



Photo Verma.

Formation dégradée d'*Anogeissus pendula*. Forêts d'Inalawar.

OBSERVATIONS SUR L'ÉCOLOGIE DES FORÊTS D'*ANOGEISSUS PENDULA* EDGEW.

par S. K. VERMA.

Assistant Technique du Conservateur en chef des forêts du Rajasthan

SUMMARY

OBSERVATIONS ON THE ECOLOGY OF THE *ANOGEISSUS PENDULA* EDGEW. FORESTS

An attempt has been made to study the floristic composition and the ecological aspects of *Anogeissus pendula* Acacia community in Rajasthan situated in Central India roughly to the north of 24° latitudes. *Anogeissus pendula* generally forms pure stands often quite well stocked. Its common associates, in varying proportions, are *Acacia catechu*, *Acacia leucophloea*, *Wrightia tinctoria*, *Bauhinia racemosa*, *Diospyros melanoxylon*, *Flacourtia ramontchii* and *Dichrostachys cinerea*. In Central region *Acacia senegal* is common while in the southern region the occurrence of *Anogeissus latifolia* and other miscellaneous species is worth mentioning. The average height of the crop is 8 m, maximum being 12 m. The top canopy is almost continuous.

Successional stages.

Intense and biotic factors, like overexploitation, illicit fellings, fires, excessive grazing and browsing, heavy loppings and shifting cultivation, that have operated through generations have reduced the original luxuriant forest crops to various degraded stages: viz. scrub-woodland, Discontinuous thorny thickets, scattered shrubs.

It has been observed that under the prevailing climatic conditions the ultimate stage of development of plant communities is the Dry deciduous forests of *Anogeissus pendula* which represents the climatic climax type of vegetation. These forests once flourished throughout this region and the changes in the floristic composition are due to biotic disturbances over a long period of the past. Luxuriant close canopied forests have been also reduced to an open scrub. Even now if biotic factors are partially eliminated the regression can be checked and even reserved.

RESUMEN

OBSERVACIONES RESPECTO A LA ECOLOGIA DE LOS BOSQUES DE *ANOGEISSUS PENDULA* EDGEW

El autor se propone estudiar la composición florística y las características ecológicas de las formaciones de *Anogeissus pendula* y *Acacia* existentes en el centro de la India, aproximadamente a 24° de latitud Norte. El *Anogeissus pendula* forma generalmente plantaciones casi puras, frecuentemente de una magnífica apariencia.

La altura de promedio de las plantaciones es de 8 metros, alcanzando 12 metros como máximo, siendo continua la cobertura del nivel superior.

La acción intensiva de diversos factores bióticos, como por ejemplo la explotación ilícita exagerada, la tala, los incendios corrientes, los pastos exagerados, el desramado y los cultivos itinerantes que se practican desde hace varias generaciones, ha reducido al bosque primitivo a diversas etapas de degradación, como por ejemplo la sabana arbustiva, la foresta espinosa discontinua y los follajes en dispersión. Se ha podido observar que, en las condiciones climáticas actuales, la etapa final de desarrollo de las asociaciones vegetales es el bosque en estado seco de *Anogeissus pendula* el que representa, consecuentemente, el clima de esta vegetación. La evolución de estos bosques y los cambios intervenidos en su composición florística se deben a los trastornos que han sufrido los factores bióticos durante un largo periodo. El bosque cerrado se ha transformado así en sabana arbustiva. Si los factores bióticos perjudiciales son eliminados, existe la posibilidad, incluso actualmente, de limitar la regresión y poder llegar a constituir reservas.

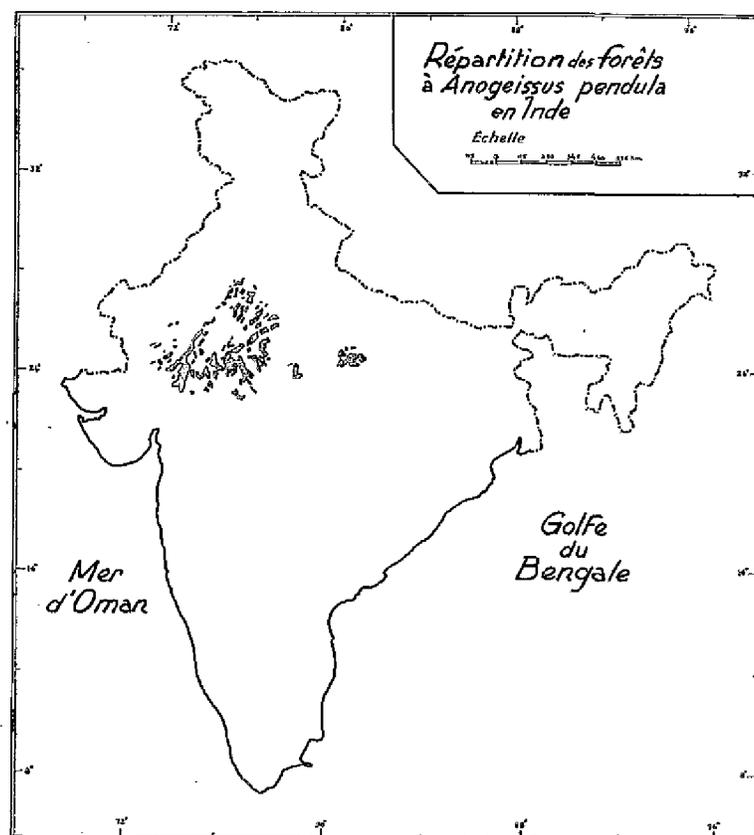
INTRODUCTION

1) En Inde, les forêts à *Anogeissus pendula* sont situées dans le Rajasthan, dans certaines parties du Jhansi et du Banda, dans l'état de l'Uttar Pradesh, ainsi que dans la région du Nimar, la réserve de Ramna (Sagar) et les Panchmahals, dans l'état de Madhya Pradesh. Précédemment, on n'accordait que bien peu d'attention à ces forêts de faible valeur économique alors que les études se concentraient sur les forêts de résineux ou les forêts denses humides à *Shorea robusta*, à Teck et autres essences commerciales. Dans les régions du centre de l'Inde, à faible pluviosité et forte température, par exemple dans l'Etat du Rajasthan, les forêts à *Anogeissus pendula* sont de première importance, puisqu'elles constituent le principal type de forêt qui fournit la plus grande partie de la demande locale en bois de service, bois de feu et charbon de bois. Elles produisent aussi un fourrage particulièrement apprécié des chèvres et des moutons dans les périodes de

pénurie, ainsi que différents produits forestiers secondaires. Dans le présent article, on a cherché à étudier les aspects floristiques et écologiques des forêts d'*Anogeissus pendula* Edgew. d'après la classification des types de forêt tropicale (cf. GAUSSEN 1961). On a distingué les différents stades phytosociologiques du processus de régression de la végétation en utilisant la nomenclature recommandée par AUBREVILLE (1956).

2) Ces forêts se sont développées sur d'importantes surfaces. Mais l'ouverture de voies de communication et l'accroissement de la densité des populations humaine et animale ont entraîné de rapides dégradations. D'importants peuplements à *Anogeissus pendula*, il ne reste plus que des tapis dispersés de racines, rampant à la surface du sol et le dépassant de quelques centimètres, qui bien souvent sont extirpées pour servir de combustible.

LES SURFACES



3) L'Etat du Rajasthan est situé entre 23° 3' et 30° 12' de latitude Nord et 69° 30', 78° 17' de longitude Est. Il occupe une superficie de 342.272 km² dont les 37.479 km² boisés représentent environ 11 % de la surface de l'Etat. Les collines d'Aravallies séparent cette étendue en deux parties dont les 3/5 se situent au nord-ouest et les 2/5 au sud-est des Aravallies. La partie nord-ouest, sableuse, a un caractère aride à semi-aride, presque typiquement désertique, avec une pluviosité faible et irrégulière (300 mm par an). Par contre, la région sud-est reçoit annuellement 800 mm d'eau. Les étés sont généralement très chauds. Dans la partie nord-ouest, les variations de températures diurnes et saisonnières sont importantes. Le taux d'humidité est faible pendant la majeure partie de l'année. Pendant l'été, la température est élevée le jour, mais fraîche la nuit. En hiver, elle descend même au-dessous de zéro. A cette saison, la gelée blanche, est fréquente sur la majeure partie de l'Etat, à l'exception de l'extrémité sud-est. L'humidité relative varie normalement de 85 %, en juillet, à 25 %

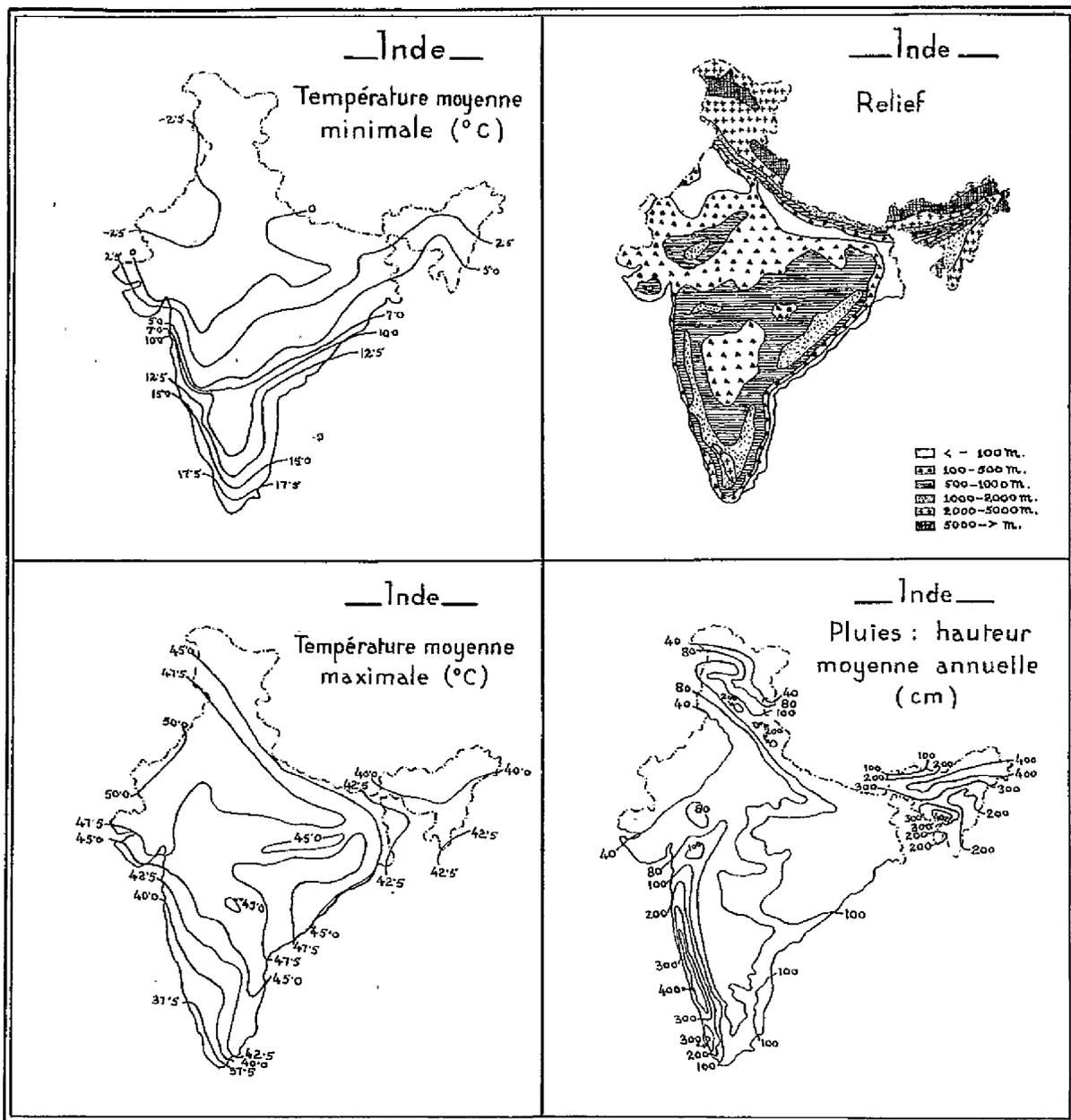


TABLEAU 1

Station	Altitude en m	Nbre de jours secs	Mois secs		Pluviométrie totale pendant mois secs en mm	Moyenne annuelle en mm	Température de l'air en °C		Moyenne de l'humidité relative pendant les mois secs
			Nbre	Période			Moyenne des mois les plus secs	Moyenne annuelle	
Abu	1.201	221	8	10 à 5	71	1.564	26	20	38
Jaipur	436	249	9	10 à 6	127	610	33	25	33
Ajmer	485	250	9	10 à 6	125	527	33	25	37
Kota	257	251	9	10 à 6	128	750	30	25	35
Jodhpur	224	262	9	10 à 6	76	361	34	26	34
Barmer	194	268	10	9 à 6	84	300	34	27	45
Bikaner	224	276	10	9 à 6	115	291	35	27	57
Ganganagar ..	177	280	11	7 à 5	183	259	34	21	48

en avril, mais, dans les régions arides, l'humidité est très faible. Dans le tableau qui précède sont indiquées les variations de température, de pluie et d'humidité relative, enregistrées au Rajasthan (LEGRIS et VIART 1959). Les 4 premières stations sont situées dans le sud-est des Aravallies et les autres dans le nord-ouest.

4) Les formations rocheuses des Aravallies se rencontrent communément à travers toute la chaîne des collines, sauf dans les parties sud et sud-est, où les formations de la chaîne de Vindhyan et les roches volcaniques à disposition étagée du Deccan (traps) prédominent. Les sols des Aravallies sont composés principalement des catégories du type de Delhi qui s'étend depuis la région de Delhi, dans le nord, jusqu'aux collines d'Abu, dans le sud. Dans le nord, la répartition est dispersée et remplacée par des alluvions, alors qu'elle est plus dense aux environs de Udaipur et Chittorgarh. Le type de sol de Delhi recouvre très irrégulièrement des gneiss et des formations de Rajalios; il est à son tour recouvert sporadiquement de formations de Vindhyan. Les Aravallies sont surtout composées de roches des types phyllite, quartzite, calcaire,

schiste et gneiss. Le sol présente de grandes variations d'une place à une autre mais, sur les pentes des collines, il est généralement dégradé, squelettique, peu profond et bien drainé. Dans les dépressions et le long des berges des ruisseaux, il est sablo-argileux ou argileux.

5) Les facteurs biotiques tels que l'exploitation abusive, l'abattage illicite, les feux courants, le surpâturage, l'ébranchage et les cultures itinérantes semblent avoir atteint une forte intensité et causé d'importants dégâts, empêchant le développement optimal de ces forêts. L'Etat du Rajasthan compte 374 millions de têtes de bétail (Statistiques du Rajasthan 1968). On peut facilement imaginer les dégâts provoqués par 103 millions de chèvres, 88 millions de moutons et plus de 6 millions de chameaux. Les besoins en bois de feu, charbon de bois et autres produits forestiers d'une population de 201 millions de personnes, dont 83,7 % de ruraux et 16,3 % de citadins, dépassent les limites des ressources forestières existantes. Ces facteurs sont responsables des dégradations qualitatives et quantitatives des forêts.

LA FORÊT

6) A l'exception des régions nord-ouest sableuses, l'*Anogeissus pendula* est de loin l'essence la plus commune de ces forêts.

7) Ces forêts sont dispersées dans des régions dont les conditions de milieu sont assez variables, par exemple : à Khetri, Jodhpur et Jaswantpura, la pluviosité est inférieure à 500 mm, mais elle dépasse 500 mm à Ajmer, Chittorgarh, Bundi et Alwar et atteint 750 mm à Baran, Shahbad, Jhalawar, dans certaines parties de l'Udaipur, de Dungarpur et dans les collines d'Abu. Ces forêts sont situées à une altitude variant entre 240 et 760 m au nord du 24° de latitude nord. Elles

couvrent des pentes plus ou moins fortes, des sommets de colline, des escarpements. Elles sont luxuriantes, dans les bas-fonds et les vallées. Aux variations de l'altitude et du climat, il faut ajouter celles du site et des formations rocheuses qui dans les Aravallies et le Vindhyan, vont des sols squelettiques aux sols sablo-argileux, et même calcaires.

8) Ce type de forêt couvre un million d'hectares, dont 860.000 ha sont à un stade très dégradé. Le taux de répartition varie de 30 % à 50 % à Kota, Tonk, Bharatpur, Udaipur, Baran, Chittorgarh, Bundi, Jhalawar et Jodhpur, elle s'abaisse à 10 %, à 30 % à Jaipur, Sirohi, Ajmer et Banswara.

FORÊTS DÉCIDUES SÈCHES

9) L'*Anogeissus pendula* forme généralement des peuplements de bonne venue. Il est associé communément, dans des proportions variables aux espèces suivantes : *Acacia catechu*, *Acacia leucophloea*, *Wrightia tinctoria*, *Bauhinia recemosa*, *Diospyros melanoxylon*, *Flacurtia ramontehii*, *Dichrostachys cinerea*. Dans les forêts de Jaipur, d'Ajmer et dans la subdivision forestière de Jodhpur, l'*Acacia senegal* est très répandu, alors que, dans la région sud, on rencontre fréquemment l'*Anogeissus latifolia* et quelques autres espèces diverses. Au sommet des pentes, le *Boswellia serrata*, le *Lannea coromandelica* et le *Sterculia urens* remplacent les espèces, habituellement prédominantes, tandis que le *Butea*

monosperma et l'*Acacia leucophloea* sont fréquents dans les bas-fonds. Le recrû est rare lorsque le couvert est continu, mais abondant dans les trouées. Il est habituellement composé des espèces suivantes : *Balanites aegyptiaca*, *Grewia flabescens*, *G. tenax*, *Zizyphus nummularia*, *Cassia tora*, *Apluda mulic*, *Heteropogon contortus*, *Setaria nervosum*, *Dicanthium annulatum*, *Aristida* spp.

Bien que la régénération naturelle des principales espèces se produise chaque année, au moment de la mousson, une forte proportion de celles-ci ne peut supporter l'action de facteurs adverses tels que la sécheresse prolongée, le pâturage ou les feux courants. La plupart des espèces rejettent bien de

souche. La période de végétation est relativement courte, l'humidité du sol étant un facteur limitatif.

10) La hauteur moyenne des peuplements est de 8 m ; quand les conditions locales sont favorables, certains arbres atteignent 12 m.

Le couvert supérieur est presque continu et la densité du peuplement varie de 0,7 à 0,9 parfois

elle atteint même 1. A ce stade optimum de développement la forêt présente 4 étages :

- 1) celui des arbres émergents, défeuillés pendant 6 à 7 mois de l'année,
- 2) des arbres plus petits, surcimés qui par endroits ne se distinguent pas de l'étage supérieur,
- 3) le sous-étage des arbustes et des lianes,
- 4) la couverture herbacée.

DESCRIPTIONS FLORISTIQUES

11) Des descriptions floristiques ont été effectuées à Sawaimadhopur, Digota (Jaipur), Samli Pathar (Chittorgarh), Malooni (Jhalawar), donc dans

les parties ouest, nord-ouest et sud du Rajasthan. Ces descriptions sont reportées dans le tableau 2, où les espèces sont classées par ordre de fréquence.

TABLEAU 2. — Descriptions floristiques des placeaux

Zones		Digota (Jaipur)		Samli Pathar (Chittorgarh)		Malooni (Jhalawar)	
Kachida (Swaimadhopur)	%	Espèces	%	Espèces	%	Espèces	%
I. — Arbres.							
<i>Anogeissus pendula</i> Edgew.	90	<i>Anogeissus pendula</i> Edgew.	90	<i>Anogeissus pendula</i> Edgew.	90	<i>Anogeissus pendula</i> Edgew.	85
<i>Acacia leucophloea</i> Willd.		<i>Acacia leucophloea</i> Willd.		<i>Acacia leucophloea</i> Willd.		<i>Diospyros melanoxyylon</i> Roxb.	5
<i>Acacia catechu</i> Willd.		<i>Acacia catechu</i> Willd.		<i>Acacia catechu</i> Willd.		<i>Acacia leucophloea</i> Willd.	
<i>Diospyros melanoxyylon</i> Roxb.		<i>Bauhinia racemosa</i> Lam.		<i>Diospyros cordifolia</i> Roxb.	5	<i>Anogeissus latifolia</i> Wall.	
<i>Bauhinia racemosa</i> Lam.	3	<i>Wrightia tinctoria</i> R. Br.	8	<i>Aegle marmelos</i> Corr.		<i>Acacia catechu</i> Willd.	
<i>Lannea coromandelica</i> (Houtt) Merr.		<i>Lannea coromandelica</i> (Houtt) Merr.		<i>Boswellia serrata</i> Roxb. (Upper slopes).		<i>Butea monosperma</i> Taub.	
<i>Boswellia serrata</i> Roxb. (Upper slopes).		<i>Butea monosperma</i> (Lamk) Taub. (Foot Hills).		<i>Lannea coromandelica</i> (Under slopes) Merr.		<i>Mitragyna parvifolia</i> Korth.	10
<i>Aegle marmelos</i> Corr.		<i>Boswellia serrata</i> (Upper slope) Roxb.		<i>Sterculia urens</i> (U. slope).		<i>Aegle marmelos</i> Corr.	
<i>Butea monosperma</i> Taub. (foot hills).		<i>Mitragyna parvifolia</i> Korth.		<i>Diospyros melanoxyylon</i> Roxb.	5	<i>Wrightia tomentosa</i> R. et S.	
<i>Cassia fistula</i> L. (bank of river).	2	<i>Moringa concanensis</i> Nimmo.		<i>Butea monosperma</i> (foot hills) (Lamk. Taub.).		<i>Schrebera swietenoides</i> Roxb.	
<i>Ficus glomerata</i> Roxb.		<i>Cassia fistula</i> L.	2	<i>Bauhinia racemosa</i> Lam.		<i>Terminalia tomentosa</i> W. et A.	
		<i>Diospyros montana</i> Roxb.					
		<i>Albizia odoratissima</i> Benth.		<i>Schrebera swietenoides</i> Roxb.		<i>Madhuca indica</i> Gmel.	
				<i>Sapindus emarginatus</i> Vahl.			
				<i>Mitragyna parvifolia</i> (Roxb) Korth.			
				<i>Madhuca indica</i> Gmel.			
II. — Arbres du sous étage.							
<i>Zizyphus mauritiana</i> Lamk.		<i>Dichrostachys cinerea</i> W. et A.		<i>Dichrostachys cinerea</i> W. et A.		<i>Dichrostachys cinerea</i> W. et A.	
<i>Dichrostachys cinerea</i> W. et A.		<i>Zizyphus mauritiana</i> Lamk.		<i>Wrightia tinctoria</i> R. Br.		<i>Balanites aegyptiaca</i> De-lile.	
<i>Diospyros cordifolia</i> Roxb.		<i>Balanites aegyptiaca</i> De-lile.		<i>Zizyphus mauritiana</i> Lamk.		<i>Flacourtia latifolia</i> Cooke	
<i>Flacourtia indica</i> (Bau-rw. f.) Merr.		<i>Commiphora wightii</i> .		<i>Balanites aegyptiaca</i> De-lile		<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alst. (river bank).	
				<i>Bridelia retusa</i> spr.			

TABLEAU 2 (suite)

Zones							
<i>Kachida (Swaimadhapur</i> Espèces	%	<i>Digota (Jaipur)</i> Espèces	%	<i>Samlipathar (Chittorgahr)</i> Espèces	%	<i>Malooni (Jhalawar)</i> Espèces	%
III (a). — Arbustes.							
<i>Grewia flavescens</i> Juss.		<i>Grewia flavescens</i> Juss.		<i>Securinega leucophyrus</i> Muell. Arg.		<i>Grewia flavescens</i> Juss.	
<i>Grewia tenax</i> (Forsk) Fiori.		<i>Grewia tenax</i> (Forsk) Fiori.		<i>Grewia flavescens</i> Juss.		<i>Grewia asiatica</i> L.	
<i>Securinega leucophyrus</i> Muell. Arg.		<i>Rhus mysorensis</i> Heyne.		<i>Carissa spinarum</i> L.		<i>Carissa congesta</i> W.	
<i>Adhatoda vasica</i> Nees.		<i>Securinega leucophyrus</i> Muell. Arg.		<i>Nyctanthes arbor-tristis</i> L.		<i>Carissa carandus</i> L.	
<i>Cassia auriculata</i> L.		<i>Adhatoda vasica</i> Nees.		<i>Euphorbia nerifolia</i> L.		<i>Holarrhena antidysente- rica</i> Wall.	
<i>Zizyphus nummularia</i> W. et A. (foot hills).		<i>Zizyphus nummularia</i> W. et A. (foot hills).		<i>Zizyphus nummularia</i> W. et A.		<i>Mimosa rubicantis</i> Lam.	
				<i>Mimosa rubicantis</i> Lam.		<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Sw.	
				<i>Adhatoda vasica</i> Nees.		<i>Euphorbia nerifolia</i> L.	
				<i>Cassia auriculata</i> L. (foot hills).		<i>Adhatoda vasica</i> Nees.	
						<i>Nerium</i> spp. (river bank)	
b)							
<i>Abrus precatorius</i> L.		<i>Asparagus dumosus</i> Ba- ker.		<i>Abrus precatorius</i> L.		<i>Abrus precatorius</i> L.	
<i>Cocculus hirsutus</i> Diels.		<i>Abrus precatorius</i> L.		<i>Asparagus dumosus</i> Baker		<i>Asparagus recemosus</i> Willd.	
		<i>Cuscuta reflexa</i> Roxb.		<i>Ichnocarpus frutescens</i> R. Br.		<i>Ichnocarpus frutescens</i> R. Br.	
		<i>Cocculus hirsutus</i> Diels.		<i>Dendro phlhoe falcata</i> (L. I.) Etting.			
		<i>Cryptolepis buchanani</i> R. et S.					
IV. — Couverture du Sol.							
<i>Cassia tora</i> L.		<i>Cassia tora</i> L.		<i>Cassia tora</i> L.		<i>Cassia tora</i> L.	
<i>Xanthium strumarium</i> L.		<i>Borreria hispida</i> K. Sch.		<i>Indigofera cordifolia</i> Hey- ve.		<i>Achyranthes aspera</i> L.	
<i>Indigofera cordifolia</i> Heyve.		<i>Indigofera cordifolia</i> Heyne.		<i>Acanthus</i> spp.		<i>Amaranthus spinosus</i> L.	
<i>Euphorbia hirta</i> L.		<i>Tridax procumbens</i> L.		<i>Borreria hispida</i> K. Sch.		<i>Boerhaavia diffusa</i> L.	
<i>Pupalia</i> spp.				<i>Amaranthus</i> spp.		<i>Gynandropsis gynandra</i> (L.) Brig.	
						<i>Barleria gibsoni</i> Dalz.	
						<i>Desmodium dichotomum</i> .	
<i>Aristida</i> spp.		<i>Aristida hystrix</i> L.		<i>Apluda mutica</i> L.		<i>Apluda mutica</i> L.	
<i>Apluda mutica</i> L.		<i>Apluda mutica</i> .		<i>Bothriochloa perlusa</i> (L.) A. Camus.		<i>Dichanthium annulatum</i> staff.	
<i>Eragrostis</i> spp.		<i>Eremopogon foveolatus</i> (Del) staff.		<i>Eragrostis</i> spp.		<i>Chrysopogon fulvus</i> (Spr.) Chiov.	
<i>Dichanthium annula- tum</i> staff		<i>Eragrostis</i> spp.		<i>Chrysopogon fulvus</i> (Spr.) Chiov.		<i>Chloris virgata</i> SW.	
		<i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv.		<i>Aristida</i> spp.		<i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv.	
		<i>Sehimi nervosum</i> staff.		<i>Aristida</i> spp.		<i>Eragrostis</i> spp.	

STADES DE SUCCESSION

12) Les pratiques de nombreuses générations ont favorisé l'action de facteurs biotiques défavorables et de forte intensité ce qui a transformé les peuplements forestiers, à l'origine luxuriants,

suyant différents degrés de dégradation. La pratique ancienne des cultures itinérantes, surtout dans le sud-est, a non seulement entraîné le défrichement des forêts, mais a transformé radicalement

l'habitat. Ce processus se perpétue en raison de l'apathie de la population vis-à-vis de toute mesure de protection des forêts. Il s'ensuit, alors, un processus de régression qui bouleverse le climax et aboutit aux stades phytionomiques suivants :

1) Forêt claire à bosquets arbustifs.

13) C'est la première étape du processus de dégradation. Elle est due aux mauvaises méthodes d'abattage utilisées par les populations locales, au surpâturage des animaux domestiques et aux feux de brousse annuels (provoqués intentionnellement pour des motifs de superstition). Le couvert forestier est discontinu, épars, tandis que la strate arbustive est plus dense, plus continue. Les essences intéressantes ne se régénèrent pas par graines ou rejettent de souche, alors que les espèces inférieures se régénèrent à profusion. Il s'ensuit que la proportion d'*Anogeissus pendula* décroît considérablement et qu'on ne le rencontre plus, la plupart du temps,

que sous une forme arbustive. La strate boisée a une hauteur inférieure à 3 m, elle est discontinue, ouverte, avec une densité moyenne de 0,4.

2) Fourrés discontinus d'épineux.

14) La forêt en raison de la constance des facteurs biotiques hostiles déjà mentionnés, facteurs auxquels il faut associer les feux courants, l'érosion des sols et le surpâturage, se transforme en fourrés fermés d'*Anogeissus* buissonnants et d'autres espèces épineuses de peu d'intérêt, la strate surcimante faisant défaut. Les jeunes tiges sont endommagées et les rejets de souche des *Anogeissus* buissonnants (1 à 2 m de haut) sont continuellement broutés par le bétail. Graduellement, ces fourrés sont réduits à des formes rampantes, en raison des coupes continues de perches, destinées à faire des clôtures.

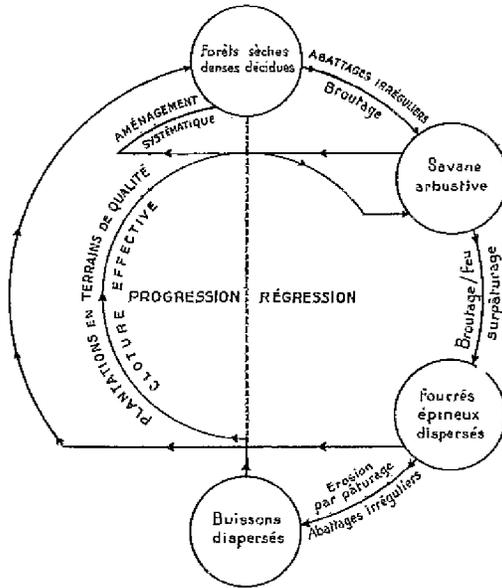
15) En raison de l'ouverture du couvert et du surpâturage, le sol se dégrade. Il est envahi de

TABLEAU 3

Description floristique

Amer-Comptl. : (Jaipur) Description	%	Banswarasa (Jhalawar) Description	%
Arbres			
<i>Anogeissus pendula</i> Edgew.	40	<i>Diospyros melanoxylon</i> Roxb.	50
<i>Acacia leucophloea</i> Willd.	50	<i>Anogeissus pendula</i> Edgew.	30
<i>Acacia senegal</i> Willd.			
<i>Holoptelea integrifolia</i> Pl.			
<i>Butea monosperma</i> (Lamk.) Taub.	10	<i>Acacia leucophloea</i> Willd.	20
<i>Azadirachta indica</i> Juss.		<i>Butea monosperma</i> (Lamk. Taub.).	
<i>Commiphora mukul</i> (Hook. extocks) Engl.		<i>Mitragyna parvifolia</i> Komth.	
	<i>Dichrostachys cinerea</i> W. et A.		
	<i>Wrightia tinctoria</i> R. Br.		
Arbustes			
<i>Euphorbia caducifolia</i> Haines.		<i>Grewia flavescens</i> Jurs.	
<i>Anogeissus pendula</i> Edgew. (Bush)		<i>G. asiatica</i> L.	
<i>Grewia tenax</i> (Forsk) Fiori.		<i>Holarrhena antidysenterica</i> wall.	
<i>Adhatoda vasica</i> Nees.		<i>Euphorbia nerifolia</i> L.	
<i>Zizyphus nummularia</i> W. et A.		<i>Adhatoda vasica</i> Nees.	
		<i>Zizyphus nummularia</i> W. et A.	
		<i>Opuntia elatior</i> Mill.	
Lianes			
<i>Asparagus recemosus</i> Willd.		<i>Ichnocarpus frutescens</i> R. Br.	
<i>Ichnocarpus frutescens</i> R. Br.		<i>Cuscuta reflexa</i> Roxb.	
		<i>Abrus precatorius</i> L.	
Flore de la couverture vivante			
<i>Indigofera</i> spp.		<i>Cassia tora</i> L.	
<i>Barleria prionitis</i> L.		<i>Achyranthes aspera</i> L.	
<i>Lepidagathis cristata</i> Willd.		<i>Pupalia lappacea</i> Mog.	
<i>Sarcostemma acidum</i> (Roxb.) Voigt.		<i>Allernanthera sessilis</i> (L.) DG.	
<i>Aristida hystrix</i> L.		<i>Blepharis maderaspatensis</i> Heyne ex Roth.	
<i>Eragrostis ciliaris</i> Link.		<i>Dyprodium dichotomum</i> .	
		<i>Apluda mutica</i> L.	
		<i>Dichanthium annulatum</i> . Stapf.	
		<i>Eragrostis gangetica</i> (Roxb.) Stend.	
		<i>Desmostachya bipinnata</i> Stapf.	
		<i>Aristida funiculata</i> . Trin. et Rupn.	

Stades successifs d'évolution de la Forêt à *Anogeissus pendula* Edgew



mauvaises herbes. Quelques rémanents de la formation primitive se rencontrent encore dans la strate arborée. Elle est ouverte, mesure de 1 à 2 m de haut, sa densité moyenne atteint difficilement 0,2.

3) Buissons dispersés.

16) Ce stade est caractérisé par une absence presque totale d'étage arboré et par une couverture vivante. En raison des surpâturages continuels, la végétation se dégrade de plus en plus et l'exposition du sol à la pluie et à la violence du vent provoque une érosion accélérée qui aboutit à la dénudation des roches. Le sol se limite souvent aux crevasses entre les rochers et aux dépressions recouvertes de buissons épineux et de graminées. L'étage arboré est presque totalement absent à l'exception de 10 à 20 arbres rabougris à l'ha atteignant 2 à 3 m de haut. Occasionnellement on rencontre des *Anogeissus*, buissonnant à cause du brouillage, qui constituent l'essence la plus fréquente. Les espèces dominantes sont des essences arbustives telles que *Euphorbia caducifolia*.

Description floristique

Emplacement — Jhajhu Rampura (Jaipur)	Reechwa (Jhalawar)
<p>Arbres</p> <p><i>Acacia leucophloea</i> Willd. <i>Azadirachta indica</i> Juss. <i>Anogeissus pendula</i> Edgew. <i>Maytenus emarginata</i> (Willd.) Ding. Hou.</p> <p>Arbustes</p> <p><i>Rhus mysorensis</i> Heyne. <i>Anogeissus pendula</i> (Bushes). <i>Securinega leucophyru</i> Muell. Arg. <i>Euphorbia caducifolia</i> Haines. <i>Adhatoda vasica</i> Nees. <i>Capparis decidua</i> (Forsk) Pax. <i>Zizyphus nummularia</i> W. et A.</p> <p>Flore de la couverture vivante</p> <p><i>Indigofera</i> spp. <i>Leptadenia pyrotechnica</i>. <i>Salvia aegyptica</i> L. <i>Sarcostemma acidum</i> (Roxb.) Volgt. <i>Aristida</i> spp. <i>Schima nervosum</i> Stapf. <i>Aptuda mutica</i> L.</p>	<p><i>Diospyros melanoxylon</i> Roxb. <i>Butea monosperma</i> (Lamk.) Tumb. <i>Acacia leucophloea</i> Willd. <i>Lannea coromandelica</i> (Houtt.) Merr. <i>Anogeissus pendula</i> Edgew. <i>Dichrostachys cinerea</i> W. et A.</p> <p><i>Anogeissus pendula</i> Edgew (Bushes). <i>Holarrhena antidysenterica</i> Wall. <i>Carissa spinarum</i> L. <i>Euphorbia nerifolia</i> L. <i>Nyctanthes arboristris</i> L. <i>Zizyphus nummularia</i> W. et A.</p> <p><i>Achyranthes aspera</i> L. <i>Cassia tora</i> L. <i>Xanthium strumarium</i> L. <i>Boerhaavia diffusa</i> L. <i>Argemone mexicana</i> L. <i>Chrozophora prostrata</i> Dalz. <i>Aristida</i> spp. <i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv. <i>Dichanthium annualatum</i> Stapf. <i>Aptuda mutica</i> L.</p>

Composition floristique

Emplacement — <i>Nedar Banad</i> (Jaipur)	<i>Pachola Ghatoli</i> (Jhalawar)
<p>Arbres <i>Acacia leucophloea</i> Willd. <i>Azadirachta indica</i> Juss.</p> <p>Arbustes <i>Euphorbia caducifolia</i> Haines. <i>Rhus mysorensis</i> Heyne. <i>Anogeissus pendula</i> (bushes). <i>Adhatoda vasica</i> Nees. <i>Barleria acanthoides</i> Vahl. <i>Zizyphus nummularia</i> W. et A. <i>Lindenbergia indica</i> (L.) O. Ktso.</p> <p>Herbes <i>Aristida hystrix</i> L. <i>Eragrostis</i> spp.</p>	<p><i>Acacia leucophloea</i> Willd. <i>Diospyros melanoxylon</i> Roxb. <i>Butea monosperma</i> (Lamk.) Taub.</p> <p><i>Euphorbia nerifolia</i> L. <i>Holarrhena antidysenterica</i> Wall. <i>Grewia flavescens</i> Juss. <i>Anogeissus pendula</i> (bushes). <i>Opuntia elatior</i> Mill.</p> <p><i>Aristida</i> spp. <i>Apluda mutica</i> L. <i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv.</p>

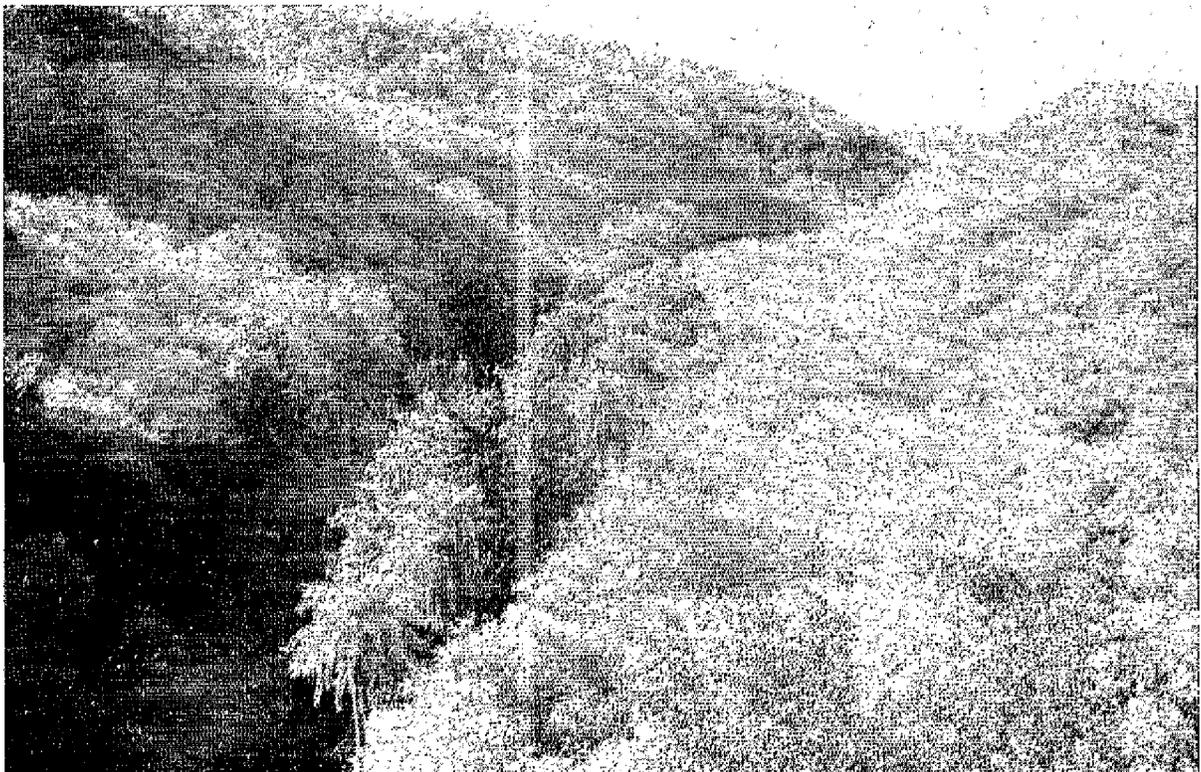
folia, *Euphorbia nerifolia*, *Rhus mysorensis*, *Zizyphus* spp., *Adhatoda vasica*, et elles constituent les tâches buissonnantes.

17) En différents endroits, il a été possible d'arrêter et même d'inverser le processus de dégradation, donc de reconstituer les peuplements dégradés en éliminant les facteurs biotiques hos-

tiles et en entreprenant des travaux de restauration: opérations culturales, mesures de conservation des sols. Au bout de 5 à 10 ans, les zones boisées réduites au stade de buissons dispersés se sont transformées en fourrés épineux discontinus (comme à Debela, Rajal, Sirohi). Les différents stades successifs et leur dynamisme sont illustrés dans le diagramme, ci-contre.

Phoenix sylvestris et *Ficus glomerata* au milieu d'une forêt d'*Anogeissus pendula*.
 Sariske Game Sanctuary, Alwar district, N. E. Rajasthan.

Photo V. M. Meher-Homji.



OBSERVATIONS

18) Au cours de cette étude les observations suivantes ont été faites :

a) Avec les conditions climatiques et autres facteurs qui prévalent, le stade de développement ultime de ces communautés végétales est la forêt sèche décidue à *Anogeissus pendula* (décrite aux paragr. 9, 10, 11) qui paraît être plus ou moins stable.

b) La protection complète contre les facteurs biotiques hostiles, même pour des périodes de 30 à 80 ans comme dans les réserves anciennes de Shikar, n'a jamais permis d'atteindre un stade plus avancé plus humide, comparable à celui de la forêt décidue mélangée sèche du nord, du type C2 de CHAMPION et SETH (1964). A Shahbad (Kota), Jhoomar Baodi (Sawaimadhopur), Phoolsagar (Bundi), Sariska (Alwar), Darrah (Kota), où les peuplements comprennent des arbres à maturité de 9 à 15 m de haut et un couvert dense et fermé, on constate la même chose.

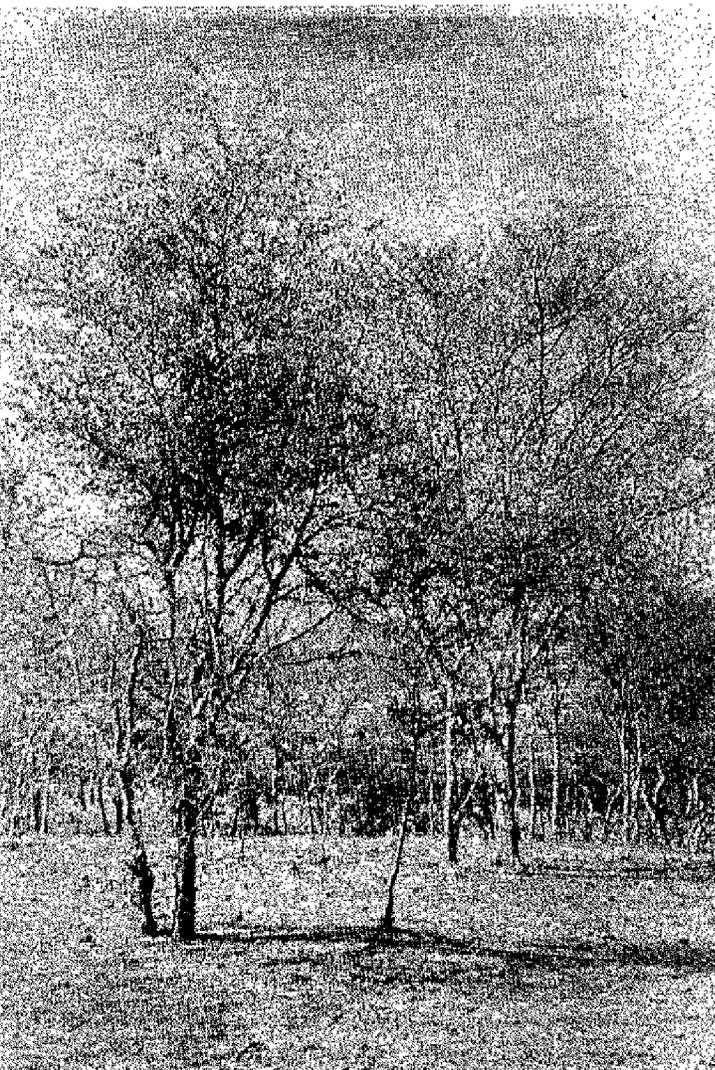
c) Le seul facteur important, cause des changements qui interviennent dans la végétation, est

l'interférence biotique du type abus d'exploitation, cultures itinérantes, feux courants et surpâturage des animaux domestiques. Les dégradations qui en résultent pour le milieu rendent la régénération naturelle difficile.

d) Même sur les étendues arides ou semi-arides de cette région, on rencontre des taches de forêt dense humide, reliques de la végétation primitive et bien que, alentour, tout soit nu et désolé. L'existence de ces forêts reliques est due à leur protection pour des motifs de superstition, comme par exemple les réserves de Shikar. Même dans le nord-ouest, comme à Jasai et Siwana, dans le district de Barmer, les taches d'*Anogeissus* atteignent de 2,5 m à 5 m de haut. En association avec l'*Acacia senegal*, le *Commiphora mukul*, le *Grewia spp.*, et le *Zizyphus spp.*, elles constituent la végétation type de cette zone. De petites taches de forêt humide, protégées pour des motifs religieux, se rencontrent communément sur des collines dénudées dans les districts de Jodhpur, de Sikar et de Jhunjhnu. On trouve aussi des peuplements bien développés dans les anciennes réserves de Shikar, à Ramsagar et Khetri, qui ont conservé un couvert continu et présentent un développement optimal. Ceci prouve que les dommages provoqués par les facteurs biotiques sont bien la cause des perturbations intervenant dans l'évolution climacique et qu'ils entraînent une régression de la végétation.

e) Il semble qu'autrefois les forêts de ce type étaient plus largement répandues dans cette région. Leur disparition progressive, sur les pentes des collines ne s'est produite que par la suite. Actuellement, des lieux comme Jasai et Siwana du Barmer, en direction du Nord-ouest, Jaswantpura du Jalore en direction du sud-ouest, Jhalawar Shahbad (Kota) dans le sud-est et Khetri à l'extrémité nord-est, représentent les limites de ce type de végétation dont les différents stades dominant déjà dans la région centrale.

f) Les forêts d'*Anogeissus pendula* se rencontrent dans de nombreux milieux et de nombreuses formations rocheuses : cristallines, métamorphiques, de quartzites, granitiques, sablo-pierreuses, calcaires sur les formations des Aravallies et de Vinthyan. Ce type de forêt couvre toutes sortes de pentes, même les plus escarpées, ainsi que les sommets des collines. Il se développe très bien au pied des collines comme dans les vallées du Darrah, à Sawaimadhopur, se rencontre fréquemment sur la partie la plus élevée du plateau, comme à Bager (Jhalawar) sur une grande variété de sols : pauvres,



Anogeissus pendula de plaine à 11 km environ de Jaipur.



Photo Verma.

Buissons dispersés. Forêts de Sawaimadhopur.

squelettiques, calcaires et limono-sableux à argilo sableux. On le trouve, même sur les zones très érodées du plateau, dont il est une espèce caractéristique, comme à Rawatbhata (Kota) et même sur « cuirasse de Kankar », comme à Jagpura (Kota).

téristique, comme à Rawatbhata (Kota) et même sur « cuirasse de Kankar », comme à Jagpura (Kota).

DISCUSSION ÉCOLOGIQUE

19) Le principal type de ces forêts et leurs stades de dégradation peuvent s'accorder étroitement avec les types forestiers de l'Inde (CHAMPION et SETH 1964) correspondants, comme nous l'indiquons, ci-dessous :

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) <i>Type principal</i>
Forêts décidues sèches à <i>Anogeissus pendula</i> | Climax édaphique du type forêt tropicale sèche
5B/C2-E1 (DS1)
Forêts d' <i>Anogeissus pendula</i> |
| b) <i>Séries régressives</i> | |
| 1) Savanes arbustives | Climax édaphique du type forêt tropicale sèche
5B/C2-E1 (DS1)
Forêts d' <i>Anogeissus pendula</i> |
| 2) Fourrés épineux discontinus | Climax édaphique du type forêt tropicale sèche
5B/C2-E1 (DS1)
Brousse à <i>Anogeissus pendula</i> |
| 3) Buissons dispersés | Climax édaphique du type forêt tropicale sèche |

5B/C2-E1 (DS1)
Brousse à *Anogeissus pendula*
ou
Forêt à épineux de la zone tropicale Nord
6B/DS1, *Zizyphus* Scrub.
6B/DS2, Tropical *Euphorbia* Scrub.

20) CHAMPION et SETH (1964) ont classé les forêts à *Anogeissus pendula* comme climax édaphique de forêts tropicales sèches. Dans cette classification, le rôle du facteur édaphique, comme sol, dont la caractéristique essentielle est la formation récente ou l'insuffisante évolution, est considéré comme le critère essentiel du stade climatique édaphique et il en a réellement le caractère de série.

PURI (1960) a décrit ces forêts comme un climax bio-édaphique des forêts sèches décidues. Il considère que ce type de végétation est influencé, en partie, par les caractéristiques du sol et par celles

du milieu et que l'évolution de ce groupement est sériel. Pour MATHAUDA (1958), les forêts à *Anogeissus pendula* représentent probablement le climax type de la végétation du Rajasthan.

21) En se fondant sur les observations mentionnées dans cette étude, il est évident que ces forêts représentent le climax climatique des forêts tropicales sèches. Par ailleurs, il diffère considérablement des autres types de climax édaphiques des forêts

tropicales sèches (CHAMPION et SETH 1964) c'est-à-dire de 5 B-C 2/E 2, la « forêt à *Boswellia* », E-3, la « forêt à Babul », E-5, « la forêt à *Butea* », E-6, la « forêt à *Aegle* », E-8, la « savane buissonnante saline alcaline », E-9, les « touffes sèches de bambous » qui sont habituellement associés à un facteur de caractère édaphique. Puisque cette formation se rencontre dans une grande variété de milieux, de roches mères et de sols, comme indiqué dans le paragraphe 18 (f), elle n'a aucune similitude avec eux.

CONCLUSION

22) Dans les conditions climatiques existant dans cette région, les forêts décidues sèches à *Anogeissus pendula* (décrites dans le paragraphe 9), représentent le climax climatique typique de la végétation.

23) Ces forêts se sont développées sur toute l'étendue de la région. Les changements qui sont intervenus par la suite dans leur composition floristique et leur valeur sont tous dus aux perturbations du milieu qui se sont produites sur une longue période dans le passé. La forêt luxuriante à

couvert continu a été transformée en une formation arbustive ouverte.

24) Ces forêts présentent une grande facilité d'adaptation à des types d'habitat différents et sont capables de résister aux variations climatiques et aux conséquences de la dégradation du milieu. A l'heure actuelle, si cette dernière est partiellement limitée ou stoppée, la régression peut être entravée et son processus peut même être inversé.

REMERCIEMENTS

L'auteur est reconnaissant de l'aide et des conseils que lui a accordés Sir Harry G. CHAMPION, Oxford (Royaume Uni). Il remercie M. N. N. SEN, IFS (Retd), le Dr V. M. MEHER HOMJI de l'Institut Français de Pondichery, le Dr S. K. JAIN et le

Dr R. K. ARORA du Service d'Etude botanique de l'Inde à Calcutta, d'avoir bien voulu examiner son manuscrit et faire d'utiles suggestions. Il remercie également M. RAMA RAO et M. A. QADIR de leur aide.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES CONSULTÉS

- AUBREVILLE, A. (1956). — Essai de classification et de nomenclature avec extension du système proposé à toutes les formations forestières du monde tropical. Centre Technique Forestier Tropical. Nogent-sur-Marne (France).
- CHAMPION, H. G. et SETH, S. K. (1964). — Cyclostyled MSS of Revised Survey of forest types of India.
- CLIFFORD, B. Knight (1965). — Basic Concepts of Ecology.
- LEGRIS, P. et VIART, M. (1959). — Study of Xerothermic index in India, Burma, Pakistan and Ceylon, Travaux de la section scientifique et technique, Tome I, Fascicule IV. Imprimerie de la mission, Pondichery.
- MATHUR, C. M. et VERMA, S. K. (1964). — Vegetation types of Sirohi Forest Division, Ind. Forester, 90 (7) 413-430.
- MATHAUDA, G. S. (1958). — Impressions of a tour in Rajasthan, Ind. Forester, vol. 84 (7), 418-423.
- PURI, G. S. et JAIN, S. K. (1961). — Succession in plant communities in Rajasthan-Aravallies, Ind. Forester 81 : 745-750.
- PURI, G. S. (1960). — India Forest Ecology, vol. 1, to 2 Oxford Book and Stationary Co., New Delhi.
- VERMA, S. K. (1967). — Working Plan of Sirohi Forest Division Govt. Press, Udaipur.
- VERMA, S. K. (1967). — Vegetation types of Jaipur, IND. Forester, vol. 93 (1) : 7-17.
- VERMA, S. K. — Draft Working Plan of Jaipur Forest Division.
- VYAS, L. N. (1964). — Studies on phytogeographical affinities of the flora of N. E. Rajasthan, Ind. Forester, 90 (8) 534-538.
- VYAS, L. N. (1960). — Forests of Rajasthan, Forest Department Booklet, Rajasthan.
- VYAS, L. N. (1968). — Basic Statistics-Rajasthan, Directorate of Economics and Statistics, Jaipur.
- VYAS, L. N. — Annual Administration Reports and Working Plans of Forest Department, Rajasthan.