des carbonates libres dans la partie inférieure du profil dont la différenciation est assez faible. La frontière délimitant les horizons n'est pas visible ou elle est graduelle; par contre, l'horizon supérieur est nettement marqué en bas. La teneur en argile s'accroît avec la profondeur et parallèlement la réaction acide change en alcaline dans la couche épaisse carbonatée située plus bas. Le profil pédologique varie de puissant jusqu'à très puissant.

En général, on voit l'horizon «A» sombre de 10 à 15 cm d'épaisseur constitué par le sable lourd brun-rougeâtre foncé ou rouge-brun, ou par le limon lourd; en règle générale le sol n'a pas de structure sur la surface, ou bien elle est finement granuleuse, parfois finement motteuse et très dense en état sec. Les variétés sableuses de ces sols sont friables. Plus bas de l'horizon «A<sub>1</sub>» le sol est rouge-brun ou rouge, sans structure, poreux, la teneur en argile s'accroissant progressivement à la profondeur jusqu'au limon sableux lourd, jusqu'à l'argile, plus rarement jusqu'à l'argile légère à la profondeur de 1,5–1,8 m. La surface des morceaux fraîchement cassés est de teinte mate, à grande quantité de pores fines, ce qu'on appelle la «microstructure terreuse», bien que les parois sont couvertes de glaçure. La couche située au-dessus de l'horizon «A» est très étanche, elle s'émiette en état humide et se répand en poudre en état sec. Beaucoup de concrétions ferro-magnésiennes sombres, très fines, sont dispersées irrégulièrement dans l'horizon «B»; l'épaisseur de l'horizon carbonaté constitue 0,6 m dans les limons lourds et jusqu'à 1,5–1,8 m dans les limons plus légers. Les carbonates forment rarement un horizon uni, d'habitude ils se trouvent en petites quantités sous forme de concrétions peu importantes; parfois ils font des taches de diffusion plus grandes s'infiltrant à travers l'épaisseur du sol.

**Expansion.** Les terres carbonatées rouges sont assez largement répandues dans les régions arides et semi-arides, pourtant elles se rencontrent plus rarement que les autres variétés des terres rouges. On les trouve dans l'Australie Occidentale, à l'ouest de la Nouvelle Galles du Sud et au sud-ouest de Queensland. Elles couvrent également les régions centrales du Territoire du Nord et quelques terrains dans les états de Queensland. Les terres carbonatées rouges se disposent, principalement, sur les plaines douces et les pédiments formés du matériau rouge, apporté d'anciennes surfaces latéritiques des hautes terrasses; elles se placent aussi sur le matériau des roches magmatiques et sédimentaires altérées.

**Caractères génétiques.** Ces terres ne sont pas suffisamment étudiées, mais grâce à la réaction acide prédominant dans leur couche supérieure et à leur proximité aux terres rouges typiques des régions semi-humides on peut conclure que les terres carbonatées rouges représentent, au fond, les terres rouges ou leurs

dérivées résultant de l'altération et du lessivage dans des conditions humides, les carbonates de calcium étant apportés plus tard dans le sol. Cette hypothèse est confirmée par le fait que les terres carbonatées rouges se rencontrent sur de vastes plaines et pédiments géomorphologiquement vieux, constitués de matériaux d'anciens plateaux détruits, disposés un peu plus haut que les plaines alluviales contemporaines. L'élévation progressive de la teneur en argile et en sable vers le bas est due, de toute évidence, à quelques processus alluviaux. La genèse des carbonates n'est pas claire. Il y a des témoignages que les carbonates de certains sols sont hérités de la roche mère, mais ils peuvent être d'origine atmosphérique, peuvent être formés à la suite d'une altération prolongée sous un climat aride. Dans d'autres régions de l'expansion de ses sols il y a des témoignages que le vent y a fait un triage des matériaux, dans d'autres lieux la texture homogène fine ou moyenne sur tout le profil suppose l'accumulation de la poussière transportée par le vent.

**Utilisation agricole.** En Australie Occidentale, à l'ouest de la Nouvelle Galles du Sud et au sud-ouest de Queensland de grands territoires de terres carbonatées rouges sont exploités pour le pacage des moutons à laine et à viande, il s'y trouve de grandes économies d'élevage ovin. La capacité de ces pâturages n'est pas élevée, les périodes sèches ne sont pas rares, mais la valeur de ces pâturages réside dans le fait que l'Acacia Sp. qui domine dans la végétation naturelle est un bon fourrage de réserve pendant la sécheresse. Dans d'autres régions les sols carbonatés rouges sont utilisés pour le pacage des bovins.

### Sols rouges-bruns (calcic luvosol)

**Morphologie.** Les traits caractéristiques pour les sols rouge-brun sont: l'horizon «A» de couleur gris-brun à structure faible ou sans structure, un passage brusque en horizon «B» argileux brun-clair ou rouge à structure prismatique ou finement motteuse bien nette, situé au-dessous. En principe, l'horizon «A» de l'épaisseur moyenne, de réaction faiblement acide ou neutre; l'horizon «B» est alcalin, dans sa partie inférieure il y a des accumulations carbonatées. Les cations échangés Ca et Mg prédominent dans le profil, il y a aussi l'horizon «A<sub>2</sub>» faiblement accusé. Autrefois les sols à l'horizon «A» plus sombre et à la couche disposée plus bas formaient un groupe à part de sols bruns, à présent on les classe en sous-groupe.

Les horizons «A» à texture plus légère représentent un limon léger ou celui de l'épaisseur de 150 à 250 cm, les limons lourds peuvent être épais de 8 à 10 cm et les limons légers — jusqu'à 50 cm. La couleur de l'horizon «A<sub>1</sub>» est gris-brunâtre ou rouge-brun, il est peu noduleux ou faiblement motteux, dense en état sec. La surface du sol contient beaucoup de matières organiques, sa structure est nette, alors que les couches plus claires et moins lourdes représentent une masse compacte. Là, où l'épaisseur de l'horizon «A» atteint 125–135 cm on voit se profiler l'horizon «A<sub>2</sub>» contenant plus d'argile. Le passage à la couche argileuse du

sous-sol est en général visible, parfois il ne l'est pas, son épaisseur est de 2-5 cm. L'horizon «B» est constitué par l'argile lourde ou moyenne rouge et brune à structure prismatique ou finement motteuse très nette dans la couche supérieure de 135 - 270 cm et seulement finement motteuse en bas. La partie supérieure de l'horizon «B» concentre le maximum d'argile, mais parfois cette couche est déplacée de la frontière avec l'horizon «A». On observe également des pellicules argileuses, un échantillon de sol se casse facilement en morceaux; dans nombre de régions les blocs structuraux plus gros sont des agrégats provenant des divisions de sol, il y a souvent des accumulations de manganèse et de petites concrétions. En état humide le sol est dense ou friable, et très dense en état sec. L'horizon «B» de 0,3-0,6 m passe en bas en horizon «B»-«C» rouge-brun, brun-jaunâtre ou brun-grisâtre foncé se caractérisant par une teneur inférieure en argile, par une structure finement motteuse et par une friabilité plus grande. Il y a également des agglomérations carbonatées sous forme de petites concentrations ou de concrétions solides de contenu varié. Sur les terrains où elles font défaut les argiles de la partie inférieure de l'horizon «B» sont saturées par des bases et leur ph est égal à 8, on peut observer aussi les carbonates dans l'horizon «C». L'épaisseur des horizons «A» et «B» oscille de 80 à 130 cm, ensuite ils passent en horizon «C» friable à teneur modérée en argile.

Les sols rouge-brun peuvent être classés en sous-groupes plus ou moins distincts. En Australie du Sud ces sols ont un contraste textural bien prononcé, l'horizon «B» est dominé par les argiles illitiques. En Australie Septentrionale les argiles sont généralement blanches, plus rarement illitiques, la frontière centrale est nette, les argiles dans l'horizon «B» sont friables, s'effritant facilement en état humide en divisions structurales primaires de dimension de 0,25 cm. Dans les deux régions ce type de sol est caractérisé par l'horizon «A<sub>2</sub>» bien visible, clarifié ça et là, et par son passage brusque en horizon «B» contenant en bas une quantité élevée de sodium échangé et de sels solubles. Ces sols se rapprochent de près des solods.

**Expansion.** Les sols rouge-brun sont liés au grand nombre de roches mères différentes, dont des sédimentations alluviales et colluviales, des roches sédimentaires et métamorphiques faiblement acides ou des roches magmatiques neutres formant des plaines, des pentes et de larges crêtes de collines. Ces sols sont répandus dans les régions à précipitations annuelles de 370 à 630 mm en zone tempérée et jusqu'à 500 mm dans les tropiques. Ils se trouvent en grande quantité

dans les régions semi-humides au sud et à l'est de l'Australie, passent par la zone tropicale jusqu'à la péninsule d'York. Plus rarement on les trouve dans le Territoire du Nord et en Tasmanie ainsi que dans tous les autres états, et surtout dans la Nouvelle Galles du Sud.

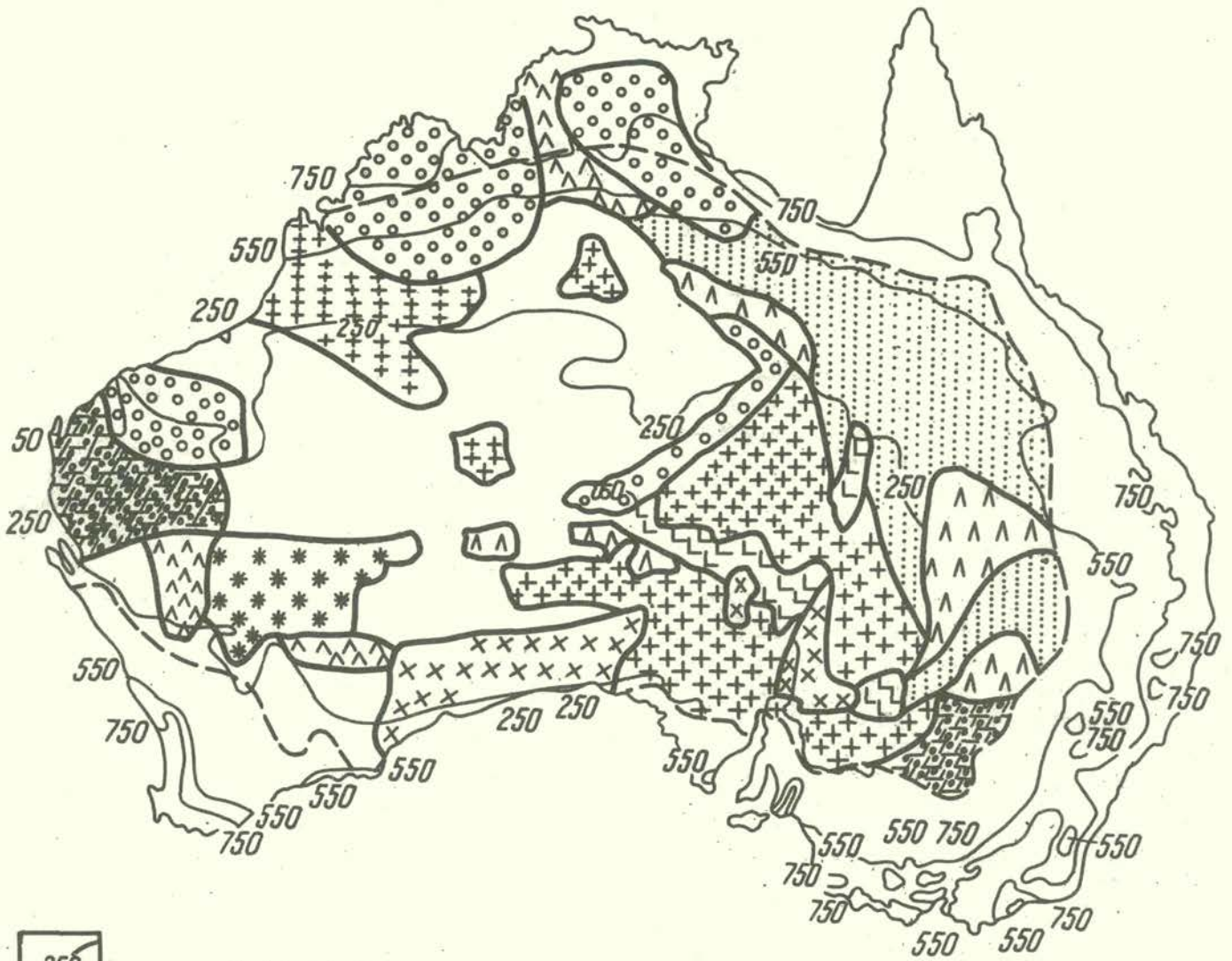
**Caractères génétiques.** De toute évidence l'altération à l'intérieur du sol accompagnée de la destruction de l'argile dans l'horizon «A», l'évacuation déterminée de la boue dans la direction latérale à partir des couches supérieures et le lessivage modéré dans la partie supérieure du profil ont présidé à la formation de ce type de sols. L'étude du profil a démontré que l'horizon «B» contient une partie importante d'argile illuviale. Cependant, ce fait n'explique que partiellement le caractère contrasté de la texture, qui est dû, en général, à la stratification de la roche sédimentaire. La présence des sols à texture très contrastée formés sur les roches magmatiques altérées sur les éléments les plus hauts du relief prouve que l'altération différenciée et l'érosion sont les causes principales d'une telle texture.

Un lessivage assez efficace dans la partie supérieure du profil a conduit à l'évacuation des sels facilement solubles et de quelques bases, néanmoins la partie inférieure de l'horizon «B» conserve une quantité suffisante de bases, ce qui aboutit à la formation des agglomérations carbonatées. La plupart des profils sont susceptibles au drainage, il n'y a pas d'indices évidents du déplacement de concrétions ferreuses. Cependant, une grande accumulation de composés de manganèse observée dans l'horizon «B» serait le résultat de leur mobilisation dans les couches supérieures sous les conditions de la saturation partielle ou très modérée sur le fond de la réaction acide. Sur la surface il y a une accumulation de substances organiques formant l'horizon «A» grisâtre.

**Utilisation agricole.** Ces types de sols sont largement exploités pour le pacage, pour les cultures irriguées et pour l'utilisation polyvalente. Au sud de l'Australie ils sont occupés par les céréales associés au pacage des moutons sur les champs en jachère, par les pâturages artificiels de trèfle et de luzerne. Toutes ces cultures sont sensibles à l'érosion et leur exploitation selon le système du cycle ininterrompu pourra causer des dégâts importants, menant à l'affaiblissement de la résistance à l'érosion.

Dans la région Riverin (La Nouvelle Galles du Sud) et au nord de Victoria ces sols sont irrigués, et sont exploités comme pâturages artificiels pour les moutons. On les utilise également pour des cultures fruitières, dont celles à pépins et à noyaux.

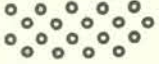
CARTE DES SOLS DES PACAGES EN AUSTRALIE



Précipitations  
annuelles (mm)



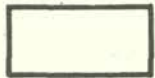
Limite approximative  
des pacages



Lithosols



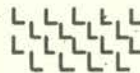
Sables siliceux



Sables terreux



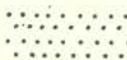
Sols carbonatés  
gris-brun et rouges



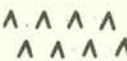
Limons désertiques



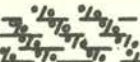
Sols rouges et bruns  
à l'horizon dense



Argiles grises, brunes  
et rouges



Sols carbonatés rouges



Sols rouges, bruns

## SYSTEMES DE PACAGE. PATURAGES OUVERTS ET CLOTURES

par H.J. Fox, administrateur des ressources, Département des Affaires Intérieures de l'USA.  
Bureau d'administration des terres publiques et d'Etat

La croissance galopante de la population devenue au XX<sup>e</sup> siècle la norme plutôt qu'une exception, tous les pays du globe se sont vus obligés de rechercher les réserves pour augmenter la production des denrées alimentaires. Malgré le fait que le problème de la faim et du manque de vivres est connu depuis que le monde existe, son envergure universelle ainsi que ses répercussions au niveau des écosystèmes sont des phénomènes nouveaux.

Le rôle qui revient aux territoires arides et semi-arides dans la production des denrées alimentaires, du bois et d'autres matières nécessaires à l'Homme est important dans plusieurs pays, d'où les charges accrues sur les écosystèmes mentionnés. Malheureusement, ces régions ne sont pas tellement solides et ne pardonnent pas à l'Homme une exploitation irrationnelle. C'est à cause de cette dernière que le vocabulaire international s'est enrichi du terme « désertification ». La Conférence de l'ONU sur la désertification qui s'est tenue à Nairobi (Kenya) du 29 août au 9 septembre 1977 a étudié les divers aspects de ce problème. La sortie du recueil « L'écologie et la productivité des pâturages » est le résultat direct des décisions prises par cette Conférence, qui avait formulé la directive pour le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

L'administration des pâturages présente sans doute un élément important dans la lutte contre la désertification, car il fait la synthèse des réalisations pratiques dans divers domaines de la science. La mise en pâturage, l'écologie des plantes, la pédologie et bien d'autres disciplines de la connaissance ont apporté leurs contributions à l'art et la science de la gestion des pâturages, dont le but final est l'accroissement maximum de l'élevage combiné avec la conservation des ressources terrestres [25].

D'autre part, une exploitation irrationnelle des pâturages est largement responsable de la désertification. C'est un fait notoire que le surpâturage est lourd de la dégradation des herbages. Les éleveurs ont appris à veiller aux intérêts des animaux, mais il n'y a pas de doute que les besoins des plantes, si l'on peut dire ainsi, sont prioritaires. Les formes traditionnelles de la mise en pâture ne sont pas à la hauteur des exigences d'aujourd'hui, d'où la nécessité d'une formation spécialisée basée sur les principes de l'administration des pâturages.

### Les suites de la mise à l'herbage

L'examen des documents qui présentent les suites de la mise à l'herbage dans les écosystèmes aride et semi-aride révèle une régularité fort intéressante. Ainsi, la mise à l'herbage en Turkmenistan s'avère économiquement avantageuse s'il est d'une intensité

moyenne, et nuisible en cas d'une administration erronée. Le surpâturage (surtout s'il est doublé des coupes excessives du bois de chauffage) aboutit aux conséquences indésirables, dont la réduction de la pâture, la transformation des herbages de quatre saisons en pâturages saisonniers, la réduction du taux de germination des plantes et de leur capacité de reproduction, la destruction de la couverture végétale du sol et la déflation des sables. Plus encore: les expériences ont démontré qu'il importe non seulement de mettre au point l'intensité d'exploitation, mais de bien choisir la saison de mise à l'herbage, et le type du bétail qui y est entretenu [15]. L'amaigrissement des pâturages a été constaté sur des territoires suffisamment éloignés les uns des autres, comme l'Algérie et les Etats-Unis. Et l'on a surtout remarqué une supplantation fortement prononcée des plantes fourragères par des espèces non-fourragères, une réduction d'herbes vivaces, phénomènes qui sont suivis par une érosion éolienne du sol [1].

Même dans les régions plus humides, telles que l'Afrique Australe, l'entretien du bétail à l'herbage est considéré comme «...étant l'un des facteurs principaux, responsables pour la dégradation et la destruction des pâturages » [2]. On peut citer à titre d'exemple les régions situées à l'ouest et au nord du Soudan, où une exploitation excessive des pâturages a eu comme suite l'érosion du sol et l'apparition des sables mouvants, qui constituent à présent un problème sérieux. Les activités humaines irrationnelles, telles que le surpâturage, et la destruction de la couverture végétale qui s'en suit, le déboisement et le désherbage excessifs provoquent l'apparition des dunes de sable. D'autre part, un pompage déraisonnable de l'eau de puits pour abreuver le bétail, sans tenir compte des réserves des eaux souterraines et des quantités d'animaux amenés à l'abreuvoir, a abouti à l'extinction de la végétation autour de ces puits [16]. Quant aux Etats-Unis, trois facteurs y sont le plus souvent considérés comme étant les grands responsables de la dégradation des pâturages: le pacage continu ou hors saison, l'invasion des plantes arborescentes que les animaux refusent à brouter, et des conditions climatiques anormales [23].

Ces facteurs susmentionnés démontrent que les pâturages se dégradent à la suite de pacage intensif ou injustifié, et que cette logique joue sur tous les continents. Il serait donc juste de supposer que les solutions probables à ces problèmes seront plus ou moins identiques partout, ne serait ce que sur le plan général.

### Les principes d'administration des pâturages

Il est évident que lorsque le contrôle de l'environnement se profile comme une tâche primordiale, la végé-

tation prairiale revêt une importance capitale. L'approche classique à la solution de ce problème prescrit le pacage rien qu'à la saison propice et une mise à l'herbage modérée. De multiples études, entreprises aux Etats-Unis et relatives au problème de l'intensité, ont prouvé que le pacage modéré qui comprenait le ramassage de 40 à 50 % de la récolte annuelle des fourrages, s'est révélé étant optimal pour l'entretien du pré et de sa conservation. Certains écosystèmes, tels que, par exemple, les prés conifères ouverts dans les Montagnes Rocheuses centrales, exigent une exploitation réduite avec la levée fourragère n'excédant pas 30-40 % de la pâture [17, 25]. L'exemple suivant se situe en Arizona où les prairies arbustives de la zone semi-désertique n'autorisent de faucher à des fins fourragères que près de 40 % de la couverture herbacée vivace [13]. D'autres études confirment les chiffres indiqués, tout en précisant que le pourcentage de la végétation arborescente fauchée peut être plus élevé (60 %), si l'action se passe en automne ou en hiver, lorsque la végétation n'est pas dérangée [23]. Les chercheurs en Union Soviétique indiquent, eux aussi, que le pacage modéré est un moyen utile de la gestion des prés aux plantes vivaces, surtout si la végétation y est arborescente ou semi-arborescente [15].

Il est à noter que les données concernant l'exploitation modérée des pâturages et relatives au pourcentage de la levée fourragère fauchée sur place, sont en fonction de la saison de pacage. On peut par exemple faucher 50 % de rejets annuels de la végétation au cours de la pousse des plantes, tandis qu'il est possible de lever 75 % fermes après que les plantes ont cessé de pousser [9].

Finalement, une exploitation excessive des pâturages, composés surtout des plantes annuelles, rend le pré moins efficace pour la fauchaison. Les observations opérées sur les plantes annuelles en Californie (USA) en 1969-1973, ont prouvé qu'une exploitation 2,5 fois plus intense par rapport à la modérée réduit déjà le rendement de la pâture. En général, une exploitation diminuée du pâturage réduit son efficacité en termes du volume obtenu par hectare, tout en augmentant sa productivité par tête de bétail.

Au cours des études poursuivies pendant neuf ans dans le désert de Negev en Israël, on comparait les réactions des animaux vis-à-vis les intensités d'exploitation diverses. Dans certaines conditions, le volume de la levée par animal augmentait en (agneau/brebis/année); la masse en (augmentation/jour); augmentation de masse chez les agneaux en (kg/tête). L'augmentation de masse chez les agneaux (en kg par 1 ha) diminuait avec la réduction des normes de la production fourragère [22]. De multiples études accomplies aux Etats-Unis ont confirmé ces résultats [18, 25].

L'accroissement du rendement tiré de chaque hectare risque naturellement d'épuiser les herbages. Il convient de réaliser que c'est là un phénomène de courte durée. Les mises à l'herbage intensifiées ne peuvent être que néfastes pour la végétation, et à la longue vont inévitablement diminuer le rendement des pâturages calculé par 1 hectare.

La conclusion qui s'impose est, donc, suivante: la méthode rationnelle comprend un pacage prolongé et modéré, surtout dans les pâturages en bon état, à la végétation abondante et aux espèces voulues. Dans ce cas, on peut généralement espérer une amélioration dans l'entretien du bétail et une absence de suites nuisibles pour l'environnement. Il faut cependant noter que la méthode en question crée un certain nombre de problèmes.

#### Les facteurs qui nécessitent les systèmes de pacage complexes

Les difficultés que la méthode du pacage modéré implique, touchent les problèmes relatifs à la distribution du bétail et à l'exploitation variée des plaines pâturables, aux espèces végétales préférées. Ainsi, les animaux mis à l'herbage à l'ouest des Etats-Unis, dans les prairies aux plantes buissonnantes ameublées, préfèrent de brouter au choix. Les endroits où poussent leurs espèces de prédilection sont broutés à fond, même en cas d'un pacage faible ou modéré. Le problème est aggravé par le système dont les animaux prennent l'habitude: les plantes laissées à peu près intactes, lors de la première saison, restent dédaignées à la saison suivante; tandis que celles qui ont été broutées, constituent la pâture de prédilection lors de la saison qui suit. Même dans le cadre d'une seule saison, les animaux préfèrent de brouter les herbes qu'ils ont aimé au début de la saison, que d'entamer les espèces inconnues et laissées intactes. La suite logique est que les herbes préférées accusent une tendance à la disparition, ce qui apparaît dans les prés soumis à n'importe quel taux d'exploitation [5, 17]. De cette façon, les plantes épargnées lors du pacage acquièrent un avantage devant les espèces broutées et utilisées à plusieurs reprises. Le rapport des espèces qui en découle risque de s'avérer indésirable même dans les pâturages à exploitation modérée.

Il est à noter que le pacage continu dans le même pré, tout en restant modéré, fait perdre une partie considérable de la couverture herbeuse. Si les mêmes plantes sont broutées d'une année à l'autre, quand leur résistance au pacage est basse, leurs capacités de pousse et de reproduction diminuent, ce qui épuise en définitif les réserves fourragères [7, 15, 27]. Les résultats ne peuvent être que néfastes pour les espèces végétales préférées [4].

Un autre problème suscité par la durée du pacage modéré, touche les «régions victimes». Les troupeaux de bétail n'ont pas tendance de se disperser d'une façon homogène sur les prairies. En règle générale, ils se concentrent dans les vallées, qui sont plus propices pour le pacage, et évitent les pentes herbeuses et les sommets. Il est de même pour les terrains situés autour des sources et des cours d'eau; ils subissent des ravages au même titre que les endroits où le bétail prend le repos, où sont concentrés les sels, leurs sentiers réguliers et les lieux d'entretien [3, 17, 25].



## Les conditions nécessaires pour un pacage systématisé

Afin d'assurer une exploitation améliorée et plus rationnelle, il convient d'accorder aux pâturages un repos indispensable, qui favorise les capacités de pousse et de reproduction des espèces fourragères voulues. En guise d'alternative au pacage continu (durant une ou quatre saisons), de nombreux systèmes de mise à l'herbage ont été élaborés. Néanmoins, il est à noter, dans cette optique, que le pacage continu représente aussi un système, probablement le plus simple. Le tableau 1 fournit la double clef pour une classification des systèmes de pacage, ce qui facilite

Tableau 1

### La double clef pour la classification des systèmes de pacage

1. L'entretien du bétail en pâture* durant toute l'année	
2. La rotation de pâturages est absente . . .	toute l'année
2. Un ou plusieurs pâturages se reposent pendant un an	
3. A la suite d'une rotation systématique selon l'horaire . . . . .	repos-rotation
3. Le choix flexible de pâturages pour le repos . . . . .	choix-rotation
2. Un ou deux pâturages mis au repos pour moins d'un an	
3. Tous les pâturages sont exploités 1-2 fois par an	
4. Le pacage selon le schéma	
5. La rotation systématique pendant la pousse . . . . .	rotation retardée
5. La rotation systématique hors de la pousse . . . . .	retard par rotation
4. La rotation flexible sans tenir compte de la saison . . . . .	rotation intermittente
3. Le pacage dans tous les pâturages se fait 3 (ou plus) fois par an . . . . .	rotation courte
1. L'entretien du bétail aux pâturages moins d'un an	
2. La rotation des pâturages manque . .	saisonnière et continue
2. Un (ou 2) pâturage mis au repos pour toute la saison	
3. La rotation systématique selon le schéma . . . . .	repos saisonnier
3. Le choix flexible du pâturage pour le repos . . . . .	saisonnier au choix
2. Un (ou 2) pâturage mis au repos moins d'une saison	
3. Le pacage se fait une ou deux fois dans tous les pâturages	
4. Le pacage selon le schéma	
5. La rotation systématique au cours de la pousse . . . . .	saisonnière et retardée
5. La rotation systématique hors de la pousse . . . . .	rotation saisonnière
4. La rotation flexible . . . . .	saisonnière intermittente
3. Tous les pâturages sont soumis au pacage plus de deux fois au cours d'une saison	

\* Un ranch ou un terrain en entier.

l'explication de la terminologie, tout en montrant un large choix pour les systèmes plus ou moins complexes [11].

La terminologie utilisée sera employée également par la suite.

Avant d'introduire un système complexe dans une région donnée, il convient d'établir un schéma détaillé, embrassant l'ensemble des travaux. La plupart des systèmes assure :

1) le retard ou le repos périodique afin de permettre aux espèces voulues de rétablir leur pousse;

2) une utilisation exhaustive des réserves fourragères du pâturage en répartissant le bétail d'une façon plus régulière;

3) l'introduction de diverses méthodes, telles que l'ensemencement et le contrôle sur les espèces voulues, sur le plan de la gestion. Procédant au choix d'un système de pacage, il est recommandé de se référer aux critères de base suivants :

— race et classe (bovins, ovins, etc., catégorie de sexe ou d'âge) des animaux mis à l'herbage;

— espèce, quantité et phénologie des plantes;

— quantité et saison des précipitations atmosphériques;

— topographie et hauteur;

— durée de la saison de pousse des plantes,

— espèce et caractéristiques du sol;

— besoin en haies et leur coût, aménagement des sources d'eau et d'autres efforts d'amélioration des pâturages [17].

Le Bureau américain d'administration des terres publiques et d'Etat dispose de 69 millions d'ha dans l'ouest des Etats-Unis, dont quelques 57 millions de ha se prêtent au pacage. L'application des principes relatés peut être suivie d'après les plans d'administration des terrains, mis au point pour les régions exploitées comme pâturages. Ces plans sont élaborés à partir des plans généraux du développement de la région, ayant pour but une exploitation rationnelle des ressources disponibles, conformément à la politique de la protection de l'environnement. Les terrains reconnus comme prairies pâturables se verront appliquer les mesures portant à améliorer leur couverture végétale. Le défaut majeur, dans cette optique, constitue la nécessité de manipuler des animaux mis à l'herbage pour assurer la pousse continue des plantes fourragères.

En bref, le Plan d'administration et de distribution (PAD) a été mis au point par le Bureau d'administration des terres publiques et d'Etat en coopération avec les fermiers et d'autres personnes concernées, pour promouvoir des objectifs multiples, qui ont trouvé écho dans le système de planification.

La manipulation correcte des animaux en pacage se résulte en une amélioration des espèces fourragères voulues, du cadre général de l'environnement et des sources d'eau; la gestion se fait ainsi d'une façon naturelle.

Le premier pas dans la mise en œuvre du PAD se résume dans la collecte des données et l'analyse des

terres de la région concernée. L'analyse doit avoir pour but les conséquences, que pourraient avoir des changements dans la couverture végétale, pour l'approvisionnement des animaux en fourrages, pour la balance du milieu écologique et de ses composants essentiels. L'analyse doit également concerner les conséquences éventuelles des changements indiqués sur la production de l'élevage, sur la protection des terres, la qualité des eaux et le paysage. Il faudra prendre en considération les besoins des consommateurs, ainsi que les aspects sociaux, économiques et autres.

Après une analyse générale, on précise les objectifs à atteindre sur le terrain en question. Ces objectifs peuvent être réalisés par la voie de gestion.

Ensuite on procède à la mise au point du système de pacage, ayant toujours en vue les objectifs susmentionnés. Le système a pour base les particularités physiologiques des plantes. Ce système requiert une alternance dans la mise à l'herbage afin de ne pas perturber la pousse et la reproduction naturelles des espèces végétales. L'accent y est porté à l'accroissement des plantes herbacées, recommandées pour une utilisation polyvalente. Par exemple, l'un des objectifs à atteindre par le système de pacage peut être l'amélioration de l'approvisionnement en eau; à cet effet on augmentera la couverture végétale du terrain décisif afin d'éliminer le danger d'érosion. Un autre objectif peut mettre en relief une amélioration de l'environnement naturel; dans ce cas on augmentera la présence des espèces fourragères. L'abondance de ces dernières se résultera en une croissance du cheptel.

Chaque PAD reflète les études concernant les conséquences éventuelles du système de pacage. Ces études permettent également d'évaluer l'effet, que le système aura sur les objectifs du PAD. Le monitoring, d'autre part, permet d'y apporter des corrections nécessaires (compte tenu de la réaction des plantes).

Il est évident que l'Administrateur des terres a à résoudre une tâche compliquée: quel système, parmi ceux qui figurent au tableau 1, préférer? Néanmoins, il convient de discuter en premier lieu les mesures de contrôle — avant même de procéder à la discussion du système, car le contrôle du pacage constitue l'élément-clé de tous les systèmes complexes et peut représenter le gros des dépenses de ces derniers.

#### Les pâturages ouverts

Aux Etats-Unis, la mise des clôtures dans les pâturages est une condition absolue qui précède toute exploitation. Cependant, il n'y a jamais de règles sans exceptions.

Lorsque les animaux sont gardés par le pasteur, la mise des clôtures n'est pas nécessaire. Tout de même, certaines mesures de traçage s'imposent, car les pasteurs doivent savoir où ils doivent garder les troupeaux dans chaque saison de l'année. Parfois il suffit de marquer les pâturages sur les cartes, dans d'autres cas il faut installer les marques aux confins des pâturages-mêmes. La dernière méthode est plus fréquente pour

les troupeaux de moutons que pour les bovins. Le pasteur (éleveur) a pour mission:

- 1) ne pas laisser les animaux abandonner le pâturage où ils doivent brouter;
- 2) diriger les animaux dans les régions où les pâturages ne sont pas exploités;
- 3) ne pas laisser les animaux se concentrer dans les régions où il y a risque de surpâturage [23].

Les mesures de contrôle indirectes peuvent être employées pour garder les animaux dans les régions indiquées. Dans les déserts disposant d'une limite stricte de sources d'eau naturelles, les abreuvoirs peuvent jouer le rôle-clé pour attirer les animaux hors des régions qui ont besoin de repos. On peut utiliser le sel dans le même but. L'emplacement du sel dans les régions où l'on veut canaliser le pacage, s'avère un moyen efficace pour libérer (décharger) les pâturages dans d'autres lieux. On peut recommander de changer assez souvent les endroits où l'on dépose le sel, pour préserver les régions du piétinement.

Le contrôle sur les sources d'eau et de sel peut être combiné avec le pacage alterné, afin de mieux superviser la distribution des animaux.

#### Les pâturages fermés

Lorsqu'il s'agit de contrôler la distribution du bétail, la mise des clôtures représente la mesure la plus efficace. Il convient d'étudier minutieusement le relief de la région choisie et compléter les barrières naturelles par des clôtures. Lors du partage de la région en pâturages clôturés, il est souhaitable que chaque herbage ait une capacité de transport plus ou moins identique. Cela contribue largement à la gestion du système complexe de pacage. L'approvisionnement en eau constitue un autre élément important, puisque la mise des clôtures requiert des sources d'eau additionnelles. A l'est du Nevada (USA) le coût de la mise des clôtures varie de 1500 à 2500 dollars le mile, suivant la topographie, pour quatre rangées de barbelés.

#### Les types de systèmes de pacage

Les pâturages ouverts aussi bien que fermés peuvent servir de base pour les systèmes complexes de pacage. Sans tenir compte du caractère que prend le pâturage (ouvert ou fermé), les herbages des deux régions ou davantage sont considérés comme un seul système de gestion. Ce système se voit assigné une quantité de pacage déterminée en vue de parer aux conséquences défavorables d'une mise à l'herbage prolongée. Le système doit comprendre 4 types de pacage: la rotation avec le repos, «Santa Rita» (une espèce de rotation avec le repos), la rotation retardée et la rotation du cycle raccourci.

#### Le pacage d'après le système de rotation avec le repos

Ce système assure une rotation de façon à accorder aux pâturages un repos systématique (d'après le schéma). Dans le cas des pâturages exploitables au cours

d'une saison déterminée, le système en question porte le titre du «repos saisonnier»; il est entendu que la période du repos va tomber sur la saison de la pousse des plantes [11].

Le Bureau d'administration des terres publiques et d'Etat a largement introduit ce système dans les Etats du sud des USA. La forme classique du système propose cinq procédés qui ont besoin, dans l'idéal, de cinq pâturages. Ces procédés sont échelonnés de façon suivante:

- 1) le pacage continu durant toute l'année;
- 2) le repos annuel pour rétablir la végétation;
- 3) le pacage retardé jusqu'à ce que les plantes n'atteignent la phase de maturation et de chute des semences;

4) le repos annuel pour permettre aux plantes de reprendre force et faire pousser les semis;

5) le pacage retardé jusqu'à ce que les plantes ne commencent à fleurir (surtout les plants nouveaux).

En pratique, tout le bétail est d'abord concentré sur le pâturage, exploité d'après le premier procédé. Lorsque les plantes commencent à fleurir, le second pâturage, administré d'après le procédé n° 5, devient exploitable; ensuite, au cours de la maturation des semences, on ouvre le troisième pâturage, administré d'après le procédé n° 3. Tous les trois herbages peuvent être par la suite exploités le reste du temps jusqu'à la fin de la saison de pacage [6].

En pratique, les éleveurs réduisent le modèle à cinq pâturages en modèle à quatre ou trois pâturages.

Tableau 2

Formule à quatre pâturages d'après le système de pacage retardé

Maturation des semences des plantes à fleurs													
Année	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	Résultat du procédé employé
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Production des produits d'élevage
2	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Production des semences et piétinement
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pousse des plants et maturation des herbes
4	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Pousse des plants et production des denrées alimentaires

Nota: x x x — le pacage  
 — — — — le repos

Tableau 3

Schéma du pacage de rotation avec un repos d'après le système à quatre pâturages

		mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril
1,5, etc.	A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	B	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2,6, etc.	A	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3,7, etc.	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	D	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4,8, etc.	A	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	C	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nota: x x x — le pacage  
 — — — — le repos

Tableau 4

## La formule de pacage selon le système «Santa Rita»

Année	Saison de pousse printanière				Saison de pousse estivale				Saison de repos hivernale				Résultat d'application
	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	
1	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x	Production des semences, pousse des plantes, dispersion et piétinement des semences
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pousse des plants, leur multiplication végétale et montée
3	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—	Production des produits d'élevage, stimulation de la pousse des plantes

Nota: — — — — le repos.  
x x x — le pacage.

Tableau 5

## Le schéma de pacage selon le système «Santa Rita»

Année	Pâturage	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février
		1, 4, 7, etc.	A	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—
2, 5, 8, etc.	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
3, 6, 9, etc.	A	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nota: — — — — le repos.  
x x x — le pacage.

Le danger d'une approche pareille se manifeste au moment, quand les périodes du repos sont incapables de compenser les ravages causés par une surexploitation. La correction qui s'impose doit porter sur les charges réduites, c'est-à-dire jusqu'au niveau un peu plus bas, par rapport à la norme acceptée par le système à cinq pâturages. La réduction des dépenses pour les clôtures représente le premier avantage lorsqu'on diminue le nombre de pâturages. Il est à noter que cet avantage n'apparaît pas dans le cas des pâturages ouverts, ce qui met en valeur le système utilisant justement les pâturages ouverts.

Lors de la mise en pratique du système à quatre pâturages, les opérations décrites précédemment sont disposées dans l'ordre suivant:

- 1) le pacage durant toute l'année;
- 2) le pacage retardé jusqu'à la maturation complète des semences;
- 3) le repos annuel;
- 4) le pacage retardé jusqu'au début de la phase de floraison des plantes.

La procédure n° 2 est omise. Le tableau 2 donne la formule, et le tableau 3 — le schéma pour le système de rotation et de repos prévu pour quatre pâturages [27].

Le système «Santa Rita» est une variante du système de rotation avec le repos, destinée spécialement pour les pâturages désertiques. La différence par rapport aux systèmes décrits se résume dans le fait que les périodes de pacage ne sont pas liées aux stades phénologiques de la pousse. Le «Santa Rita» a été mis au point en Arizona (USA), car le pacage continu y faisait preuve de défauts manifestes. Le système requiert: 1 éleveur et trois pâturages dans le cas du cycle triennal.

Le repos est alterné par le pacage dans le système d'après le schéma suivant:

- 1) le repos de 12 mois (d'ordinaire, à partir de novembre jusqu'à octobre prochain dans l'hémisphère du Nord);
- 2) le pacage de 4 mois (novembre-février);
- 3) le repos de 12 mois (mars-février);
- 4) le pacage de 8 mois (mars-octobre).

La levée des plantes fourragères (en livres/acre) lors de l'application de divers systèmes de direction de pacage

Exploitation des pâturages					
Type des fourrages	48 unités astron. par 1 part	16 unités astron. par 1 part	Région laissée au repos	Région interdite aux serfs	Rotation retardée des 4 pâturages
Plantes en déclin	19 c*	220 ab	173 b	254 ab	369 a
Plantes en expansion	418 c	814 a	741 ab	517 bc	722 ab
Chute	477 b	839 ab	754 ab	535 ab	1007 a
Herbes diverses et mauvaises	44 a	115 d	127 a	116 d	97 d
TOTAL	958 c	1988 ab	1795 ab	1422 bc	2195 a

Note. Les chiffres qui suivent le signe \* varient au niveau de 5 pour-cent.

En effet, chaque période de pacage est alternée par un repos de 12 mois complets, ce qui permet aux plantes de récupérer et de reproduire la réserve de pâture, tout en prévenant la destruction de la nouvelle pousse. On utilise chaque levée fourragère, quoique la réserve annuelle des fourrages ne corresponde pas à la levée annuelle. Il a été également démontré que l'application du système aux pâturages, dont la capacité connaissant un déclin à la suite de l'exploitation intense et continue, s'est révélée hautement avantageuse et bénéfique pour les herbages [13].

Les tableaux 4 et 5 donnent la formule et le schéma pour le système «Santa Rita» [27]:

Une autre méthode, pratiquée couramment, consiste en pacage à la rotation retardée. Le terme signifie qu'on fait retarder la mise à l'herbage jusqu'au moment où les espèces importantes des plantes fourragères laissent tomber leurs semences. Cela permet aux vieilles plantes fourragères de récupérer et de rétablir leur capacité de reproduction, tout en laissant les nouvelles plantes de prendre racine. Le pacage dans la période qui suit la maturation des semences, contribue à la dispersion et l'enfoncement des semences dans le sol, ce qui favorise leur pousse. Par ailleurs, la multiplication végétale se voit stimulée par l'intermédiaire des rhizomes.

Le pacage à la rotation retardée veut dire que ce retard touche à la ronde tous les pâturages, durant le cycle de plusieurs années. De cette façon l'ensemble du territoire se trouve graduellement au repos suivant le schéma établi [25].

Les études poursuivies depuis 20 ans sur le plateau d'Edvardo au Texas (Etats-Unis) peuvent servir d'exemple; le système à rotation retardée y est comparé à l'exploitation faible, modérée et intense, ensemble avec les pâturages laissés au repos. Ces études ont démontré que le système à la rotation retardée sur quatre pâturages fournit une levée des plantes fourragères plus haute, que tout autre système expérimenté, plus haute même que les pâturages laissés au repos. Mieux encore, la rotation retardée a permis d'obtenir la plus grande concentration des espèces de plantes fourragères voulues sur les quatre pâturages enrôlés dans le système. En général, cette méthode a abouti à l'apparition sur le territoire d'espèces voulues d'animaux domestiques et sauvages. Le tableau 6 fait la somme des résultats.

L'absence de couche ou de chute dans les régions adjacentes aux régions de pacage est envisagée comme un signe de manque de stimulation, donnée à la végétation lors de la mise à l'herbage. L'effet qui s'en suit peut se solder en formation d'une couche végétale peu productive ou croupie [20].

Encore un système mérite d'être mentionné; il s'agit de la rotation de courte durée, mise au point en Afrique de Sud, rotation qu'on connaît sous le titre du «système de courte durée» (SCD). Les informations récentes fournissent les détails sur l'application de ce système dans un ranch de 6000 ha, divisé en 16 pâturages ou «camps». D'après le SCD, dès le printemps,

quand la végétation commence à se développer, les animaux sont groupés en un seul troupeau et deux fois par semaine déplacés d'un pâturage à l'autre. Le taux d'exploitation fixé pour l'herbage dans cette région reste sans changement. En automne et en hiver, le temps de pacage dans un pâturage peut être augmenté d'une ou deux semaines. Un déplacement accéléré des animaux sur l'ensemble de prés a stimulé la chute et a suscité la réapparition des cultures fourragères rares mais extrêmement désirables, dont des herbes d'hiver et des sous-arbrisseaux pâturables. En neuf ans que le SCD a été appliqué, le volume de la végétation a grandi de façon à permettre un accroissement de la charge sur un pâturage; tandis que les valeurs caractérisant les sources d'eau saisonnières n'ont pas varié [8].

#### Les défauts des systèmes complexes de pacage

Au cours de l'exposé il a été déjà question d'un défaut inhérent au système complexe: le coût élevé des clôtures pour les pâturages fermés (clôturés). Il convient également de réaliser que les publications spécialisées ne sont pas unanimes quant aux résultats positifs d'application de divers systèmes de pacage. Le Bureau d'administration des terres publiques et d'Etat ne procède à l'introduction d'un système choisi qu'après une analyse minutieuse des besoins de l'écosystème et des suites que puissent provoquer la formule de pacage choisie (compte tenu des buts à atteindre et des caractéristiques du terrain).

C'est l'Etat d'Arizona qui peut illustrer cette idée: la gestion des terres y est effectuée d'après les plans, mis au point par le Bureau d'administration des terres publiques et d'Etat, et le système qui y est appliqué embrasse 647872 ha. De ce total 62825 ha sont réservés pour les animaux sauvages. Les autres 257060 ha sont couverts pour la plupart par la végétation éphémère, et la mise à l'herbage n'est donc possible qu'en saisons favorables — celles des pluies. Le système complexe de pacage est prévu pour le terri-

toire de 287 592 ha. Le reste est exploitable à condition que le pacage serait, modéré.

11 terrains des 26 destinés au pacage seront administrés d'après le système «Santa Rita». Le dit système est surtout appliqué lorsque les périodes printanière et estivale sont nécessaires pour rétablir la couverture des pâturages et leur production fourragère. Les deux terrains seront administrés d'après le système à trois pâturages (rotation avec le repos), et un terrain — d'après le système à quatre pâturages. Cette combinaison est recommandée lorsque la récupération d'un pâturage exige une période de repos considérable; dans ce cas le plan doit tenir compte des particularités physiologiques et surtout phénologiques des espèces fourragères principales, et d'une réaction éventuelle rapide aux conséquences de la gestion.

La dernière considération qui prévient en faveur du système de rotation avec le repos, est la possibilité d'un pacage flexible au cours de la saison d'hiver. Le pacage retardé doit toucher 9 terrains. D'ordinaire on introduit les systèmes en question lorsque les autres possibilités s'avèrent non-opérationnelles à cause des limites, de la forme ou la topographie du pâturage. Les périodes de repos prolongées ne sont pas nécessaires pour tenir le pâturage dans un état normal; les systèmes de pacage retardé connaissent déjà une expansion, sans pour autant endommager les pâturages, ce qui n'exclue point la nécessité d'une amélioration de ces derniers. Les trois terrains qui restent sont exploités comme prés pâturables d'un jour. En général, il convient d'autoriser la mise à l'herbage lors d'une humidité favorable. Ces régions sont situées pour la plupart dans les zones aux taux de précipitations moins de 200 mm, et sur les terrains ne disposant qu'une quantité limitée d'espèces vivaces de plantes fourragères [2, 7].

Les exemples cités démontrent clairement que les systèmes de pacage ne sont pas des panacées qu'on devra suivre aveuglement. Les défauts qu'on trouve le plus souvent dans les publications, sont évidents: le coût élevé (surtout dans le cas des pâturages clôturés), ainsi que certaines conséquences nuisibles ressenties par la productivité du bétail.

L'expérience acquise par le Bureau des terres publiques et d'Etat a prouvé la futilité d'appliquer les systèmes complexes de pacage sur des pâturages en mauvais état, exploités d'une façon immodérée. On est souvent tenté d'introduire un système complexe sans pour autant réduire l'intensité d'exploitation du pâturage. L'opération pareille représente un danger évident, car c'est très rare qu'un ou deux cycles sont à même de compenser une exploitation excessive des régions à haute concentration d'animaux. Par exemple, le système à trois pâturages (rotation avec le repos) prévoit qu'un tiers de tout le territoire est mis à l'herbage, et c'est là que se trouve le bétail, qui pendant les 8 mois précédents a été dispersé sur l'ensemble du territoire. Il va de soi qu'au cours de ces 8 mois les taux de distribution seront assez élevés, même si l'exploitation des pâturages se fait avec modération.

Dans le cas d'une exploitation intense, une concentration pareille aura un effet destructif à tel point, qu'un repos de deux ans de suite ne saura parer aux dommages causés au pâturage. Un extrait de l'article suivant pourra dans une certaine mesure servir d'une mise en garde: «Le pacage retardé a été appliqué sans restrictions dans nombre de pâturages surexploités, dont la couverture végétale nécessitait une amélioration. Il a fallu utiliser les plantes fourragères sur les terrains non-gardés trois fois et même davantage, vu le nombre du bétail, avant que ces plantes ne forment les semences. Ces tentatives ont prouvé que l'application d'un plan de pacage retardé est couronnée d'un succès seulement dans le cas, où le nombre d'animaux correspond à la capacité du pâturage et à sa productivité. En cas contraire, les parties de l'herbage, exploitées avant la formation des semences, seront dégradées au point de réduire à zéro les avantages acquis sur les terrains intacts» [22].

Il convient de retenir le principe, selon lequel les fermiers ne peuvent pas appliquer un système de pacage, tout en ignorant les normes de distribution du bétail.

Certains auteurs ont déjà indiqué que l'application des systèmes de pacage peut avoir des suites négatives pour la productivité du bétail. Un ouvrage classique [21] faisant la somme des 20 années d'études dans les Vallées du Nord (steppes aux herbes basses au nord de la partie centrale des Etats-Unis), précise que les systèmes de pacage à rotation donnent des résultats positifs quant à la correction ou l'amélioration des pâturages surexploités étant un pacage modéré durant la saison entière assure le maximum du profit par tête du bétail. Ainsi, les bœufs de deux ans ont augmenté leur poids de 15,8 kg (en moyen) de plus, par rapport au pacage continu et intense. Mais une mise à l'herbage continue et modérée donne une augmentation de poids de 20,2 kg plus, par rapport au pacage à rotation. La saison dure de 16 mai à 13 octobre, et la différence de poids était mesurée après la fin de la saison. La rotation peut aussi être appelée «système saisonnier retardé» [11].

Une étude similaire, poursuivie au cours de 7 ans au sud des Grandes Vallées (Etats-Unis), a donné des résultats analogiques. Les bœufs mis à l'herbage à rotation n'ont pas accusé une augmentation de poids meilleure, par rapport au pacage intense continu; en même temps les bœufs en pâture modérée et prolongée ont prouvé une augmentation complémentaire de 4,5 kg par an par rapport au pacage à rotation [14].

La revue des publications parues au cours des dernières années démontre que les systèmes de pacage prolongé maintiennent les pâturages en état normal, tout en fournissant aux animaux du fourrage en quantité plus élevée, par rapport à la majorité des systèmes à rotation avec le repos. Cela étant, le pacage continu doit être soumis à un contrôle minutieux. Le tableau 7 figurant dans la revue, prouve les avantages et les défauts du système de la rotation avec le repos, du point de vue de certains savants qui l'ont expéri-

Tableau 7

Arguments «pro» et «contra» l'application du système saisonnier à rotation avec le repos sur plusieurs pâturages

Avantages	Défauts
— Une meilleure distribution de pacages	— Une nécessité d'augmenter la quantité de sources d'eau
— Un pacage coercitif dans les pâturages aux plantes non comestibles	— Un coût élevé des mesures d'amélioration
— Les espèces désirables des herbes sont préférées	— Une réduction de la ségrégation du bétail
— Une réduction des dépenses de travail	— La pâture après le repos est moins nutritive
— Les journées de pacage sont compensées par les dimensions de l'herbage	— La pâture après le repos est broutée moins qu'avant
— Un repos pour la grosse partie des plantes	— Le «stress nutritif» dure au cours de la moitié de toute la période de pacage
— Une récupération rapide de la végétation et une pousse énergétique	— La réserve par tête de bétail est souvent réduite
— Une amélioration de l'état général des pâturages	— La cadence de la récupération est diminuée
— Sert de base pour d'autres mesures portant à bonifier les pâturages	— L'interaction géographique «région-bétail en pacage-parasites» risque de perturber la rotation
— La croissance fréquente du rendement par hectare	— Les gros fourrages complémentaires sont dépensés durant toute l'année (en dehors de l'hiver)
— Une amélioration de la végétation se résulte en une prolifération d'espèces animales	— La période tardive du stress de pacage conduit à l'utilisation et la prolifération des mauvaises herbes

menté dans la partie sud des Grandes Vallées aux Etats-Unis [12].

D'autres études n'enregistrent pas de différences sensibles entre la productivité du bétail mis à l'herbage pendant toute la saison, par rapport aux systèmes de pacage à rotation [3].

On peut conclure que les systèmes complexes de pacage, sans tenir compte de formes ouvertes ou fermées des pâturages, sont des moyens de gestion qui visent surtout l'amélioration des prés perturbés. La productivité du bétail à la suite de l'application des méthodes décrites, peut être moindre par rapport au pacage continu modéré, ou accuser une différence insignifiante. On peut s'attendre logiquement à une augmentation de la productivité du bétail après un certain laps de temps, à condition qu'on est en présence d'une amélioration sensible du pré; cependant le

résultat risque de passer inaperçu si les pâturages se trouvaient en bon ou excellent état. Cela étant, on peut atteindre un niveau élevé des pâturages en réduisant simplement les normes du bétail mis à l'herbage jusqu'au niveau moyen; cette approche peut être appelée «augmentation de l'indice de productivité individuel».

Une déduction s'impose donc, à savoir que les systèmes de pacage revêtent une grande importance sur le plan écologique, surtout à l'heure actuelle, où les problèmes de désertification sont ressentis vivement. L'application d'un système doit être précédée par un plan détaillé; notamment, les capacités et les volumes des pâturages ne doivent pas être ignorés, aussi bien que certains facteurs négatifs, tels que le coût et une réduction éventuelle de productivité du bétail.

## Appendice

Les données concernant un terrain à Grey Hills

n° du terrain	1968		1979	
	% de la couverture végétale vivante	n° d'index*	% de la couverture végétale vivante	n° de l'index
1-1	2,57	47,13	2,60	80,56
1-2	2,46	60,91	4,20	63,75
2-2	3,82	9,62	7,95	23,59
2-3	1,13	67,38	2,60	62,55
3-1	2,21	45,65	2,75	27,12
4-1	2,93	22,93	12,775	105,02
4-2	1,93	43,93	6,775	35,61
Total:	17,05	279,55	39,65	398,20
Moyen:	2,44	42,51	5,66	56,89

\* L'index est composé du pourcentage des espèces-clefs+la couverture (en pourcentage à la végétation vivante)+les plants (quantité, espèces-clefs)+la chute (pourcentage à l'ensemble du terrain).

## Description de la région

Le terrain est peuplé par des plantes désertiques du type *Sarcobatus baleyii* et *Artemisia arbuscula*. Les herbes dominantes sont l'*Oryzopsis hymenoides*, l'*Hilaria jamesii* et le *Sitanion hystrix*.

Les précipitations annuelles sont de 127 mm. Près de la moitié d'entre elles tombent entre les mois de novembre et de février (en forme de neige). Le reste est reparti de façon plus ou moins équitable au cours de l'année, malgré le fait que la région connaît des orages violents et passagers. Les températures de l'air oscillent dans les limites de -26 à +41 °C.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Baumer, Michel C. 1978. Environmental impacts of rangeland uses. Proc. First Int. Rangeland Congr.
2. Booysen, Peter de V. Range improvement opportunities. Proc. First. Int. Rangeland Congr.
3. Currie, Pat O. Cattle weight gain comparisons under season-long and rotation grazing systems. Proc. First Int. Rangeland Congr.

4. *Dahl, B.E., and D.N. Hyder.* 1977. Developmental morphology and management implications. *Range-land Plant Physiology. Range Science Series No. 4.* Soc. for Range Manage.
5. *Hormay, August L.* 1956. How livestock grazing habits and growth requirements of range plants determine sound grazing management. *Jour. of Range Manage.* 9.
6. *Hormay, August L.* 1970. Principles of Rest-Rotation Grazing and Multiple-Use Land Management. U.S.D.I. B.L.M. U.S.D.A. F.S.
7. *Hormay, A.L. and M.W. Talbot.* 1961. Rest-Rotation Grazing ... A New Management for Perennial Bunchgrass Ranges. U.S.D.A. Forest Service, Prod. Res. Rpt. No. 51.
8. *Howell, L.N.* 1978. Development of multi-comp grazing systems in the Southern Orange Free State, Republic of South Africa. *J. Range Manage.* 31.
9. *Humphrey, Robert R.* 1962. *Range Ecology.* The Ronald Press Co., New York. 234 p.
10. *Jhanpeisov, R., E. Aibasov, and V. Minyat* 1979. Influence of soil erosion and deflation on pasture productivity (on the example of Kazakhstan).
11. *Lacy, John R., and H. Walt Van Poollen.* 1979. Grazing system identification. *J. Range Manage.* 32.
12. *Launchbaugh, John L., Clenton E., Owensby, Frank L., Schwartz, and Larry R. Corah.* 1978. Grazing management to meet nutritional and functional needs of livestock. Proc. First Int. Rangeland Cong.
13. *Martin, S. Clark.* 1978. The Santa Rita grazing system. Proc. First int. Rangeland Cong.
14. *McIlvain, E.H., and D.A. Savage.* 1951. Comparisons of continuous and rotational grazing on the Southern Plains Experimental Range. *Jour. Range Manage.* 4.
15. *Néhayéva, N.T.* 1978. Scientific fundamentals for efficient utilization of desert pastures.
16. *Obeid, Mubarak M.* 1978. The impact of human activities and land use practices on the grazing lands in the Sudan. Proc. First. Int. Rangeland Cong.
17. *Paulsen, Harold A., Jr.* 1975. *Range Management in the Central and Southern Rocky Mountains: A summary of the status of our knowledge by range ecosystems.* U.S.D.A.F.S. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Sta. Res. Paper RM-154.
18. *Pieper, Rex D., Gary B. Donart, Eugene E. Parker, and Joe D. Wallace.* 1978. Livestock and Vegetational response to continuous and 4-pasture, 1-herd grazing systems in New Mexico. Proc. First Int. Rangeland Cong.
19. *Pitt, Michael D., and Harold F. Heady.* 1979. The effects of grazing intensity on annual vegetation. *J. Range Manage.* 32.
20. *Reardon, Patrick O., and Leo B. Merrill* 1976. Vegetative response under various grazing management systems in the Edwards Plateau of Texas. *J. Range Manage.* 29.
21. *Rogler, George A.* 1951. A twenty-five year comparison of continuous and rotation grazing in the Northern Plains. *J. Range Manage.* 4.
22. *Sampson, Arthur W.* 1952. *Range Management Principles and Practices.* John Wiley and Sons, Inc. New York.
23. *Sampson, Arthur W. and Harry E. Malmsten.* 1926. *Grazing Periods and Forage Production on the National Forests.* USDA, Dept. Bull. 1405.
24. *Sarvis, J.T.* 1923. Effects of Different System and Intersities of Grazing Upon the Native Vegetation at the Northern Great Plains Field Station. USDA, Bulletin 1170.
25. *Stoddart, Laurence A., and Arthur D. Smith.* 1955. *Range Management.* McGraw-Hill Book Co., inc. New York.
26. *Tadmor, N.H., E. Eyal and R. Benjamin.* 1972. Primary and secondary production of arid grassland. Proc. Int. Symp. Eco-Physiological Foundation of Ecosystems. Productivity in Arid Zone.
27. U.S. Department of the Interior. 1978. Final Environmental Statement. Proposed livestock grazing program Gerbat/Black Mountain Planning Units. Bureau of Land Management.

---

## PROBLEMES ET PERSPECTIVES DE LA DOUBLE UTILISATION DES PATURAGES PAR LES ANIMAUX SAUVAGES ET DOMESTIQUES EN AFRIQUE DE L'EST

par *W. Lusigi.* Collaborateur du Secrétariat National  
pour les problèmes de l'environnement.  
Office du Président (Nairobi, Kenya).

### Introduction

L'histoire de la réduction du nombre des animaux sauvages et de la disparition de beaucoup d'espèces parmi eux, partout dans le monde entier, est étroitement liée au développement de l'agriculture et l'éle-

vage des animaux domestiques. Soit les animaux sauvages endommagent les récoltes, le bétail et les gens et sont exterminés pour cette raison, soit l'environnement d'origine subit de tels changements qu'il devient tout à fait inapte à leur vie. En Afrique de l'Est



et dans d'autres régions de la Terre ce phénomène est atténué par des lois spéciales visant la protection des animaux sauvages ainsi que par la création des parcs nationaux et des réserves destinés spécialement et uniquement aux animaux. Cette mesure aurait pu être très efficace si les tentatives permanentes d'exploiter ces réserves autrement avaient été exclues. Il y a, donc, le danger que la valeur esthétique des animaux sauvages se minimisera par rapport à l'évaluation économique des espèces élevées du bétail.

L'accroissement de la population de l'Afrique de l'Est — 4 % par an à Kenya — rend très urgents les besoins d'alimentation. Donc, si un parc ou une réserve d'animaux a des terres bonnes pour l'agriculture, il est évident qu'un jour les animaux sauvages y seront chassés.

La lutte pour la conservation des réserves d'animaux sauvages en Afrique de l'Est se poursuit dans trois directions: lutte contre la chasse illégale visant à obtenir l'ivoire, les cornes, la laine, les peaux et la viande; régularisation de la chasse légale et établissement des zones où les animaux sauvages sont totalement protégés (Heady, 1960). Seule la régularisation de la chasse légale a porté ses fruits, dans deux autres directions les succès ont été partiels.

Pour que les mesures à prendre contre la tendance de la réduction permanente du nombre des animaux sauvages soient vraiment efficaces il faut leur attribuer d'autres valeurs en plus de celles qui attirent les photographes, les chasseurs et les naturalistes en les faisant payer la taxe d'entrée aux parcs nationaux.

La solution du problème la plus raisonnable serait l'élevage des animaux pour la production de la viande et d'autres produits, mais en même temps leur protection dans les buts de la photographie de la chasse et de l'étude naturaliste. Cette expérience a lieu, actuellement, en Afrique de l'Est.

D'énormes régions de l'Afrique de l'Est où habitent les animaux sauvages ne se rapportent pas aux parcs nationaux et réserves d'animaux sous protection de l'état. Comme les fermiers ont les pleins pouvoirs sur la vie et la mort des animaux sauvages habitant sur leurs terres, le futur des animaux, quant au nombre et à la diversité des espèces en dehors des limites des parcs et réserves, dépend essentiellement du point de vue des éleveurs du bétail sur les animaux sauvages.

Dans ce cas, une grande importance s'attache à l'éducation de ces gens qui doivent prendre une attitude protectrice envers les animaux. Alors, l'activité humaine sera orientée dans une direction correcte.

#### Ecologie des terres de pâturage

Les régions des pâturages sans clôture à l'Afrique de l'Est comportent toutes les terres qui ne sont pas boisées ou cultivées et qui sont couvertes de végétation naturelle mangée par les troupeaux d'animaux sauvages et domestiques. Une partie de ces pâturages peut être éventuellement utilisée pour d'autres buts, y compris la culture, mais, en général, ces terres, vu l'état de la science et de les techniques modernes, seront utili-

sées en pâturages à cause des précipitations irrégulières ou insuffisantes (Pratt, 1968). Si l'on prend, par exemple, le Kenya, on aperçoit que 4/5 de son territoire (492 100 km<sup>2</sup>) appartient aux pâturages aux faibles précipitations. Plus qu'un cinquième de ce territoire ne reçoit que 370 mm de précipitations sous la forme des pluies par an. La situation est un peu meilleure sur les terres hautes et monts volcaniques, mais la partie majeure du territoire est une surface plate à l'altitude de 300 à 900 m au-dessus du niveau de mer couverte par endroits de sables déposés ou de dépôts alluviaux, de pierres de lave ou de cendres. Le sol de ce plateau ne retient pratiquement pas le courant superficiel formé de l'eau des pluies (Pratt, 1968). Les dépressions, les vallées submersibles et les lits des rivières sont les centres de vie végétale et animale. Les animaux herbivores doivent réaliser de grands parcours entre les points d'eau, et des zones immenses sont utilisées incomplètement même par les animaux sauvages.

Les principales particularités du climat sont représentées dans le tableau 1 qui contient les données obtenues par deux des plus anciennes stations enregistreuses du Kenya de Nord à Lodwar et Wajir (Pratt, 1979).

Pour compléter ces données, on peut ajouter que les années aux fortes et aux faibles précipitations sont réparties plutôt par groupes qu'en désordre. Par exemple, en Wajir le taux moyen annuel de précipitations entre 1930 et 1949 est de 20 cm et durant cette période seules 5 années sont caractérisées par le taux plus élevé, alors que pour les années de 1920 à 1929 et de 1958 à 1969 cette norme était égale à 30 cm. A première vue, cette différence ne semble pas importante, mais du point de vue des précipitations supposées suffisantes pour un rendement nécessaire d'herbes les bonnes années sont équivalentes à l'heure actuelle à la période de la croissance importante dans tous les 9 mois, alors que la période de croissance ne peut être attendue que tous les 20 mois lorsque les précipitations sont faibles. Une autre caractéristique du climat est un vent chaud et sec ce qui est reflété dans le tableau sous la forme des données sur l'évaporation.

Lodwar et Wajir sont typiques pour les plaines de nord du Kenya, mais les régions plus hautes de l'Afrique de l'Est, même si leur altitude est assez faible, attirent les précipitations contribuant à former les brumes et sont caractérisées par un climat plus humide. Par exemple, à Karamajong, à l'Ouganda et en Tanzanie Centrale le taux moyen annuel de précipitations est 50 à 60 cm. Ainsi, les monts Kulal et Marsabit (2 290 et 1 430 m) sont couverts de bois, bien qu'ils se trouvent entourés de terrains semi-désertiques.

La végétation typique des plaines est représentée par des buissons nains (associations de buissons de piedmont en USA) avec de rares arbrisseaux dont l'espèce caractéristique est *Acacia reficiens*. Les buissons nains sont constitués par les espèces *Indigofera*, *Sericocomopsis*, *Sarleria* et *Dispermo*; l'espèce la plus répandue est *Indigofera spinosa*. Ce type de la végé-

Données météorologiques de Lodwar et Wajir, Kenya (Service météorologique de l'Afrique de l'Est et Ministère des travaux publics de Kenya)

Mois	Lodwar (3°07'N, 35°36'E, 510 m au-dessus du niveau de mer)			Wajir (1°45'N, 40°05'E, 230 m au-dessus du niveau de mer)				
	Précipitations, mm, en moyenne par 44 ans	Température de l'air, °C, en moyenne par 17 ans		Evaporation de l'eau ouverte, en moyenne par 6 ans	Précipitations, mm, en moyenne par 46 ans	Température de l'air, °C, en moyenne par 27 ans		Evaporation de l'eau ouverte, en moyenne par 3 ans
		max.	min.			max.	min.	
Janvier	8	35,6	22,3	412	5	35,3	22,0	272
Février	5	36,5	23,2	370	5	36,1	22,6	277
Mars	20	36,1	24,4	402	23	35,9	23,8	291
Avril	41	35,0	24,4	380	68	34,2	23,7	218
Mai	27	34,9	24,7	351	33	33,1	22,8	222
Juin	8	34,2	24,1	352	1	32,4	21,4	281
Juillet	13	33,1	23,6	319	3	31,4	20,9	305
Août	9	33,4	23,6	345	2	31,9	20,9	312
Septembre	3	34,9	23,9	400	6	32,9	21,3	301
Octobre	8	35,3	24,4	423	26	33,3	22,1	260
Novembre	10	34,7	23,6	398	61	33,0	22,1	224
Décembre	13	34,6	22,7	389	21	33,8	22,2	281
Au total:	165	—	—	4541	254	—	—	3244
En moyenne	(6,5 pouces)	34,9 (94,8°F)	23,7 (74,7°F)	(193 pouces)	(10,0 pouces)	33,6 (92,5°F)	22,1 (71,8°F)	(143 pouces)

tation habite tant les sols de lave que les sols principaux, mais aux endroits où existe une couche de pierres, la végétation est limitée par les dépressions et les vallées de rivière, alors que les pierres restent nues. L'espèce la plus répandue des herbes est l'espèce annuelle *Aristida* et *A. papposa*, mais ici nous en trouvons plusieurs variétés. Dans certaines régions domine *Cenchrus pennisetiformis* et même les espèces vivaces *Dactyloctenium*. Sont largement répandues les espèces *Latipes senegalensis* et *Enneapogon* considérées comme les plantes vivaces.

D'autres types de végétation sont liés aux différences des sols ou formes du terrain. Aux sols sédimentaires plus profonds qui retiennent bien l'eau, on trouve des formes ouvertes de massifs de bois *Commiphora* (zone transitoire des Etats-Unis) qui comportent les espèces de *Commiphora*, *Acacia tortilis* et *Delonix elata* avec *Cenchrus ciliaris* dans la couche principale. Dans la plupart des plaines basses et de vallées submersibles où les sols sont plus lourds, la couche principale est dominée par les herbes vivaces *Sporobolus helvolus*, *Lintonia nutans* ou *Cenchrus setigerus* bien qu'on y trouve également les espèces d'arbrisseaux d'*Acacia*, surtout *A. mellifera*, *A. paolii* et *A. reficiens*. Dans les nouvelles vallées submersibles où les crues sont irrégulières se rencontrent les herbes vivaces *Eriochloa nubica* et *Sorghum purpureosericeum*.

Les réserves de végétation les plus sûres pour le pâturage sont les plaines basses et les vallées submersibles. Outre les éleveurs du bétail locaux et leurs animaux domestiques, ces régions nourrissent une population considérable d'animaux sauvages. Les principales espèces de grands animaux sauvages sont la gazelle de Grant (*Gazella granti*), le zèbre (en particulier, *Equus gregryii*), l'oryx (*Oryx baysa*) et la giraffe

(en particulier, *Giraffa reticulata*), ainsi que l'antilope de bois (*Tragelaphus* et *Strepsiceros*) et (*Litocranius Walleri*). On y rencontre également l'éléphant (*Loxodonta africana*), l'antilope canna (*Taurotragus oryx*), le bubal (*Alcelaphus buselaphus cokii*), le buffle (*Syncerus caffer*), l'antilope impala (*Aspicerus malampus*) et l'autruche (*Sruthia camelus*). Certaines espèces locales et inhabituelles revêtent une importance particulière parce qu'elles nuisent à l'élevage de bétail, étant carnivores ou concurrents envers les réserves d'eau, respectivement l'hyène (*Crocuta*) et l'éléphant.

#### Utilisation actuelle des terres

Ces pâturages peuvent être caractérisés par l'utilisation des terres. En général, les réserves boisées ne sont pas utilisées en tant que pâturages. Presque tous les parcs nationaux et les réserves d'animaux sauvages de l'Afrique de l'Est se disposent sur les terres de pâturage. C'est pourquoi, l'utilisation de plantes fourragères par les animaux sauvages inquiète les fermiers-éleveurs de bétail qui utilisent également ces pâturages pour le bétail. A l'heure actuelle, on a entrepris l'irrigation de certains bassins des rivières, mais, pourtant, la partie principale de terres sert de pâturages pour les animaux sauvages et domestiques.

#### Aréal et population des animaux sauvages

Un des problèmes importants de l'utilisation et de la reproduction du gibier en Afrique de l'Est est la réduction de l'endroit d'habitation des animaux sauvages car la plus grande partie de terre est remise à la population de ces lieux pour le pâturage suivant le schéma de distribution des nomades. Cette diminution du territoire d'habitation des animaux sauvages est

bien considérable au Kenya où seulement 28 490 km<sup>2</sup> sont donnés aux parcs nationaux et aux réserves d'animaux, alors qu'en tout il y a 492 100 km<sup>2</sup> des pâturages où cohabitent les animaux sauvages et les nomades. Essentiellement, le gibier habite hors des parcs, mais sa préservation future ne peut pas être garantie car cela dépend de l'attitude raisonnable des fermiers qui possèdent les terres.

Garantie par la loi, la protection de grands animaux sauvages sur les terres où la chasse est permise a été assurée essentiellement par l'introduction des licences de chasse et de capture. Il n'y a pas de saisons annuelles interdites, sauf celles d'origine qui durent deux mois couvrant les périodes des pluies. Les terres destinées à la sauvegarde du gibier en Afrique de l'Est (l'Ouganda) se subdivisent en trois types: réserves d'animaux intégrales, réserves d'animaux partielles et parcs nationaux (Petrides et Swank, 1958).

Quelques réserves d'animaux intégrales ont été établies à des fins administratives pour y assurer la protection totale du gibier. La loi ne prévoyait pas l'octroi des portions de terre. Les réserves d'animaux partielles ont été ouvertes pour l'établissement de la population. Les touristes n'avaient pas le droit de s'y arrêter sans permission spéciale, les Africains habitant dans ces lieux pouvaient paître le bétail, faire les coupes de bois, aménager les terres pour avoir des récoltes et procéder à une activité économique en plus de la chasse.

Les parcs nationaux en Afrique de l'Est sont en nombre insuffisant et ils ne sont pas suffisamment grands pour y assurer la vie en toute diversité de types végétatifs et animaliers est-africains. En outre, le dégagement de ces zones est étroitement lié aux problèmes des villages africains qui s'intéressent au labourage de la terre, au pâturage, à la coupe du bois, à l'exploitation minière et à la chasse. Surtout, à cause du fait que les animaux sauvages endommagent les récoltes et les plantations forestières, il faut retenir les grands animaux sauvages de l'Afrique de l'Est sur les terres non aménagées pour l'agriculture.

Cependant, la plus grande difficulté actuelle est la sauvegarde de la population du grand gibier dans les parcs nationaux et les réserves d'animaux car ils sont moins vastes que les terres de pâturages utilisées auparavant par les animaux. L'excès de certaines espèces d'animaux menace les associations de plantes importantes qui ont, non seulement, une valeur intrinsèque, mais assurent également les réserves alimentaires pour les animaux sauvages. Le pâturage excédent dans les limites des parcs nationaux endommage fortement le sol.

Laprey et coll. (1967) a établi que pour la première fois les éléphants ont été enregistrés à Sérengeti en 1955 et, semble-t-il, ils y ont été absents pendant 40 ans précédents. Le nombre d'éléphants a augmenté essentiellement à cause de l'immigration. A l'heure actuelle il y a plus de 2 000 éléphants et ce niveau reste constant ces trois dernières années. Les changements provoqués par ces éléphants comprennent

également la destruction de grands arbres à rythme annuel de 6 %. La régénération des forêts après leur destruction par les éléphants est freinée à cause d'une action défavorable des incendies des buissons sur les jeunes arbres.

#### Utilisation des animaux sauvages

En tenant compte de cette augmentation des populations animales et le retrécissement de leurs aréaux, il faut prendre des mesures visant la protection du gibier qui doivent faire une part intégrée des mesures pour utiliser et renouveler les réserves de gibier à l'Afrique de l'Est. Léopold (1933) a noté que les facteurs dévastateurs tels que la chasse, le braconnage, les maladies, la mort par famine ou accident peuvent limiter les populations des animaux sauvages. Il a également noté (Léopold, 1933) que les facteurs favorables peuvent neutraliser l'influence des facteurs dévastateurs sur la population comme, par exemple, par évacuation on peut diminuer la destruction du gibier par les fauves. Dans ce cas, la destruction du gibier par les fauves est un indice de dégradation de l'environnement; essentiellement c'est l'absence des facteurs favorables (protection) qui limite la population, les facteurs dévastateurs intervenant après. Ainsi les facteurs dévastateurs peuvent être considérés comme ceux limitant la population des animaux sauvages uniquement dans le cas où l'influence des facteurs favorables est insuffisante par rapport aux effets dévastateurs de premiers. En Afrique de l'Est, à l'heure actuelle la mortalité par la famine et les maladies doivent être reculées et le nombre des animaux sauvages doit être soumis à la régularisation par la chasse et en fonction du rendement des récoltes.

Dans les réserves du gibier peuplées de gens la solution du problème la plus raisonnable serait l'entretien des animaux dans les buts de la production de la viande et d'autres produits, et en même temps dans d'autres buts tels que la possibilité de les photographier, la chasse et l'étude naturaliste (Heady, 1960). Cela doit être réalisé soit à la base de la productivité maximum établie, soit compte tenu de l'assurance des biens maximum pour la plupart des gens pour une longue période. Afin de régulariser et d'entretenir les populations du gibier est-africain, on doit obtenir l'information sur l'équilibre naturel entre les fauves et les herbivores, la quantité suffisante de la nourriture en équilibre avec le nombre d'animaux, le potentiel de reproductivité pour déterminer la quantité indispensable de nourriture, la conservation des endroits souhaitables d'habitation et l'amélioration des endroits peu commodes, le contrôle des récoltes, des marchés et de la production. Aussi, faut-il connaître les meilleurs procédés de moisson et d'utilisation du gibier.

#### Rivalité du bétail et du gibier

Le degré de recouvrement des rations et le degré de concurrence pour la nourriture entre les animaux sauvages et domestiques ne sont pas reflétés dans les documents sur l'Afrique de l'Est. Les différents ani-

maux dans les différentes conditions peuvent utiliser les mêmes types de nourriture. Heady (1960) indique que les éléphants du Kenya de Sud consomment essentiellement les jeunes pousses, mais dans la région de Murchison Falls (Ouganda) leur ration est essentiellement constituée d'herbes. On connaît également que les buffles s'adaptent facilement aux différentes nourritures en fonction de la région d'habitation.

Là, où le nombre des animaux sauvages est maintenu au même niveau — dans les parcs ou sur les fermes d'élevage — leur endroit d'habitation subit leur grande influence. A la fin de fin, l'action biologique de certaines espèces détermine les populations à sauvegarder (Pratt, 1968). Cette influence et, par conséquence, la nécessité des mesures correctes d'utilisation et de reproduction des animaux sauvages devient plus importante lorsque les déplacements du gibier sont limités ce qui limite les populations. Un exemple du problème de ce type est l'histoire des éléphants du parc national Tsavo (Glover, 1963; Napier et coll., 1963). Les animaux sauvages ont un avantage écologique héréditaire devant les espèces domestiques concernant leur adaptation aux certaines régions, aux régions pauvres en eau ou infestées par la mouche tsé-tsé. Cependant, certaines espèces de grands herbivores, sauvages et domestiques, peuvent détruire l'environnement si leur nombre s'accroît d'une façon impossible de contrôler.

L'influence combinée des animaux sauvages et domestiques porte un caractère particulièrement compliqué. Il est bien connu que la présence d'un lion entrave le pâturage de nuit et exige des enceintes résistantes de nuit. Les éléphants sont de grands concurrents quant à l'eau. A l'avis des Africains, le gibier qui ne donne pas de profits et qui diminue la productivité de l'élevage du bétail doit se trouver sous contrôle et, éventuellement, être exterminé. Afin d'aider la coexistence et l'augmentation du nombre des animaux sauvages et domestiques il faut que leur production donne des bénéfices. Cela signifie dans la plupart des cas, la nécessité d'élevage des animaux domestiques pour réaliser les bénéfices et la régularisation de la population des espèces sauvages.

L'augmentation du cheptel du bétail exige un contrôle du nombre de fauves. Cela entraîne l'augmentation du nombre du gibier ce qui fait nécessaire leur utilisation en tant que «culture» de production, sinon l'endroit d'habitation se dégrade ce qui fait endommager tant les animaux sauvages que domestiques.

Pratt (1968) a souligné que malgré l'existence de la théorie de la complémentarité des particularités de l'alimentation des espèces sauvages et domestiques, il était absolument impossible de réaliser un pâturage ralenti et alternant en présence de grandes populations des zèbres, antilopes, gazelles, les dernières étant toujours en forte concentration consumaient les réserves fourragères de la saison suivante. La même situation apparaît sur les pâturages renouvelés brûlés, pour ces pâturages les dégâts sont encore plus graves parce que la présence des animaux sauvages dans ces régions peut nuire à la régénération des pâturages pour

deux ans et plus (Pratt, 1967). Le problème de la productivité comparative du gibier et du bétail (exprimée en quantité de viande par hectare) porte un caractère relativement académique (Heady, 1960). A l'heure actuelle, les méthodes optimales d'élevage, d'utilisation et de vente des animaux sauvages sont bien connues en Afrique de l'Est (Dasmann, 1964). En absence de marchés pouvant accepter la production il est très difficile de déterminer quels sont les animaux, sauvages ou domestiques, qui donnent plus de production sur le terrain donné. Autrement dit c'est le marché (demande) qui commande la production ultérieure. Jusqu'aujourd'hui la plus grande demande concerne les produits obtenus à partir des animaux domestiques. Il serait bien si les utilisateurs et les reproducteurs du gibier de l'Afrique de l'Est mettraient leur production sur les rails de rentabilité et de concurrence avec ceux qui s'occupent d'autres possibilités de l'exploitation des terres (Heady, 1960).

Il existe encore deux problèmes du double élevage du gibier et du bétail. Un problème c'est le transport des maladies et le second est lié à la destruction des enceintes et des récoltes. Les animaux sauvages, par exemple, les gnous sont porteurs de cataracte (Pratt, 1968). Les grands animaux sauvages, par exemple, les éléphants détruisent souvent les enceintes. Ce sont deux problèmes importants de coût liés à l'élevage du gibier. Ces dépenses doivent être couvertes par les bénéfices réalisées avec les animaux sauvages.

#### Destruction des récoltes par les animaux sauvages

Heady (1960) souligne que les animaux peuvent endommager considérablement les récoltes. Les Africains, comme ils possèdent de petites portions de terre, peuvent perdre toute la récolte en un temps court. Les pertes sont considérables même aux grands lots de terrain. Les animaux les plus destructeurs: éléphants, sangliers, babouins, porcs-épics, guenons, buffles et hippopotames. Le contrôle du nombre de ces animaux exige une grande partie d'argent et de temps des services qui s'occupent des problèmes du gibier en Afrique de l'Est. Par exemple, en Tanzanie on tue chaque année 2 000 éléphants environ afin de réduire les pertes dues aux animaux (Heady, 1960).

#### Animaux sauvages et tourisme

L'industrie de tourisme à Kenya exploite essentiellement la beauté des paysages et des animaux sauvages sur les terres de pâturage. Les animaux sauvages forment une sorte de carcasse pour l'industrie de tourisme qui a donné au pays en 1978 près de 60 millions de livres en devises étrangères. Bien que les parcs nationaux et les réserves d'animaux n'occupent que 23 590 km<sup>2</sup>, le tourisme et la chasse dans sa partie majeure se font dans la région d'habitation des éleveurs de bétail. Ces terres ont une importance particulière parce que le gibier les quitte pour les parcs et les réserves d'animaux. Les amateurs des animaux sauvages considèrent ces derniers comme une richesse principale

alors que le bétail, à leur avis, empêche l'accroissement de cette richesse. Cette situation est un germe de conflit. J'ai une proposition qui peut résoudre éventuellement ce dilemme.

Primo, là, où l'on peut prouver que les animaux sauvages sont plus avantageux, l'état doit laisser les terres pour le développement exclusif du gibier. Ceci concerne les parcs nationaux et les réserves d'animaux. Si la terre est occupée, les droits existants sont à annuler. Le déménagement de la population doit se faire pour le compte de l'état.

En cas de situation inverse, dans les régions désignées les animaux sauvages sont à supprimer. Ceci concerne surtout les régions d'élevage du bétail où la présence des animaux sauvages court un risque inutile d'apparition des maladies, autrement dit dans la région des fermes qui produisent la viande pour l'exportation.

Tertio, on peut prévoir dans quelque part en fonction du plan de développement une certaine rivalité entre les animaux sauvages et domestiques. Sur les terres de pâturage disposées à Kenya, le futur des animaux sauvages dépend des propriétaires de terres et dans la plupart de cas les animaux sauvages ne sont pas exterminés. La même solution doit être adoptée dans les nouvelles régions de propriété foncière. Si l'on supprime le droit de propriété sur les terres sous prétexte de protection des animaux par l'état, l'attitude des gens envers les animaux deviendrait négative. Les troupeaux d'aujourd'hui des animaux sauvages dans les régions telles que Masailand existent grâce à la tolérance du tribu que d'autres tribus n'avaient pas. Ce serait une grave erreur morale de punir ces gens, une petite partie de la société, en exigeant qu'ils entretiennent à leurs frais ce qui est considéré à l'heure actuelle comme un patrimoine (Aerni, 1970).

L'analyse définitive nous amène à la conclusion que la réalité acceptable est une nécessité primordiale de rationaliser le conflit entre les animaux sauvages et domestiques. Il est absolument inutile, surtout dans les régions non occupées, de porter louange aux avantages écologiques des animaux sauvages et d'espérer que les données sur leur biomasse entraîneront la solution de liquider l'élevage du bétail ou amèneront les éleveurs de renoncer à leurs droits sur les terres. Il est aussi inutile de prouver que toutes les espèces des animaux sauvages sont incompatibles avec la production de la viande de bœuf pour la vente locale, alors qu'il est très difficile de trouver en Afrique de l'Est une ferme qui en même ne s'occupe pas des animaux sauvages. Il est évident que les animaux domestiques endommagent d'une façon considérable les terres de pâturage et que dans certaines régions les animaux sauvages ont un avantage devant les animaux domestiques du point de vue de la biomasse. En détruisant les pâturages, les animaux domestiques assurent l'existence des générations qui n'ont pas d'autres moyens de vie. S'il était possible de convertir la biomasse des animaux sauvages en viande de consommation locale en rivalité avec du bœuf (prix par livre), cela signifierait qu'on doit produire moins de vaches pour abattre et que la

destruction des pâturages dans ces régions deviendrait plus intense (les peuples de l'Afrique de l'Est ne veulent pas réduire leurs troupeaux du grand bétail). A l'heure actuelle, il y a très peu d'information biologique objective suffisante pour les recommandations infaillibles de telles ou telles mesures permettant de résoudre ce problème.

#### Rapports optimaux de la concentration des animaux sauvages et domestiques par unité de surface des pâturages

Après l'examen des problèmes qui surviennent lorsqu'il y a une double utilisation des pâturages par les animaux sauvages et domestiques en Afrique de l'Est, nous proposons de vous expliquer en bref comment peut-on atteindre un niveau optimal de concentration des animaux sauvages et domestiques sur les pâturages communs. Dans ce cas, l'auteur utilise les résultats de ses études dans le parc national Naïrobi et dans les régions voisines. Prenant en considération les problèmes ci-indiqués, tout calcul du niveau de concentration du cheptel sur les pâturages doit tenir compte de la norme annuelle de pâturage. Etant donné que les animaux qui broutent les branches des buissons et des arbres et les particularités de leur affouragement ne sont pas déterminés en nombre avec précision, les calculs se font sur les animaux qui paissent. On suppose également que les animaux qui s'alimentent des branches ne sont pas en rivalité directe avec les animaux qui s'alimentent d'herbe.

#### Populations des animaux sauvages

Dans le tableau 2 sont expliqués les résultats de deux groupes de données de recensement de la population de ce système écologique.

Les données concernant les années 1962-1966 sont empruntées de Foster et Coe (1968). Elles concernent le recensement dans le parc national Naïrobi. Ce sont les meilleures estimations parce qu'elles embrassent la

Tableau 2  
Nombre d'animaux et biomasse du parc national Naïrobi et des vallées Ati-Kaputei

Espèces	Masse moyenne par animal, kg	Nombre moyen, 1962-1966. Parc	Animaux par km <sup>2</sup> , 1973-1976. Vallées	En moyenne pour 1962-1966. Parc	Biomasse kg/km <sup>2</sup> , 1973-1974. Vallées
Zèbre	238,4	4,31	1,69	999,1	403,45
Gnou	165,7	5,51	9,58	912,1	1586,90
Bubal	136,2	7,36	1,12	1000,5	151,92
Gazelle T	19,5	2,87	5,27	54,8	102,75
Gazelle G	49,9	3,36	5,65	180,8	282,13
Impala	45,4	5,93	1,00	264,3	45,40
Canna	363,2	0,29	0,19	106,1	69,85
Giraffe	771,8	0,71	0,27	558,8	207,75
Grand bétail	277,0	4,58	18,08	100,9	5000,31
Moutons/ chèvres	20,0	3,64	39,46	57,9	789,23
Autruche	113,5	0,82	0,12	94,0	13,10
Total:		39,65	82,43	4329,0	8659,79

période de 5 ans et incluent le grand bétail qu'on trouvait à l'époque dans le parc. Les données de 1973-1976 sont obtenues par l'auteur et représentent les résultats du recensement série réalisé par l'auteur en 1973-1974 complétés de données du projet d'utilisation et de reproduction des animaux sauvages de Kenya en 1976. Ces données ne comportent pas de renseignements sur le parc et ne concernent que les vallées Ati-Kaputei (surface de 2 600 km<sup>2</sup> environ).

### Dégré d'habitation

Dégré d'habitation ou espèces d'ongulés précieux est une unité de mesure d'ongulés présents sur un territoire quelconque. La quantité totale sur une unité de surface n'est pas un bon indice du degré d'habitation (densité). La plupart de formations animales (ongulés) dans une région inclut plusieurs espèces qui se distinguent par la biomasse et, par conséquence, par besoins en nourriture. La composition des types de formations d'ongulés varie d'une région d'habitation à l'autre ce qui rend impossible la comparaison de la densité à la base de l'importance des populations. La meilleure méthode de surpasser ces difficultés est le calcul de la quantité de biomasse par unité de surface.

$$\frac{(W_a \times N_a) + (W_b \times N_b) + \dots + (W_i \times N_i)}{A} = \dots \text{ kg/km}^2,$$

où  $W_a, W_b, \dots, W_i$  sont les masses en kg des animaux moyens des espèces a, b, ... i respectivement;

$N_a, N_b, \dots, N_i$  sont les importances des populations des espèces a, b, ... i respectivement;  
A est la surface de terre, km<sup>2</sup>.

La masse moyenne des animaux isolés des populations représente une valeur moyenne calculée par Foster et Coe (1968).

Dans les colonnes 4 et 5 du tableau on présente les valeurs moyennes de la biomasse en kg/km<sup>2</sup> respectivement pour le parc et les vallées. A la base d'une unité conventionnelle standard du bétail (AU) 455 kg, ces données peuvent être exprimées sous la forme 1AU/10,52 hectares pour le parc et 1AU/5,25 hectares pour les vallées. Ces valeurs sont relativement basses par rapport aux valeurs 1AU/0,8 hectare obtenues par Patrises et Swank (1965) pour le parc national Elisabeth (Ouganda) qui se trouve dans la savanne à hautes herbes. Il faut noter que les calculs de l'auteur se basent sur un nombre limité d'espèces qu'on peut identifier de l'avion et on peut considérer ces chiffres comme le niveau inférieur de l'échelle. Et en outre, les deux recensements ont été faits après une sécheresse suivie d'une forte mortalité. Ainsi les populations pouvaient être au stade de reconstitution jusqu'aux niveaux caractéristiques pour la région donnée.

### Contrainte optimale sur pâturages

La contrainte optimale sur les pâturages est définie comme la densité maximale de la population qui se

maintient longtemps sans détruire le lieu d'habitation. Par la suite de la réduction de l'aréal des animaux et de la mortalité enregistrée durant la sécheresse due à une haute concentration, la contrainte optimale doit devenir une arme décisive dans la stratégie de commande de l'utilisation et reproduction du gibier dans les parcs de Kenya.

A la base de la productivité primaire moyenne de 2322,92 kg/ha obtenue par l'auteur sur un terrain de cette région en 1974 et en prenant que l'unité conventionnelle standard du bétail est de 455 kg qui consomme 9,3 kg de substance sèche par jour (Pratt et coll., 1977), l'auteur a calculé la contrainte optimale 1AU/1,95 ha pour la région donnée en cas de pâturage continu durant toute l'année. La productivité primaire moyenne a été diminuée de 255 compte tenu des corrections de l'erreur pour petites portions de terrain expérimentales. On voit que les niveaux de contraintes sur les pâturages enregistrés pour le parc et les vallées sont inférieurs au niveau de la contrainte optimale, mais on doit tenir compte de la limitation en espèces et de la sécheresse.

La densité et la productivité des animaux sont en dépendance inverse (Mentis, 1976). Ils se varient par spécialisation de l'affouragement entre la masse vivante des ongulés et la qualité de la ration préférable. En outre, étant donné que les pâturages de Kenya ne possèdent pas de grande quantité de la nourriture concentrée, on peut supposer que la capacité de la région donnée des pâturages de fournir les aliments pour les ongulés est plus grande quant aux grands animaux qui mangent une nourriture massive plus dure et est plus faible pour les petits animaux qui subsistent sur une nourriture concentrée. L'influence de la masse vivante et de la qualité de la région sur l'organisation sociale des animaux ruminants africains a été étudiée par Jarman (1974). Les petits ruminants qui exigent une nourriture concentrée ne tiennent pas à former les troupeaux et leur densité ne doit pas être grande, alors que les grands ruminants qui acceptent bien la nourriture fibreuse se réunissent en troupeaux et leur densité est plus grande. En outre, aux plus grands ruminants correspond la plus haute inertie éventuelle de la population par rapport à la réduction saisonnière du fourrage (Sinclair, 1974, Owaga, 1975).

La composition des populations des endroits relativement vierges démontre la prédominance sur les pâturages des troupeaux de grands ongulés du point de vue de la biomasse et consommation de l'énergie, ces animaux se nourrissant essentiellement de l'herbe (Grzimek et Grzimek, 1960; Lamprey, 1964; Mentis, 1970; Eltringem, 1974). Ensuite, Mentis et Duke ont démontré qu'en Natal où les formations d'ongulés sauvages se concentraient en qualité dépassant la contrainte admissible pour le grand bétail l'environnement subissait la dégradation. Ceci contredit à une conclusion faite auparavant par Talbott et coll. (1965) qu'une complète association d'ongulés sauvages utilise la plus large gamme de plantes existantes et, donc, peut se concentrer à un niveau plus haut, étant plus productive qu'une ou deux espèces des animaux domestiques.

Cela s'explique, semble-t-il, par le fait que pour le grand bétail on utilise un pâturage tournant ce qui assure une contrainte optimale plus haute par rapport au pâturage continu inévitable pour les animaux sauvages.

Si l'on prend les équivalents proposés par Mentis (1976) de façon que la contrainte optimale ci-calculée en fonction de l'élevage du bétail serait équivalente à la contrainte optimale 1AU/4,5 ha pour les animaux sauvages du système écologique du parc national Nairobi. Pourtant, cette valeur est plus haute que la valeur 1AU/7,15 ha obtenue par Patrises et Swank (1965) dans la savanne à haute herbe du parc national Elisabeth (Ouganda). Il faut noter que les estimations de Foster et Coe, Patrises et Swank étaient subjectives et non calculées. L'auteur prétend que les données

calculées quant à la contrainte admissible basées sur un calcul précis de la productivité primaire durant une année climatique normale sont plus réalistes pour la région donnée.

Comme la densité et la productivité des animaux par un animal sont caractérisées par une réaction, la notion de la contrainte admissible ne peut pas être rapportée aux terres où l'on élève les herbivores pour la production constante. Ici, on choisit, en général, la densité optimale inférieure à la contrainte admissible afin d'avoir les bénéfices économiques maximum. Pourtant, la contrainte admissible correspond bien à la situation du parc national où la limite supérieure pour l'accumulation des herbivores sans dégrader ou changer d'une façon défavorable l'environnement a une importance actuelle primordiale.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Aerni, Mariy Jean. 1970. Witness for wildlife, *Africana*, 4(3)
2. Dasmann, Raymond F. 1964. African game ranching. New York: McMillan Co.
3. Denney, Richard N. 1970. Wildlife and livestock, can we have both? *Africana*, 4(1)
4. Gilbert, Douglas L. 1965. Public relations in natural resources management. Minnesota: Burgess Publishing Co.
5. Glover, J. 1963. The elephant problem at Tsavo. *E. Africa Wildl. J.*
6. Heady, Harold F. 1960. Ranger management in East Africa, E.A. Publishing House.
7. Lamprey, H.F., Glover, P.E., Turner, M.I.M. and Bell, R.H.V. 1967. Invasion of the Serengeti National Park by elephants. *E. Afr. Wildl. J.*
8. Leopold, A. 1933. Game management. New York: Charles Scribner's and Sons.
9. Napier Bax, P. and Sheldrick, D.L.M. 1963. Some preliminary observations on the food of elephants in the Tsavo Royal National Park (East) of Kenya. *E. Afr. Wildl. J.*
10. Petrides, George A., and Swank, W.G. 1958. Management of the big game resource in Uganda, East Africa. Trans. of 23 rd. North American Wildlife Conference.
11. Pratt, D.J. 1967. A note on the overgrazing of burned grassland by wildlife. *E. Afr. Wildl. J.* 5.
12. Pratt, D.J. 1968. *Annals of arid zone*. E.A. Publishing House.
13. Pratt, D.J. Management of arid rangelands in Kenya. *J. of the Brit. Grassland Soc.*
14. Foster, J.B. and Coe, M.J. 1968. The biomass of game animals in Nairobi National Park.
15. Patrises, G.A. and Swank, W.G. 1965. Population densities and carrying capacity for large mammals in Queen Elizabeth National Park. *Zoological Africana* 1.
16. Pratt, D.O. and Gwyne, M.D. 1977. Rangeland Management and Ecology in East Africa. Hodder and Stoughton, London.
17. Mentis, M.T. 1976. Veld/Animal relationships and stocking rates for game presented at Mkuzi Symposium in Veld Management, South Africa.
18. Jarman, P.J. 1974. The social organisation of antelopes in relation to their ecology, *Behaviour* 48.
19. Sinclair, A.R.E. 1974. The resource limitation of trophic levels in tropical grassland ecosystems. *J. Animal Ecology*. 44.
20. Owaga, M.L. 1975. The Feeding Ecology of Wildebeest and Zebra in Athi-Kaputei plains. *E.A. Wildl. J.* 13.
21. Grzimek, Band M. 1960. Serengeti shall not die, Hamilton, London.
22. Lamprey, H.F. 1964. Estimation of the large mammal densities, biomass and energy exchange in the Tangarime Reserve and Masai Steppe in Tanganyika. *E.A. Wildl. J.*
23. Mentis, M.T. 1970. Estimates of Natural Biomass of large herbivores in Umfolozi Game Reserve area *Mammalia* 34.
24. Eltrigham, S.K. 1974. Changes in the large mammal community of Nwey Peninsula. *J. Appl. Ecol.* 11.
25. Talbott, Payne, Lenger and Verdcourt. 1965. Meat production potential of wild animals in Africa. *Techn. Commun.* 16.
26. Mentis, M.T. and Duke, R.R. 1976. Carrying capacity on Natural Veld in Natal for large wild herbivores. *South Africa J. Wildl. Res.* (2).

## LISTE DES MOTS-CLES

Rédacteurs: *L. Kourotchkina*, docteur en biologie,  
chef de laboratoire à  
l'Institut de botanique  
de l'AS du Kazakhstan  
(Alma-Ata)

*V. Voukhrer*, coll. à l'Institut de botanique  
de l'AS du Kazakhstan  
(Alma-Ata)

*Y. Filonets*, coll. à l'Institut de botanique  
de l'AS du Kazakhstan  
(Alma-Ata)

<b>Environnement abiotique</b>	— base physique de l'environnement biocénotique ou phytocénotique (lumière, chaleur, sol, eau etc.) (Bykov, 1973)	<b>Biogéocénose</b>	— ensemble des végétaux, des animaux, des microorganismes (biocénose) et l'écotopé liés par des échanges matériels (Soukatchev, 1954)
<b>Succession anthropogène</b>	— succession des phytocénoses du fait de l'action consciente ou inconsciente de l'homme (Soukatchev, 1928)	<b>Biomasse</b>	— quantité totale de matières organiques produite par les organismes vivants de la biocénose à un moment donné à l'exclusion de la matière morte ne faisant pas partie des organismes vivants
<b>Impact humain</b>	— diverses formes d'action de l'homme sur les écosystèmes dont le tapis végétal à savoir: déboisement, coupe de foin, irrigation, pâture, pollution des sites, etc. (voir Succession anthropogène)	<b>Biomorphe</b>	— forme vitale renfermant le groupe d'espèces présentant les formes de croissance et les rythmes biologiques similaires. Les principaux biomorphes des plantes sont: arbres, arbustes, petits arbrisseaux, sous-arbrisseaux, petits sous-arbrisseaux, semi-herbes et herbes
<b>Aire</b>	— superficie (région) d'habitation de l'espèce (race, famille) ou de l'association (formation, type de végétation). L'aire peut être continue ou discontinue, c'est-à-dire comporter deux territoires distincts ou plus	<b>Biote</b>	— matière vivante, c'est-à-dire l'ensemble des organismes vivants (plantes, animaux, microorganismes) constituant la base des biocénoses et des unités biocénotiques plus importantes
<b>Aspect</b>	— manière dont se présente la phytocénose. Notion très variable qui évolue au cours de la saison suivant les phases de développement des plantes, est appelé après les espèces préférées en fleur	<b>Biotope</b>	— élément de l'environnement biocénotique correspondant à la biocénose ou à ses parties constitutives (Bykov, 1973). A la différence de l'écotopé le biotope est l'écotopé transformé par la biote
<b>Groupement végétal</b>	— ensemble des phytocénoses (type de phytocénose) de composition homogène des synusies qui en font partie et caractérisé par les rapports de même nature entre les plantes et les plantes et l'environnement (Soukatchev, 1938)	<b>Biocénose</b>	— communauté stable d'organismes autotrophes et hétérotrophes habitant en commun un terrain ou une pièce d'eau et intimement liés entre eux par un système sophistiqué de rap-



ports trophiques de concurrence et d'autres. Biocénose fait partie de la biogéocénose ou de l'écosystème

aux groupements naturels à haut rendement (subst. de *Ceratocarpus arenarius* à *Artemisia terrae-albae*)

**Estimation** → détermination de la qualité (classe, catégorie) des parcours d'après sa composition botanique (plantes appétantes, leur aptitude à la régénération après pâture, etc.)

**Démutation** — successions végétales consécutives à la dégradation allant dans le sens de régénération des groupements d'origine

**Echelle de qualité** — échelle servant à déterminer la qualité (classe, catégorie) des parcours. On utilise pour la zone aride de l'URSS l'échelle de 100 points (Nikolaev, Amangueldyev, 1976) en vue d'évaluer leur rendement

**Déflation** — destruction géologique sous l'action du vent qui se manifeste par l'érosion des sols, des sables et des roches

**Dominantes** — espèces dominantes du groupement. Les dominantes façonnent le plus l'environnement et fournissent le gros de production primaire

Classes (catégories) de parcours	Echelles d'évaluation de la zone aride	
	unités fourragères à l'hectare	points
Parcours riches	1000—810	100—81
Parcours moyens	800—610	80—61
Parcours médiocres	600—410	60—41
Parcours très médiocres	200—20	20—2
Parcours impropres à la pâture	—	—
Terres vaines	20	2

**Capacité de charge** — quantité d'animaux domestiques de telle ou telle espèce que le parcours peut nourrir

**Forme vitale** — groupes de plantes présentant les formes de croissance et les rythmes de développement (biomorphes) ou propriétés écologiques (écomorphes) similaires ou les deux à la fois (écobiomorphes)

**Végétation** — vie, croissance des végétaux à l'exclusion du sommeil hivernal

**Vitalité** — état des populations du groupement à un moment donné (degré de développement ou de dépression), c'est-à-dire l'aptitude à la reproduction et l'adaptation aux conditions de l'écotope. Est évaluée d'après l'échelle de Grossheim (5 points):

- 1) — facultés végétatives et génératives sont déprimées;
- 2) — développement végétatif au-dessous de la norme mais l'aptitude à la floraison et à la fructification est intacte;
- 3) — développement végétatif, floraison et fructification correspondent à la norme;
- 4) — développement végétatif, floraison et fructification au-dessus de la norme;
- 5) — prolifération associée à la floraison et à la fructification abondantes

**Chute de brindilles** — chute en masse des regains annuels des plantes annuelles en période torride ou en automne

**Séries temporelles** — séries de groupements qui se succèdent dans le temps et rendent compte de l'affirmation ou de la dégradation du groupement d'origine

**Production secondaire** — quantité de matière organique produite par les organismes hétérotrophes

**Régime géochimique** — dynamique (arrivée, accumulation, migration des matières minérales (C, N, Ca, Cl, P) dans les horizons du sol) résultant du fonctionnement des écosystèmes considérée comme le cycle des cendres, de l'azote et de l'eau

**Dégradation** — altération des groupements résultant du surpâturage qui entraîne la substitution des groupements pauvres et instables

**Pâturage en rotation**

— mode de pâturage des animaux agricoles dans les parcelles assurant la meilleure utilisation du tapis végétal

<b>Zone de végétation</b>	— la plus grande manifestation de zonalité du tapis végétal à la surface terrestre. La zone de végétation est fonction de la zonalité climatique. La zone de végétation est caractérisée par son propre type de végétation composé de groupements indigènes associés aux aires attenantes aux lignes de partage des eaux. Exemple: végétation de désert à arbrisseaux et sous-arbrisseaux xérophiiles. (Bykov, 1973)	végétation) sur la base des caractères déterminés (écologiques, phytogénétiques)
<b>Zonalité</b>	— une des lois commandant la répartition de la végétation (des sols et des animaux) sous forme de zones sous l'effet de répartition de préférence latitudinale de la chaleur émise par le soleil à la surface du globe	<b>Complexe</b> — tapis végétal composé d'alternance des petites parcelles de deux communautés et plus souvent de leurs fragments (leur diamètre se mesure généralement en décimètres, en mètres, rarement en dizaines de mètres) ce qui rend le tapis végétal très hétérogène. Ce phénomène tient principalement aux fréquentes fluctuations des conditions de l'environnement (complexité du nano- et micro-relief) d'origine pédologique et hydrologique (Soukatchev, 1961)
<b>Ingrédients</b>	— composants non-dominants de la communauté qui ne déterminent pas sa composition. Peuvent être constants et caractéristiques de la communauté donnée (ingrédients au sens propre du terme) et accidentels (plantes adventives)	<b>Unité de parcours</b> — unité de parcours alternant sur le terrain (cf. Complexe)
<b>Indication</b>	— détermination des conditions écologiques (pédologiques, géologiques, climatiques, etc.) du site d'après la présence de tels ou tels indicateurs d'espèces et de communautés (Victorov, Vostokova, Vychivkine, 1962). Exemple: <i>Lasiagrostis splendens</i> indique la faible profondeur de la nappe phréatique	<b>Consommateurs</b> — organismes hétérotrophes se nourrissant directement (phytophages — consommateurs du premier ordre) ou consommant d'autres organismes (carnivores — consommateurs du deuxième et du troisième ordres), des matières organiques provenant des producteurs, animaux pour la plupart
<b>Accroissement effectif</b>	— accroissement de fait de la phytomasse par unité de temps et de surface, c'est-à-dire la production primaire de la communauté végétale à l'exclusion des matières utilisées par les hétérotrophes, pour la respiration et produites par les racines et les organes aériens des plantes, déduction faite des chutes (production primaire à l'état pur)	<b>Continuum</b> — tapis végétal considéré comme un tout continu. Les phytocénoses composant le tapis végétal n'ont pas de limites nettes et se superposent les unes sur les autres en formant toute une gamme de transitions entre les communautés qui s'influencent mutuellement
<b>Classification</b>	— groupage des objets présentant des caractères communs (Alexandrova, 1969). La classification de la végétation consiste à réunir les communautés similaires en groupes plus ou moins importants (formation, type de	<b>Communauté stable</b> — communauté durable qui évolue très lentement. Est caractérisée par un bilan énergétique stable et le mieux adaptée aux conditions de l'environnement. Exemple: communauté <i>Artemisia terrae-albae</i> dans le désert nord-touranien
		<b>Paysage</b> — territoire de genèse relativement uniforme où se répètent régulièrement les terrains présentant des similitudes de composition géologique, de forme du relief, d'hydrologie, de microclimat, de pédologie et de phytocénoses

## Séries écologiques de paysages

- séries de combinaisons d'éléments physiologiques déterminés (formes du relief et de végétation, du relief et des particularités hydrographiques, etc.) qui rendent parfois compte de leur succession dans le temps (Victorov, 1970) ainsi qu'une série concrète de paysages ou de leurs fragments qui se succèdent sur un terrain déterminé. Sont caractérisées par le changement graduel (ou brutal) des conditions écologiques

## Limans

- dépressions fermées inondées par les eaux de fonte de neige ou artificiellement. Ces derniers temps de plus en plus des limans sont aménagés dans les zones aride et semi-aride de l'URSS

## Méthode de projections

- méthode de projection horizontale: étude de la couverture projective et de la localisation des populations en rapportant les projections des plantes sur un plan d'échelle appropriée au moyen de carreau et d'autres instruments géobotaniques; méthode de projection verticale - dessin du profil de la communauté dans le sens vertical (Tetsman, 1839; Ramenski, 1929)

## Méthodes des séries écologiques

- étude des liens écologiques et de succession sur la base de l'étude comparée des communautés composant les séries écologiques. La méthode a ceci de précieux qu'elle permet de déterminer le cours et la direction de la succession. Elle est largement employée pour les observations de routine et la cartographie (Alexandrova, 1964)

## Microclimat

- particularités des régimes météorologiques dans la phytocénose d'un terrain (pente, forêt, clairière) surgies par les différences de biotype ou d'écotope. Les variations des régimes microclimatiques ont une incidence directe sur le rendement

des parcours, la phénologie des espèces, vitalité, etc.

## Microcénose

- petite communauté végétale circonscrite à l'intérieur des phytocénoses

## Structure mosaïque

- hétérogénéité horizontale à l'intérieur des communautés végétales se présentant sous forme de microphytocénoses, de taches, de populations végétales denses ou raréfiées. Ces inégalités sont le produit de conditions de l'environnement (alternance des élévations et des dépressions caractérisées par les différents régimes hydrique et de salinisation) et des particularités écologiques et biologiques des espèces (plantes à reproduction végétative forment un tapis plus dense) (voir Microcénose)

## Monitoring

- contrôle et gestion de l'environnement

## Monocarpes

- plantes qui fleurissent et portent les fruits une fois durant leur vie; s'y rapportent toutes les plantes annuelles et bisannuelles et certaines plantes vivaces (cumin, fêrula) et même certaines espèces arborescentes et notamment le palmier

## Mortemasse

- matière organique morte produite par la biocénose, exprimée en unités de poids et rapportée à l'unité de surface ou de volume

## Néophyte

- plantes adventives non-caractéristiques du terrain donné. On distingue les néophytes dont l'apport tient à l'activité humaine et les néophytes véhiculés par les agents naturels (eau, vent)

## Nivellement

- opération géodésique qui consiste à déterminer la hauteur de certains points à la surface terrestre par rapport à d'autres ou leurs hauteurs absolues

## Abondance

- densité de telle ou telle population de la communauté. Est déterminée au champ de façon visuelle en points de l'échelle Gult-Droudnet: unicum (un) - un seul individu;

	<p>solitarius (sol) — plantes solitaires;</p> <p>sparsus (sp) — en faibles quantités;</p> <p>copiosus (cop<sub>1</sub>) — individus assez nombreux;</p> <p>(cop<sub>2</sub>) — individus nombreux;</p> <p>(cop<sub>3</sub>) — individus très abondants;</p> <p>socialis (soc) — parties aériennes des plantes s'entremêlent en formant un fond.</p> <p>Dans les stations d'observation l'abondance est généralement déterminée par la conversion conventionnelle avec emploi des méthodes statistiques</p>	<p><b>Pâturage amélioré</b> — terrain présentant un tapis végétal plus ou moins uniforme obtenu par l'amélioration foncière (semis) ou superficielle (entretien courant) utilisé pour la pâture des animaux domestiques</p>
		<p><b>Bande protectrice</b> — plantations d'arbres et d'arbustes servant à protéger les terrains pastoraux des sécheresses, des vents desséchants, etc. Le principe d'action des bandes protectrices consiste à transformer le bilan d'humidité et thermique pour éviter les pertes d'humidité improductives</p>
		<p><b>Rotation de pâturages</b> — système durable d'exploitation et d'entretien des pâturages visant à maintenir et à accroître leur rendement (pâturage tournant, rotation saisonnière, fertilisation, semis des plantes fourragères, etc.)</p>
<b>Chutes</b>	<p>— quantité de matière organique contenue dans toutes les parties de la communauté déperissant annuellement par unité de surface ou dans les plantes distinctes et leurs parties à la suite du vieillissement ou de la raréfaction naturelle (Rodine, Bazilevitch, 1965)</p>	
		<p><b>Productivité primaire</b> — vitesse d'assimilation de l'énergie rayonnante par les organismes producteurs (plantes vertes pour la plupart) par la photosynthèse ou chimiosynthèse et de son passage en matières organiques (Odoum, 1975) ainsi que la quantité de matière organique résultant de cette activité</p>
<b>Parcelle</b>	<p>— unité de structure horizontale de la biogéocénose formée par la microphytocénose et les conditions de l'environnement. Chaque parcelle est caractérisée par ses propres particularités de composition biotique et régimes écologiques — d'ensoleillement, thermique, hydrique, etc. La biogéocénose est une entité de parcelles liées entre elles sur les plans fonctionnel et structural (Dylis, 1964)</p>	
		<p><b>Périodes du grand cycle vital des plantes</b></p> <p>— latente — séjour des semences viables dans le sol;</p> <p>infantile — période des pousses;</p> <p>juvénile — période de vie des plantes en croissance;</p> <p>immature — période de vie des plantes développées mais pas encore en état de fructification;</p> <p>généralive — période de vie des plantes en reproduction;</p> <p>sénile — période de vie des plantes en voie de vieillissement non-généralives</p>
<b>Parcours</b>	<p>— terrain présentant un tapis végétal plus ou moins uniforme, exploité et maintenu en état de productivité. On distingue les parcours naturels (désertiques, steppiques, de prairie) et pâturages ou semés</p>	
<b>Parcours naturel</b>	<p>— terrain présentant un tapis végétal plus ou moins uniforme exploité et maintenu en état de productivité pour la pâture des animaux domestiques</p>	
<b>Pâturage</b>	<p>— terrain pastoral créé par semis et divisé en enclos. Est exploité par rotation</p>	<p><b>Successions pyrogènes</b> — successions régénératives consécutives aux incendies; se rapportent à la catégorie des</p>

	calamités naturelles responsables des successions brusques du tapis végétal (Alexandrova, 1964)		
Densité de population	— sa grandeur par rapport à l'unité de surface. Est exprimée par le nombre d'individus ou la biomasse à l'unité de superficie ou de volume (Odoum, 1971)	Reliques	— espèces de plantes ou phytocénoses vestiges des époques antérieures. Occupent généralement de petites superficies
Recouvrement	— superficie occupée par les bases des plantes (recouvrement effectif) (Reverdatto, 1927) ou égale à la projection des couronnes (recouvrement projectif ou apparent) (Ramenski, 1925). On distingue le recouvrement particulier (une seule espèce) et le recouvrement général du sol par tout le peuplement herbacé, les arbres ou les arbrisseaux. Est exprimé en % de la superficie totale de la phytocénose ou du terrain à décrire	Rhizosphère	— volume occupé par le système racinaire des plantes. Les parties souterraines des plantes jouent un très grand rôle dans l'accumulation et la répartition de la matière organique dans le sol, la migration de l'eau et des sels, la création de la structure du sol, etc. (Chalyt, 1960)
Polycarpes	— plantes dont la floraison et la fructification se poursuivent durant toute leur vie. Aux polycarpes se rapportent les plantes vivaces, herbacées, arborescentes et arbrisseaux	Rotation	— rotation annuelle d'exploitation et d'entretien des pâturages
Regain	— accroissement (regain) de phytomasse par unité de temps et de superficie y comprise la matière dépensée pour la respiration et la croissance ainsi que les chutes et la matière aliénée par les organismes hétérotrophes (production primaire brute)	Plantes rudérales	— plantes poussant sur les décharges publiques. Sont généralement nitrophiles étant donné les teneurs élevées en azote qui caractérisent ces sites
Rendement	— aptitude des organismes vivants à créer, à emmagasiner et à transformer la matière organique	Surpâturage	— pâturage entièrement dégradé caractérisé par la destruction totale du tapis herbacé
Production	— quantité de matière organique créée par les phytocénoses par unité de temps et de superficie. L'année est généralement considérée comme l'unité de temps (Rabotnov, 1978)	Système de pâture	— ensemble des mesures visant à tirer la meilleure partie de la végétation pastorale compte tenu du type de pâturage et des conditions de pâture
Producteurs	— organismes autotrophes fournissant la production primaire des phytocénoses	Strate	— unité de structure de phytocénose qui a ceci de différent par rapport à l'étage que la notion de strate recouvre à la fois les organes aériens et souterrains. On distingue les strates dites de constitution (arbres, arbrisseaux, herbes, mousses et lichens) et édaphytes (champignons, microbes). Suivant le degré de leur participation à la communauté on distingue les strates primaires (espèces dominantes) et les strates secondaires (espèces sous-dominantes) (Bykov, 1960)
Rendement économique	— quantité de production utile (phytomasse) pouvant avoir une valeur économique. Par exemple, la quantité de phytomasse aliénée par les animaux en pacage	Communauté	— synonyme de phytocénose dans la science géobotanique soviétique. Les géobotanistes européens et américains entendent par la communauté toute association de plantes sans discrimination de ses dimensions, c'est-à-dire qu'elle peut à la fois s'appliquer à une partie de la forêt et à toute la forêt dans son ensemble
		Broutage	— aliénation des plantes appétantes par les animaux en pacage

Structure de phytocénose	<ul style="list-style-type: none"> <li>- composition morphologique de phytocénose: composition verticale (étages) ou horizontale (en mosaïque) (Kortchaguine, 1976). Etant une notion plus large, couvre également la structure fonctionnelle, c'est-à-dire ensemble des liens entre les populations faisant partie d'une même phytocénose (Mazing, 1973)</li> </ul>	Types de populations	<p>nature du sol). Pâturage à <i>Sal-sola-artemisia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'état de la population est fonction du rapport entre les différents groupes d'âge. On distingue les types de populations suivants (Rabotnov, 1950): <ul style="list-style-type: none"> <li>d'invasion - se composent d'individus en état d'installation primaire (semences, pousses, plantes juvéniles);</li> <li>normaux - plantes à l'état génératif présentes en permanence dans la communauté;</li> <li>régressifs - plantes ayant arrêté la reproduction générative</li> </ul> </li> </ul>
Espèces sous-dominantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- espèces jouant le rôle de dominantes dans les étages secondaires. Ainsi les herbes diverses constituent l'étage secondaire dans une phytocénose à herbes diverses et arbrisseaux. Dans ce cas les espèces dominantes des herbes diverses ont la vocation de sous-dominantes. Il peut y avoir des dominantes et des codominantes en présence des espèces d'une même forme vitale dominante. Les espèces codominantes sont moins abondantes et exercent une moindre action sur l'environnement</li> </ul>	Type de végétation	<p>La composition normale de la population est une progression décroissante. Chaque population possède une certaine structure d'âge dite «normale» ou stable vers laquelle évolue sa structure d'âge effective (Odoum, 1971)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unité supérieure de classification du tapis végétal qui couvre la totalité des formations (ou de leurs classes) avec les espèces dominantes associées à un seul et même écobiomorphe (forêts mésophiles à feuilles persistantes; classification biologique) ou biomorphe (tous les arbres à feuilles caduques se rapportent à un même type des forêts caducifoliées; classification morphologique), ou encore écomorphe (type <i>Mesophytia</i> - <i>Xérophytia</i> - classification écologique)</li> </ul>
Succession	<ul style="list-style-type: none"> <li>- successions irréversibles ou partiellement réversibles des communautés dans le temps sous l'action des facteurs endo- et écodynamiques. Ces successions entraînent généralement la formation (régénération) d'une phytocénose stable ou, par contre, sa dégradation</li> </ul>	Typologie de pâturages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- classification, c'est-à-dire répartition des pâturages en groupes et classes (rangées) afin de déceler les similitudes et les caractères spécifiques</li> </ul>
Inventaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- recensement de la phytomasse ou de la production des communautés et notamment le volume des arbres, le regain du bois (inventaire forestier)</li> </ul>	Transect	<ul style="list-style-type: none"> <li>- parcelles rectangulaires étirées en longueur traversant une ou plusieurs communautés. Sont utilisées pour étudier le rendement et la localisation des es-</li> </ul>
Takyr	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cuvettes de dépression dans les déserts d'Asie Centrale où les eaux qui stagnent déposent des particules de vase. Après évaporation de l'eau il se forme une croûte argileuse compacte presque entièrement dénudée qui se craquelle en formant une structure polygonale (Korovine, 1961)</li> </ul>		
Type de pâturage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- groupement de pâturages présentant des caractères similaires (composition, valeur nutritive,</li> </ul>		

	pèces, les limites des phytocénoses, les écotons et recenser les individus		lettres, signes conventionnels ou chiffres (Beideman, 1960)
<b>Méthode de transect</b>	— étude des communautés végétales au moyen de transects. Les dimensions de ces derniers sont fonction de la composition du tapis végétal, des conditions du travail et de la finalité. La longueur des transects peut fortement varier de quelques mètres (si nous dressons l'inventaire des éléments particuliers, des structures en mosaïque) à quelques kilomètres (s'il s'agit de fixer les limites des groupements). La largeur varie également avec l'échelle de 10 cm à 1, 10, 20 m (Alexandrova, 1964)	<b>Phytomasse</b>	— quantité de matière (brute, sèche ou déshydratée) des plantes exprimée en unités de masse et rapportée à l'unité de superficie ou de volume
<b>Tougai</b>	— complexe à forêts et arbrisseaux dans les vallées des rivières de la zone aride (Asie Moyenne, URSS) (Korovine, 1961)	<b>Phytoamélioration</b>	— système de mesures visant à améliorer les conditions naturelles par emploi de la végétation: aménagement des bandes forestières, semis des herbes, etc. (Bykov, 1973)
<b>Méthode de coupe</b>	— détermination du rendement des groupements à herbes et buissons nains par la coupe du peuplement herbacé sur les parcelles de différentes dimensions à périodicité déterminée	<b>Phénorythmotypes</b>	— types phénologiques des plantes caractérisés par les mêmes durée, début et fin de la période végétative et par la même succession des principaux états phénologiques (végétation et sommeil). Par le sommeil on entend la période de dépression des fonctions vitales des plantes (ralentissement du métabolisme et croissance latente) (Borissova, 1972)
<b>Rendement</b>	— quantité de production utile (production ayant une valeur économique) fournie par unité de surface de phytocénose ou d'agrocénose. Par exemple, la quantité de phytomasse disponible pour le broutage sur tel ou tel pâturage	<b>Phytopages</b>	— organismes hétérotrophes se nourrissant des plantes
<b>Phénophase</b>	— phase ou stade de développement des plantes. On distingue d'habitude les phases phénologiques suivantes: végétative (au début et à la fin du cycle de développement, après la fructification), boutonisation, floraison, chute, phase de repos relatif — forte dépression des fonctions vitales des plantes qui se signale par la chute des feuilles et des branches sous l'action des basses températures (climats modérés) et des températures basses et élevées dans les déserts. D'ordinaire les phénophases sont désignées par	<b>Phytocénose</b>	— communauté des plantes poussant sur un terrain donné dépendant les unes des autres et caractérisée à la fois par la même composition et le même type de relation avec l'environnement (Soukatchev, 1935)
		<b>Phytocénotypes (cénotypes)</b>	— totalité des espèces occupant la même position inchangée dans la phytocénose. En effet, chaque phytocénose comprend non seulement des plantes de différente écologie mais jouant en plus les rôles phytocénotiques différents (c'est la raison de la division en phytocénotypes). Les communautés présentent généralement les phytocénotypes suivants: dominants, sous-dominants et ingrédients (Ramenski, 1938)
		<b>Fluctuation</b>	— dynamique des phytocénoses, changements annuels réversibles dus aux processus cycliques (croissance et développement des plantes, succession des phases phénologiques en rapport

- avec les variations saisonnières des conditions climatiques qui se répètent tous les ans)
- Cénopopulation** — totalité des individus d'une même espèce dans le groupement (Petrovski, 1961)
- Chaînes alimentaires (trophiques)** — transport d'énergie depuis sa source (plantes) par une série d'organismes dont chacun servant d'aliment à l'autre. Chaque transport (plante-lièvre, lièvre-renard) fait perdre 80 à 90 % d'énergie virtuelle qui se transforme en chaleur. Ceci limite le nombre de «maillons» de la chaîne à 4 ou 5 (Odoum, 1971)
- Espèces édifcatrices** — édificateurs de la communauté, c'est-à-dire les espèces végétales ou animales déterminant le type de tel ou tel groupement. Ce sont généralement les plantes mais ce rôle peut aussi être assumé par les animaux (par exemple, les rongeurs qui, en période de leur prolifération, peuvent affecter considérablement l'élément végétal des écosystèmes)
- Ecobiomorphe** — forme vitale des plantes qui présente un groupe d'espèces aux formes de croissance, rythmes de développement et mécanismes d'adaptation similaires. Par exemple, l'ecobiomorphe: arbrisseaux xérophiles — *Calophaca hovenii*, *Spira — eanthus schrenkianus* ou éphémères mésophiles *Alyssum desertorum*, *Lepidium perfoliatum* (Bykov, 1962)
- Niche écologique** — espace physique occupé par l'organisme, le rôle fonctionnel de l'organisme dans le groupement (position dans la chaîne trophique) et sa position par rapport aux facteurs de l'environnement (température, humidité, acidité du sol, etc.) (Odoum, 1975)
- Optimum écologique** — combinaisons et intensité d'action les plus favorables des facteurs écologiques qui déterminent la prolifération maximale de l'espèce (population communautée). Se traduit généralement par la domination d'une espèce dans le groupement
- Eventail écologique** — composition des écomorphes des plantes d'un territoire, d'une formation, d'un type de végétation exprimée en %
- Echelle écologique** — classification des sites suivant une série de facteurs, c'est-à-dire leur division en groupes et classes de la valeur minimale à la valeur maximale du facteur dans le sens croissant ou décroissant (d'après le gradient). Exemple: Echelle d'humidification, de richesse et de salinité du sol (Ramenski, 1938)
- Facteur écologique** — n'importe quel facteur exerçant une influence directe ou indirecte sur l'objet étudié. On distingue deux groupes de facteurs écologiques — abiotiques: influence du climat, du sol, du relief et biotiques: influence des plantes, des animaux. L'action de l'homme est considérée comme un facteur à part, anthropogène
- Ecomorphe** — forme vitale des plantes déterminée par leur réaction aux conditions de l'environnement. Ainsi en fonction de la réaction à l'humidification on distingue les écomorphes suivants: hydrophytes, hygrophytes, mésophytes, xérophytes et groupes intermédiaires (hygromésophytes ou mésoxérophytes) (Belgardt, 1950)
- Ecosystème** — système stable d'éléments vivants et non-vivants caractérisé par le cycle intérieur et extérieur des matières (Tansley, 1935)
- Ecotype** — totalité de plusieurs populations à une même espèce présentant des conditions pédologiques et climatiques spécifiques, se traduit par la modification de l'aspect morphologique des plantes et les distingue des autres populations de la même espèce. Ainsi *Nitraria schoberi* forme d'énormes touffes phytogènes (7 à 8 m de diamètre) sur les sables friables. De surcroît les bran-



	ches ensevelies par le sable donnent des rejets. Sur les sols dits zonaux <i>Nitraria schoberi</i> a l'air d'arbrisseau classique aux feuilles et fruits menus		munauté à éphémères (Grossheim, 1929). On entend souvent par «Ephémérétum» la strate d'éphémères et d'éphéméroïdes
<b>Ecoton</b>	— bande de transition entre deux communautés différentes. Elle peut s'étirer dans la longueur mais est toujours plus étroite que les territoires des groupements voisins (Odoum, 1971). Ecoton peut également avoir une acception plus large à savoir la zone transitoire entre les reliefs et les régions	<b>Ephéméroïdes</b>	— plantes vivaces présentant des ressemblances avec les éphémères, à période de développement brève se situant généralement au printemps (Korovine, 1935)
		<b>Ephémères</b>	— plantes annuelles à période de développement brève (printemps)
<b>Ecotope</b>	— partie de l'environnement qui détermine les conditions de vie de tel ou tel groupement végétal. On distingue les écotopes pédologiques (édaphotope) et climatiques (climatope)	<b>Etage</b>	— élément de structure de la phytocénose ou des groupements distingué d'après la hauteur des plantes qui en font partie ou la profondeur de pénétration de leurs racines et la localisation de la partie active des systèmes racinaires
<b>Ephémérétum</b>	— strate ou synusie d'éphémères dans la communauté ou la com-		

Adresse: URSS, 107053, Moscou, B-53, Boîte postale 438