

14th Congress of the International Society of Photogrammetry
Hamburg 1980

Commission VII

Presented Paper

TÉLÉDÉTECTION ET CARTOGRAPHIE DES PÂTURAGES

B.V. Vinogradov

Académie des Sciences, Leningrad, l'U.R.S.S.

ABSTRACT. REMOTE SENSING AND PASTURE CARTOGRAPHY. Remote sensing involves the use of aerial and space surveys for a study of composition, structure, phenology, and dynamics of pastures. Paper concerns pasture at different scale levels from detail (population) and elementary (biogeocoenotic) to local (land system) and regional using landscape approach to photointerpretation. Paper includes detection of pasture changes caused by overgrazing by means of comparison of repeated surveys of the same place and monitoring of land use modifications of pastures as revealed on aerial and space surveys by indicators of overgrazing and desertification.

Depuis longtemps, on a fait recours aux méthodes d'exploration à bord d'avion pour la cartographie des pâturages dans la toundra et dans les déserts.

Il existe une série d'ouvrages méthodiques à dans lesquels les méthodes aérospatiales de la cartographie des pâturages sont exposées à un niveau moderne.

Télé-détection des structures spatiales des écosystèmes des pâturages

L'interprétation des structures spatiales (morphostructures) constitue le fond de la cartographie des pâturages. Elle peut être étudiée à des niveaux différents : subélémentaires, élémentaires (biogéocénétiques) et superélémentaires (locaux, régionaux, zonaux). La cartographie à distance (télécartographie) ne peut donner de bons résultats que si les structures spatiales sont examinées à tous les niveaux par des méthodes terrestres et aérospatiales combinées.

Aux niveaux subélémentaires, en se basant sur des clichés à très grande échelle, on cartographie des morphostructures populationnelles (échelle de 1:100 et plus), parcellaires (1:300) mosaïquées (1:1 000) et fragmentaires (1:3 000). Les opérations de cette nature sont effectuées à l'aide d'avions, d'hélicoptères et de tours de levé mobiles. Les levés à très grande échelle sont utilisés également pour l'étude des écosystèmes des pâturages in situ. Au niveau populationnel, par exemple, on a étudié les associations de *Seriphidium pauciflorum* à l'aide des clichés verticaux à 1:30 pris depuis les tours mobiles, et les associations de *Salsola richteri*, d'*Ammodendron conollyi*, de *Stipagrostis pennata*, à l'aide des clichés aériens agrandis à l'échelle de 1:300, etc. (fig.1). Aux clichés aériens agrandis à l'échelles 1:300-1:1 000, on a décrit également des morphostructures parcellaires, et mosaïques : phytogènes, zoogènes éoliennes, lithogènes, etc. Pour la cartographie des pâturages, on conseille surtout les levés à 1:3 000 des structures fragmentaires des complexes élémentaires, tels qu'ils ont été effectués dans les semi-déserts autour de la Mer Caspienne et dans le Kazakhstan.

Vient ensuite le niveau élémentaire d'étude des écosystèmes des pâturages : à ce niveau, on fixe des portions d'associations à l'aide des clichés aériens à 1:10 000 (et jusqu'à 1:30 000). De telles études sont opérées sur les parcelles de référence (sites d'échantillonnage), conformément aux règles en vigueur relatives à l'échantillonnage et à l'établissement des étalons.

La difficulté majeure de la délimitation des périmètres de pâturage et de leur cartographie réside dans le fait qu'il est difficile de généraliser les hétérogénéités spatiales élémentaires sur lesquelles sont basées les descriptions de la végétation sur le terrain, ainsi que dans le fait que la classification des types de pâturages est basée sur des facteurs multiples. L'un des moyens les plus efficaces de l'intégration des périmètres du pâturage consiste à adopter la méthode du paysage. Basée sur les clichés aérospatiaux, cette méthode prévoit en premier lieu l'identification des complexes territoriaux de nature générale (stations écologiques, unités d'occupation des terres, secteurs écologiques etc.), qu'on divise ensuite en traits particuliers (pâturages, planification d'eau, etc.). Une information économique supplémentaire est certainement indispensable; or, les morphostructures du paysage définissent le volume des combinaisons d'unités élémentaires, la configuration des périmètres des pâturages, les dimensions et l'emplacement des parcelles de référence (key sites) et les aires d'extrapolation des indices d'interprétation. On peut proposer les rapports suivants entre les unités du paysage et les unités de pâturage :

<u>Echelle :</u>	<u>Unités du paysage</u>	<u>Unités de pâturage</u>
1:10 000-	Stations écologiques,	Périmètres de production,
-1:30 000	Facies géographiques.	Parcelles cadastrales.
1:30 000-	Unités de l'occupation	Espèces de pâturage
-1:100 000	des terres.	

1:100 000-	Secteurs écologiques,	Groupes des pâturages.
-1:300 000	Systemes des terres.	
1:300 000-	Terrains écologiques,	Classes des pâturages,
-1:1 000 000	Localités géographiques.	
1:1 000 000-	Régions écologiques,	Types des pâturages.
-1:3 000 000	Paysages géographiques.	

Puisque le périmètre de production présente une très forte hétérogénéité spatiale interne, le moyen principal de sa synthèse est la généralisation à plusieurs niveaux des individus d'associations en vue de dégager des combinaisons élémentaires. Cette technologie de synthèse des périmètres de production à partir des descriptions des individus d'associations a été mise au point la première fois la région de référence au sud du Kara-Koum. Dans le cadre d'un groupe de pâturages de la combinaison des dunes longitudinales et takyrs (silt palayas), on reconnaît des relations des associations sur la base des photographies aériennes à 1:10 000. Par exemple, dans le cadre d'une espèce de pâturage sur les sables ondulés, on dégage les associations suivantes (Fig.2) :

- "d" ass. *Calligonum setosum* + *Salsola richteri* - *Seriphidium badhysi* avec réserve de fourrages 1.8 quintal/hectare;
- "e" ass. *Seriphidium badhysi*-*Carex physodes*, 2.4 q/h;
- "f" ass. (*Salsola arbuscula*)-*Seriphidium badhysi* + *Salsola rigida* - *Carex physodes*, 1.6 q/h;
- "h" ass. *Seriphidium kemrudicum* : *Salsola gemmascens*, 0.7 q/h;
- "i" takyrs, 0.1 q/h.

Dans les limites de cette espèce de pâturage, en se basant sur les clichés aériens, on calcule les rapports des superficies à 10% près, ce qui permet de dégager des périmètres de production variés :

N° périmètre :	Rapport des associations :	Réserve intégrée de fourrages :
1	1d+5e+3f+1i	1.9 q/h
2	1d+4e+1f+2h+2i	1.5 q/h
3	2d+5e+2f+1i	1.9 q/h
...
En moyenne pour l'espèce de pâturage	1d+5e+2f+1h+1i	1.8 q/h

Puisque le nombre d'espèces d'associations est très inférieur à celui de leurs combinaisons différentes tant d'après leur composition que d'après les rapports, si l'on réussit à effectuer une interprétation correcte (erreur admissible Q non supérieur à 10%), avec une bonne probabilité (P non inférieur à 0.9), sur les parcelles de référence, on peut interpréter les toutes périmètres de production analogues d'après leur composition à l'aide des photographes, sans faire d'inspection sur le terrain, au moins en restant dans les limites d'une même espèce de pâturage.

Ainsi donc, le périmètre de production est l'unité élémentaire de la cartographie des pâturages à très grandes échelle.

La nécessité d'établir des descriptions détaillées du périmètre de production suppose l'utilisation des clichés à 1:10 000 - 1:30 000 pris dans les saisons les plus favorables. Pour la description de plusieurs phytorythmotypes de pâturages, on recommande d'avoir des clichés à des saisons variées. Une information moins précise, bien que toujours utile, peut être obtenue à partir des photographies à plus petite échelle, de 1:30 000 à 1:100 000 (par exemple, le relief, les classes de pâturages). Les clichés spatiaux à résolution de 30 à 100 m, à l'échelle de 1:300 000-1:1 000 000, fournissent une faible quantité d'information sur le périmètre de production (par exemple, l'état phénologique des édificateurs, la matière verte intégrale, les zones de surpâturage).

À l'étape de la généralisation, les périmètres de production ("na") sont réunis, d'après les conditions des édificateurs fourragers dominants et les conditions écologiques, en une espèce de pâturage ("mi"). Cette catégorie se caractérise par un même type d'utilisation économique et de amélioration agrotechnique. Les espèces de pâturage sont reconnues et cartographiées tant à l'aide des photographies aériennes à échelle moyenne que d'après les clichés spatiaux à résolution de 30 à 100 m. La composition de l'espèce de pâturage est définie en fonction de la moyenne pondérée de la composition des périmètres de production. La synthèse se fait par la méthode de généralisation en plusieurs niveaux pas à pas selon les règles de la combinatoire :

(Fig. 3)

$$na = amo_1 + bmo_2 + \dots + qmo_n$$

$$mi = ana_1 + bna_2 + \dots + qna_n$$

Aux débuts de l'utilisation des avions pour l'observation, lorsqu'on ne disposait pas de méthodes ni d'indices fiables d'interprétation, on ne faisait qu'une interprétation objet par objet, c'est-à-dire qu'on traçait les frontières entre les périmètres et l'on déterminait l'emplacement de chaque périmètre, avec une visite obligatoire de chaque périmètre sur le terrain. Une telle méthode est peu performante mais n'exige pas de main d'oeuvre qualifiée.

Avec le progrès de la photographie aérienne d'abord, spatiale ensuite, la mise au point de la méthode du paysage de l'interprétation, l'accumulation des indices d'interprétation, on pratique de plus en plus largement l'interprétation par la méthode combinée, qui prévoit aussi bien l'interprétation de chaque périmètre sur les parcelles de référence sur le terrain (l'étalonnage) que l'interprétation au bureau des territoires non inspectés (l'extrapolation). Une telle technologie d'étude échantillonnée sur le terrain est plus productive, elle augmente la vitesse de la cartographie de 2 à 4 fois, diminue les besoins en main d'oeuvre de 1.5 à 2 fois mais exige une haute qualification de la part des opérateurs. Le schéma de la cartographie des pâturages d'après les photographies aérospatiales comprend aujourd'hui cinq phases :

- phase I : interprétation préliminaire
- phase II: étalonnage sur les parcelles de référence,

phase III: extrapolation,
phase IV : contrôle sur le terrain,
phase V : interprétation définitive et établissement de la carte.

Dans un cas typique où ce cycle déroule pendant une année, la répartition du temps suivant les phases présente comme suit :

phase I :	10-15%,
phase II :	20-30%,
phase III:	10-20%,
phase IV :	5-15%,
phase V :	30-50%.

Cartographie de la dynamique des pâturages et des modifications économiques des surpâturages

L'orientation la plus essentielle de la cartographie des pâturages consiste aujourd'hui dans la révision des cartes des pâturages existantes, dans la découverte et l'enregistrement des variations des pâturages, surtout de leurs modifications économiques par l'usage (surpâturages), et dans l'aliénation de ces terrains pour d'autres usages.

Les modifications économiques des pâturages sont reconnues d'après les déviations de la composition et de l'état de la végétation, l'altération des sols, le développement des formes secondaires antropogènes et érosionnelles du relief et le développement des paysages antropogènes spécifiques. Leurs indices d'interprétation sont définis au niveau des classes des pâturages. Ce sont les indices des modifications de la classe des pâturages des déserts sablonneux qui sont les mieux étudiés.

Considérons les modifications économiques causées par l'usage sur les sables semi-fixés du Kara-Koum occupés par l'association conventionnellement autochtones *Haloxylon persicum* - *Carex physodes* ("Z"). Au début de l'été, lorsque la couverture des herbes constitue de 40 à 75% et plus, l'association se présente sous la forme d'un fond gris foncé des herbes sur lequel on distingue des points représentatifs des arbustes. Les taches de sables non protégés, généralement autour des terriers de rongeurs, n'occupent que de 1 à 4% de la superficie, ce qui, loin de nuire à la stabilité de l'écosystème, contribue à son rajeunissement et à sa meilleure stabilité.

On doit distinguer des modifications conventionnellement autochtones les modifications protégées des pâturages non utilisés occupés par l'association *Haloxylon persicum* - *Carex physodes* - *Tortula desertorum* ("Z"). Le "vieillissement" des pâturages abandonnés s'interprète facilement d'après le fond foncé des herbes et lichens avec des points claires des *Haloxylon* dépérissants.

On reconnaît ensuite les modifications phénotypiques économiques des pâturages ("A°") provoquées par la consommation des plantes par le bétail au cours de la saison actuelle. Elles sont proches des modifications conventionnellement autochtones d'après leur composition mais s'en distinguent par les indices phytocénométriques, en premier lieu par la masse biologique moins grande des parties aériennes des plantes consommables. Sur les clichés aérospatiaux de tels pâturages utili -

sés se caractérisent par un ton plus clair sans autres indices visibles de la dégradation. Leurs frontières ne sont clairement discernables que sur les pâturages clôturés où les terrains dégradés et intacts offrent un contraste frappant suivant la ligne de partage, ce qui est clairement visible même sur des photographies spatiales à résolution de 70 à 100 m. Les modifications de cette nature sont récupérées au cours de l'année.

Les modifications économiques du premier ordre diffèrent des modifications initiales tant par l'altération des caractéristiques phytocénométriques (diminution de la hauteur, de la couverture, de la biomasse, de la vitalité), surtout en ce qui concerne les plantes consommables, que par des changements peu appuyés des sous-édificateurs au niveau des groupes d'associations. Le fond de la surface du sol est gris ou gris clair, à cause de la diminution de la couverture des herbes jusqu'à 25-40%. La superficie des taches claires des sables non protégés autour des terriers des rongeurs et des bris d'arbustes employés comme bois de chauffage augmente jusqu'à 5-9%, ce qui ne nuit pas encore à la stabilité de l'écosystème. On voit s'implanter des éphémères et des plantes annuelles ; il se forme des associations *Haloxylon persicum* - *Carex physodes* : *Anisantha tectorum* : *Plantae annuae* ("A' ").

Les modifications économiques du deuxième ordre ("A'' ") diffèrent par les changements des sous-édificateurs au niveau des classes d'associations. L'association des plantes s'en trouve diminuée, une forte mosaïcité apparaît, la couverture des *Carex physodes* descend plus bas que 10%, la couverture projective totale diminue jusqu'à 10-15%, des psammophytes s'annoncent. Les taches du relief à barkhanes occupent une surface appréciable : de 10 à 15% ; elles constituent des foyers de dégradation progressive des sols. De tels pâturages présentent un fond gris clair sur lequel on distingue nettement les gros points d'arbustes psammophiles de *Haloxylon persicum*, *Calligonum rubens*, *Ammodendron connollyi*, ainsi que des points plus fins des sous-arbrisseaux *Mausolea eriocarpa*, *Convolvulus erinaceus*, des points anguleux des herbes à touffe *Stipagrostis pennata* et taches du dessin de barkhanes. Il s'agit de la semi-association de *Fruticeta psammophyticae*, *Stipagrostis pennata*, *Plantae annuae*.

Les modifications économiques du troisième ordre ("A''' ") se distinguent par les changements des édificateurs au niveau des formations. Le productivité diminue à tel point que le terrain est abandonné. Le dessin des barkhanes sur les sables mobiles occupe de 16 à 25% de la superficie. Sur le fond gris clair des sols mal fixé sont éparpillés de gros points isolés d'arbustes psammophiles et d'herbes à touffe. C'est une agrégation de psammophiles *Stipagrostis pennata*, *Calligonum arborescens*, *Ammodendron connollyi*.

La dernière phase de la modification est la formation de complexes secondaires antropogènes et éoliens ("V"). On les interprète aisément d'après leur fond clair même, les points isolés de plantes psammophytes présentant une couverture inférieure à 1-2%, le développement des barkhanes sur une superficie de plus de 25%.

Dans le cadre de cette classification, on établit sur la base clichés aérospatiaux les cartes de dégradation des pâturages à toutes les échelles, depuis l'échelle élémentaire (d'après les photographies aériennes à 1:10 000) jusqu'à l'échelle régionale (d'après les clichés spatiaux à résolution de 100 m). Par exemple, en cartographie au niveau élémentaire d'après les photographies aériennes à 1:10 000, on distingue autour du puits (région d'Achkhabad) un ensemble simple, réunissant toutes les modifications énumérées des pâturages de désert sablonneux (fig.4). En utilisant un cliché pris au début de l'été par la station orbitale pilotée "Ssalut-6", on a établi une carte à petite échelle des modifications économiques des pâturages à éphémères des déserts loessiens de composition mixte (fig.5). Les portions de terrain fortement surpâturées 5A"5A" à réserve intégrale de fourrages inférieure à 1 q/ha se représentent par des taches gris clair autour des puits et des villages.^{x)} Les régions de surpâturage modéré 3z3A'3A"1A" adjacentes à ces endroits ont la forme de bandes grises. Les territoires éloignés des puits à réserve de fourrages de 4 ou 5 q/ha sont des pâturages peu surpâturés, de composition 7z2A'A" ; leur ton est gris foncé. Enfin, les pâturages protégés 7Z2z1A donnent le ton le plus sombre.

Une méthode plus correcte et plus prometteuse du procédé aérospatial de la cartographie de la dynamique des pâturages et de la révision des cartes des pâturages est la confrontation des photographies successives d'un même territoire espacées dans le temps. Après le redressement optique de de chaque image et sa transformation photogrammétrique en une projection uniforme, les caractéristiques photométriques de l'image sont comparées point par point. Le signal de différenciation recueilli à la sortie du système de traitement renseigne sur l'extension, le signe et l'amplitude des décalages écologiques pendant la période écoulée entre deux prises de vues. Par exemple, la confrontation instrumentale des photographies aériennes successives autour d'un puits au centre du désert de Kara-Koum a révélé l'accroissement de la superficie des sables mobiles à barkhanes d'environ 70% au cours de l'année à la suite de la construction d'une cité ouvrière dans le désert. En confrontation des clichés aérospatiaux successifs sur les mêmes territoires, on remarque la diminution annuelle de la superficie des pâturages à de leur occupation pour la construction, les cultures irriguées les travaux de mine, etc.

Enfin, l'analyse aérospatiale des images des écosystèmes des pâturages peut être utile pour l'établissement des cartes prévisionnelles. La prévision à brève échéance est basée sur la collection des clichés successifs, l'enregistrement d'écosystèmes et l'extrapolation de tels changements pour un proche avenir. Une telle analyse systémique a été faite sur le région de référence au sud de Kara-Koum (Turkménie) en confrontant les photographies prises entre 1951-1957 et 1972-1977. Pour une pé-

^{x)} Indices : "z", les écosystèmes conventionnellement autochtones; "Z", les écosystèmes protégés; "A", les écosystèmes des pâturages; "A', A", A"), les ordres des surpâturages; Chiffres devant les indices: dizaines de % de surface relative.

riode couvrant 20 à 25 ans, on a calculé tous les changements des superficies des périmètres et établi une matrice de transition. Multipliant cette matrice de transition par le vecteur état finals, on extrapole la tendance d'évolution de la région écologique pour les 20 ou 25 années à venir. Cette prévision a promis en l'occurrence une diminution sensible de la surface des sables fixés et semi-fixés, des champs non irrigués, ainsi que l'augmentation de la surface des sables non fixés ou mal fixés, des champs irrigués, des plantations et des terrains d'habitation.

La prévision de l'évolution à longue échéance des écosystèmes des pâturages est basée sur la cartographie des effets géophysiques des actions anthropogènes. On admet à priori que la "presse" anthropogène s'accroît au niveau des écosystèmes. A en juger d'après les clichés spatiaux, les pâturages dégradés présentent une haute réflectivité et émissivité que les pâturages intacts. Cela contribue à son tour à une meilleure stabilité de l'atmosphère, réduit l'humidité relative de l'air, diminue la nébulosité, affaiblit l'échange régional de l'air. Tout cela amène une diminution de la précipitation et forme une tendance écologique permanente vers désertification des régions des pâturages.

BIBLIOGRAPHIE

1. Belyaeva I.P., Ratchkouluk V.I., Ssitnikova M.V. (1965) - Le rapport du coefficient de réflectivité du système "le sol + le tapis végétal" avec la quantité de la masse végétale. - *Meteorologia i Gidrologia*, Moscou, N° 8, pp. 7-12 (en russe).
2. Belyaeva I.P., Ratchkouluk V.I., Ssitnikova M.V. (1966) - Les caractéristiques réfléchives de la surface active des pâturages désertiques. - *Troudy SANIGMI, Léninegrad*, vyp. 26, pp. 49-59 (en russe).
3. Cacenkin I.A. (1962) - L'utilisation des photographies aériennes pour l'étude des pâturages et des récoltes. - Dans: "Méthodes aériennes pour l'étude des ressources naturelles", Moscou, pp. 231-237, (en russe)
4. Miklyaeva I.M. (1978) - L'expérience d'interprétation des prés pour la compilation de la carte des terrains fourragères à grande échelle. - "Vestnik MGU, géogr.", N° 2, pp. 96-101 (en russe).
5. Ratchkuluk V.I., Ssitnikova M.V. (1976) - Les questions quelques de la détermination de biomasse des pâturages désertiques et des semences des cultures agricoles avec les avions et les satellites. - "Meteorologia i Gidrologia", N° 6, pp. 82-91 (en rus.)
6. Vinogradov B.V. (1962) - Lois géographiques de l'extrapolation des indices d'interprétation à grande distance des paysages analogues. - Dans: "Utilisation des aéromethodes pour l'étude des eaux du sol", Moscou-Léninegrad, pp. 114-142 (en russe).
7. Vinogradov B.V. (1963) - Formes fondamentales de l'étalonnage des photographies aériennes de la végétation et des autres éléments du paysage. - Dans: "Questions d'interprétation et de traitement photogrammétrique des photographies aériennes", Moscou-Léninegrad, pp. 24-41 (en russe).
8. Vinogradov B.V. (1964) - Classification et cartographie des ensembles de végétation des déserts dans la Turkménie centrale d'après les données des prises de vues aériennes. - "Expérience de cartographie et des sols d'après les photographies aériennes"

- nes", Moscou-Léningrad, pp.48-62 (en russe).
9. Vinogradov B.V., Koudryavzeva E.N. (1964) - Expérience d'interprétation et de cartographie des terrains de fourrage dans les déserts et semi-déserts d'après les photographies aériennes. - "Expérience de cartographie de la végétation et des sols d'après photographies aériennes", Moscou-Léningrad, pp.97-120 (en russe).
 10. Vinogradov B.V. (1966) - Aéromethodes de l'étude de la végétation des zones arides. - Moscou-Léningrad, 362 p. (en russe).
 11. Vinogradov B.V. (1967) - The landscape concept and its use in the study of grassland territories. - "Publ. ITC-UNESCO Center Integrated Surveys", Delft, S16, 25 p. (en anglais).
 12. Vinogradov B.V. (1978) - Remote sensing for stationary studies of pasture ecosystems. - "Management of vegetation in arid zone of the Asia", Leningrad, pp.174-190 (en russe).
 13. Vinogradov B.V. (1968) - Les enquêtes intégrées sur les zones arides de l'URSS à l'aide de la photographie aérienne. - "Recherches sur les ressources naturelles", v.6, Paris, pp.351-359 (en française).
 14. Vinogradov B.V. (1979) - Dynamic structure of antropogeneous ecosystems. - Doklady Biological Sciences, v.249, nos.1-6, N.Y. (en anglais).

ILLUSTRATIONS

- Fig.1. Fragment d'une carte à très grande échelle de l'écosystème du pâturage à 1:250 au niveau populationnel, établie d'après une photographie aérienne à 1:2 000 : 1 - Calligonum caput-medusae, 2 - Salsola richteri, 3 - Ammodendron conollyi, 4 - Stipagrostis pennata, 5 - limite de la parcelle de référence (publié en [12] Fig.45).
- Fig.2. Profil topo-écologique terrestre de la parcelle de référence dans le région des dunes latitudinales et des takyr dans désert sableux de Kara-Koum. (publié en [8] Fig.1).
- Fig.3. Fragment d'une carte des espèces de pâturage (A,B,C,...) et des périmètres de production (1,2,3,...) à 1:25 000 du complexe à dunes latitudinales et à takyr du sud de Kara-Koum établie d'après des photographies aériennes à 1:10 000 et des étalons d'interprétation obtenus pour la parcelle de référence (rectangle limité par un trait interrompu) et extrapolés pour les espèces de pâturage à point de contrôle (marqués par les astérisques). (publié en [9] Fig.4).
- Fig.4. Fragment d'une carte des modifications économiques des pâturages dans le désert sablonneux établie d'après les photographies aériennes à 1:10 000 : z - état conventionnellement intact, A' - faible dégradation, A'' - moyenne dégradation, A''' - forte dégradation, V - sables mobiles inutilisables. (publié en [9] Fig.5b).
- Fig.5. Fragment d'une carte à petite échelle des combinaisons de modifications économiques des pâturages à éphémères dans les déserts loessiens établie d'après un cliché spatial fait au début de l'été à résolution de 80 m : Z - écosystèmes protégés, z - conventionnellement autochtones, A' - faible, A'' - moyenne, A''' - forte dégradation, V - sables mobiles inutilisables. (publié en [12] Fig.53).

TERMS de la TELEDETECTION

- AIRE de l'EXTRAPOLATION** - un territoire des paysages analogues, dans limites lesquels les étalons et les indices (indicatrices) de l'interprétation sont extrapolés de la parcelle de référence sur les distances différentes d'aires locales, régionales et zonales [6].
- ETALON de l'INTERPRETATION** (clé aérophotographique, image de référence, strate d'échantillonnage) - une image aérospatiale (ou un fragment d'une image représentative) ou un ensemble des données numériques sélectives d'un objet naturel ou artificiel (ou un ensemble ces objets), qui est élaboré dans une parcelle de référence et caractérisent toutes les images de cet objet dans les limites d'aire d'extrapolation avec une degré de la fidélité répondant à des conditions techniques et naturelles standardisées [7, I3:353].
- EXTRAPOLATION AEROSPATIALE** - un identification les objets dans les territoires non visités par aux étalons et (ou) indices de l'interprétation élaborés dans les parcelles de référence [6].
- PARCELLE de REFERENCE** (lot du terrain choisi, clef du terrain, aire minima) - une parcelle minimale caractérisée les conditions naturelles et artificielles du reste du territoire dans les limites d'aire de l'extrapolation avec une degré de la probabilité déterminée (P plus 0.9) de erreur admissible (Q inférieur 10%) [10, I3:353].
- PAYSAGE ANALOGUE** - un ensemble des paysages comparables lorsque l'on se réfère à la composition et aux rapports mutuels de composants, et qui présentant une similitude du environnement, avec des répartitions et des rapports quantitatifs voisins sur les images prisés à distance [6, I3]