

LES FORÊTS DE *PINUS CEMBROIDES* Zucc. DE LA SIERRA DE URICA, RÉSERVE DE LA BIOSPHERE «LA MICHILIA» (État de Durango, MEXIQUE)

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

par Marie-Françoise PASSINI

Laboratoire de Botanique tropicale - Université Pierre & Marie Curie, PARIS VI
12, rue Cuvier — 75005 PARIS*

MOTS-CLÉS : *Pinus cembroides* - Structure de la végétation - Dynamique de la forêt - Réserve de la Biosphère - Mexique.

KEY-WORDS : *Pinus cembroides* - Vegetation structure - Forest dynamics - Biosphere Reserve - Mexico.

RÉSUMÉ

Les profils de hauteur des arbres et les cartographies de placettes font apparaître l'hétérogénéité spatiale de la forêt de *Pinus cembroides*. Quatre types de formation et divers états sont décrits. Ces états actuels traduisent la dynamique de la forêt au cours du temps : sénescence, régénération et réaction aux perturbations d'origine anthropique.

Limitée, à l'est, par la Sierra de Urica, qui culmine à 2.950 m, la Réserve de la Biosphère de la Michilia s'étend, à l'ouest de l'État de Durango, à l'intérieur de la Sierra Madre Occidentale (BARBAULT, 1978 ; GALLINA, MAURY et SERANO, 1978 ; HALFFTER, 1978).

L'Institut d'Ecologie de Mexico lui consacre un programme de recherches qui inclut, depuis 1982, une série d'études approfondies sur la forêt de *Pinus cembroides* de la Sierra de Urica. Cette forêt, négligée et à peine mentionnée dans les études globales de la Réserve de la Michilia (MARTINEZ OJEDA et SALDIVAR, 1978), assure la transition entre la végétation xérophytique du plateau central et la forêt de *Pinus* pl. sp. et *Quercus* pl. sp. de la Sierra Madre Occidentale. A ce titre, il est d'un grand intérêt de la mieux connaître.

Les études en cours sont orientées selon trois directions principales :

- 1 — connaître la composition floristique et les conditions écologiques,
- 2 — analyser la dynamique et la régénération des peuplements de *Pinus cembroides*,
- 3 — cerner les relations qui lient la forêt de *Pinus cembroides* et les formations végétales adjacentes : prairie, forêts de *Pinus chihuahuana*, *Pinus engelmannii* et *Quercus* pl. sp.

SUMMARY

Using profiles of trees' height and cartography, spatial heterogeneity of *Pinus cembroides* forest is demonstrated. Four types of formations are recognized. The present state result from forest dynamic along time : senescence, regeneration and reaction to the man perturbations. Further studies necessary to determine species succession and correlation with ecological variables will be the subject of a next paper.

I — MÉTHODES D'ÉTUDE

Les premières études de la forêt de *Pinus cembroides* de la Sierra de Urica se sont déroulées du 20 juillet au 10 août 1982 et du 15 au 30 août 1983. Afin d'avoir une bonne vue d'ensemble de l'état actuel de la forêt, nous avons choisi de relever des placettes, nombreuses et dispersées (Fig. 1), d'une superficie de 20 × 25 m chacune.

A l'intérieur de chaque placette, nous avons noté :

- les variables écologiques descriptives du milieu (PASSINI, 1982),
- la composition floristique,
- la métrique des individus hauts de plus de 1,50 m : hauteur et diamètre du tronc, aire de projection de la couronne au sol. Les individus d'une hauteur de 1,50 m ont un âge approximatif de dix ans,
- le nombre des individus d'une hauteur inférieure à 1,50 mètre.

De plus, nous avons dressé une cartographie de chaque placette où sont indiquées la situation du tronc, la projection orthogonale des limites de la couronne de *Pinus cembroides*, *Pinus chihuahuana*, *Quercus* pl. sp., *Juniperus deppeana* et *Arctostaphylos pungens*, les plantules et les jeunes pieds.

Un sondage à la tarière de Pressler, effectué dans les individus de pins de diamètre ou de hauteur maximum, permet de

* Travail réalisé pour l'Institut d'Ecologie de Mexico, dans le cadre du programme «Réserve de la Biosphère La Michilia». Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Mexico et accord C.N.R.S.-CONACYT.

connaître l'âge maximum des pins de chaque placette.

Pour cet article, les quatorze relevés effectués en 1982, ont été retenus : la description de la strate arborée, son état de régénération sont fournis dans le tableau I. L'âge maximum des pins, l'importance du pâturage y sont mentionnés, ainsi que la situation topographique, les caractères de la surface du sol et le pH de l'horizon superficiel.

II — SITUATION ET CONDITIONS ÉCOLOGIQUES

La Sierra de Urica, de direction nord-sud au niveau de San Juan de Michis, s'incurve vers l'est près de Corralitos (Fig. 1). Son flanc oriental descend vers le plateau central, à l'ouest de Chalchihuites. Sur son flanc occidental, la ligne de partage des eaux se situe au niveau d'Aleman : au sud de cette ligne, les eaux s'écoulent vers l'Océan Pacifique.

Les premiers individus de *Pinus cembroides* apparaissent

dans la végétation xérophytique fortement remaniée par l'homme, au nord-est de la Sierra de Urica. L'aire actuelle de la forêt de *P. cembroides* s'étend sur une longueur de 20 km, mais elle n'est pas continue. La frange écotone entre la végétation xérophytique et la forêt de *Pinus cembroides* a été fortement perturbée par l'agriculture, l'élevage et les travaux de préparation de la voie ferrée Suchil-Santa Maria de Ocotan (jamais terminée). Au sud et à l'est, le contact avec la forêt mésophile à *Pinus engelmannii* et *P. chihuahuana* est aussi perturbé.

L'étude présentée ici se limite au voisinage de San Juan de Michis et en direction d'Aleman.

La forêt de *Pinus cembroides* s'étend en altitude de 2.200 à 2.800 m. Elle occupe des versants d'exposition variable et de pente souvent supérieure à 10 % (tableau I).

Sur les roches éruptives et sur les conglomérats qui constituent les roches-mères de la Sierra Urica, les sols sont peu épais (20 à 50 cm), mais les racines peuvent pénétrer dans les interstices de la roche altérée. Les forêts de *Pinus cembroides* croissent, là, sur un sol de texture sablo-limono-argileuse

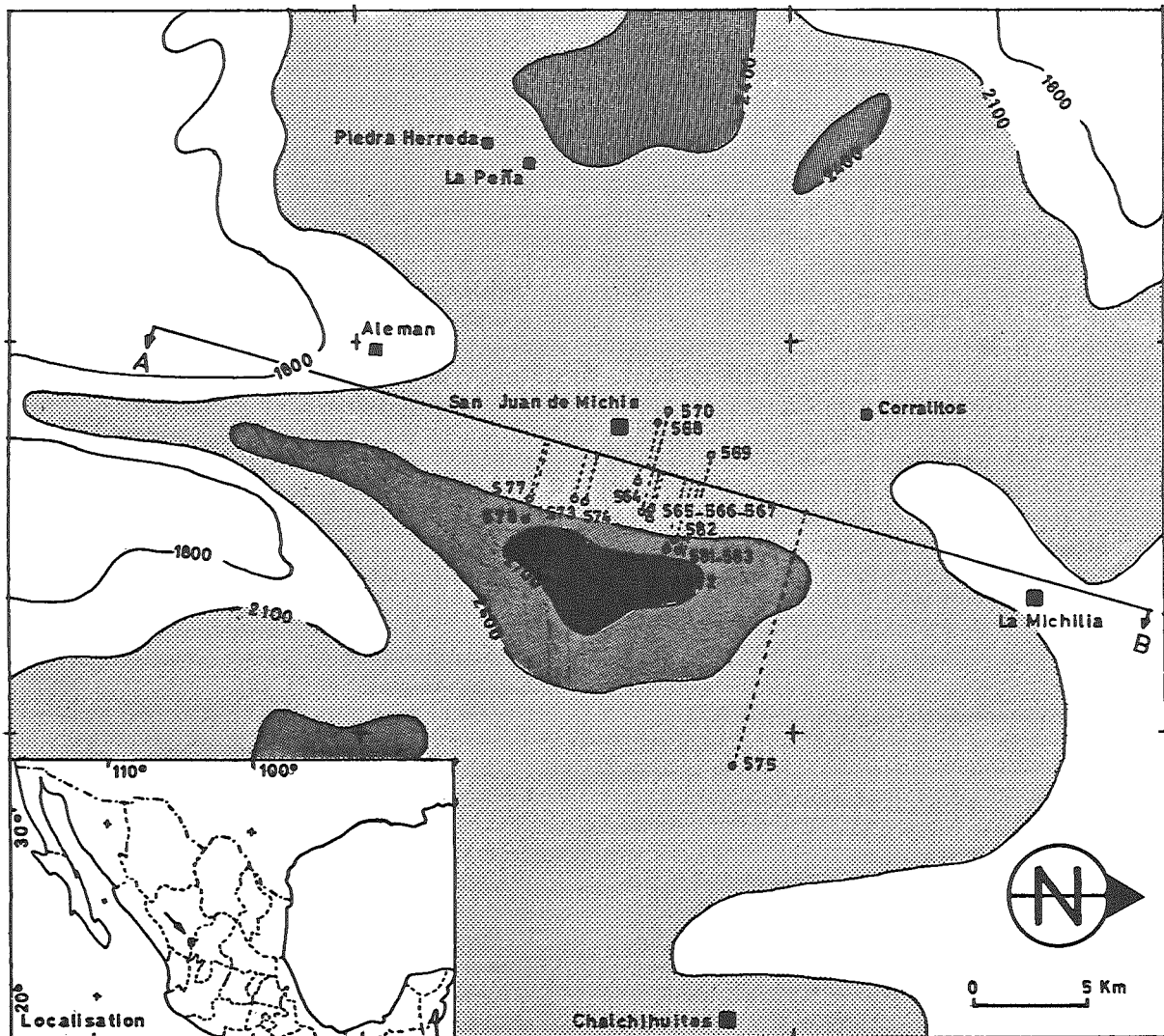


FIG. 1. — La Sierra de Urica (Durango) et les placettes d'étude.

dont l'horizon superficiel a un pH compris entre 4 et 6 (tableau I).

TABLEAU I
Situation des placettes et effectifs des espèces dominantes (1)

Numéro des placettes	578	577	573	569	566	572	574	570	583	564	582	575	568	581
STRATE ARBORÉE														
Effectif des espèces H > 3 m														
<i>Pinus cembroides</i>	1	2	2	3	7	8	10	10	12	14	15	15	19	33
<i>Pinus chihuahuana</i>	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quercus</i> pl. sp.	11	6	1	7	7	6	3	8	2	0	2	1	3	1
<i>Arctostaphylos pungens</i>	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REGÉNÉRATION														
Effectif de hauteur H 0,5 m ≤ H ≤ 3 m														
<i>Pinus cembroides</i>	6	38	3	9	0	29	13	11	0	0	0	12	12	1
<i>Quercus</i> pl. sp.	0	0	3	10	1	8	0	2	0	1	0	3	6	0
H < 0,5 m														
<i>Pinus cembroides</i>	0	6	1	2	1	9	7	0	0	0	0	3	1	0
<i>Quercus</i> pl. sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
AGE DES PINS (3)														
<i>Pinus cembroides</i>	—	—	140	—	120	90	—	95	120	200	80	70	100	90
<i>Pinus chihuahuana</i>	85	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PÂTURAGE	***	***	—	*	***	*	*	**	*	***	**	*	**	**
ALTITUDE en m	2450	2400	2350	2180	2350	2700	2350	2300	2400	2200	2350	2320	2300	2430
EXPOSITION	SW	N	W	E	NE	NE	N	W	SE	W	NW	E	S	N
PENTE	30 %	40 %	16 %	3 %	12 %	10 %	20 %	12 %	30 %	10 %	22 %	10 %	7 %	30 %
SURFACE COUVERTE														
par														
roche dure et blocs	0 %	5 %	30 %	50 %	5 %	40 %	0 %	40 %	5 %	5 %	5 %	10 %	5 %	0 %
pierrailles	40 %	20 %	5 %	10 %	20 %	20 %	10 %	10 %	30 %	20 %	60 %	45 %	10 %	10 %
terre fine	30 %	25 %	20 %	5 %	20 %	5 %	20 %	15 %	20 %	30 %	5 %	20 %	25 %	30 %
végétation	20 %	25 %	15 %	10 %	20 %	15 %	25 %	10 %	15 %	15 %	15 %	15 %	30 %	40 %
litière	10 %	25 %	30 %	25 %	35 %	20 %	45 %	25 %	30 %	30 %	15 %	10 %	30 %	20 %
pH du sol (2)														
(horizon superficiel)	5	5	5	—	5	4	4	4	5	5	5	4	5	—

(1) Les placettes sont ordonnées selon le nombre croissant de pieds de *Pinus cembroides* hauts de plus de 3 m.

(2) pH mesuré à l'aide de la trousse colorimétrique Hellige.

(3) âge maximum

Toutes les placettes sont sèches ou très sèches. Nous ne disposons pas de données météorologiques précises. Mais, la Sierra de Urica se situe dans une zone climatique où les précipitations moyennes annuelles sont de 450 mm, et les températures moyennes annuelles comprises entre 14 et 20°C (PASSINI, 1982). Le nombre de jours de gelée y est supérieur à 100 jours par an (JAUREGÜI, 1970) et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, sans doute, inférieure à 0°C.

III — COMPOSITION FLORISTIQUE

La flore de la Réserve de la Michilia est mal connue dans le détail ; un premier inventaire en a été dressé, en 1978, par MARTINEZ OJEDA et SALDIVAR.

En 1982, la saison des pluies étant très en retard, la végétation était peu développée en août. La liste des espèces quoi

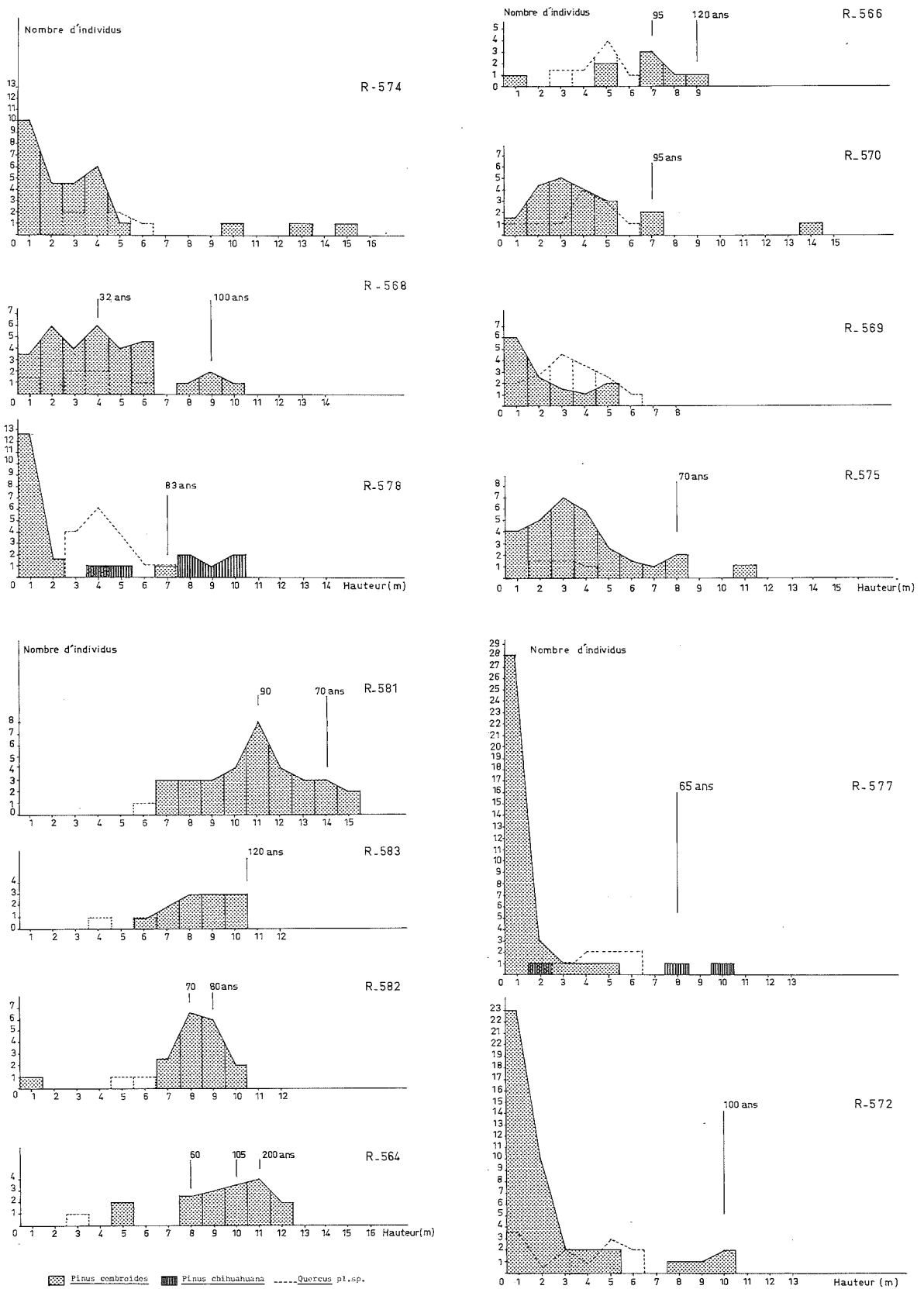


FIG. 2. — Profil de hauteur des arbres à l'intérieur de chaque placette.

qu'incomplète, montre déjà la richesse de la flore de la Sierra de Urica.

Pinus cembroides, *Pinus chihuahuana*, ou plus rarement *Pinus engelmanni* sont seuls présents dans la strate VIII, haute de 8 à 16 m. A. *P. cembroides* s'associent des chênes respectivement de 4 à 8 m et de 2 à 4 mètres.

Les strates VI (2 à 4 m), V (1 à 2 m), IV (à 1 m) sont le plus souvent absentes.

Arctostaphylos pungens (Ericacées) n'est pas très fréquent dans la forêt de *Pinus cembroides*, parfois 1 à 5 individus par surface de 500 m². Par contre, il se développe dans des aires anciennement brûlées dont la placette 573 constitue un exemple ; il atteint, là, 3 à 4 mètres de hauteur et forme une couverture continue, au niveau de la strate VI.

Le génévrier, *Juniperus deppeana*, qui peut atteindre la même hauteur, est encore plus rare qu'*Arctostaphylos pungens*. *Acacia constricta* est, parfois, présent dans la strate V.

Les aires ouvertes sont occupées par des Graminées : *Piptochaetium fimbriatum*, *Pentarrhaphis polymorpha*, *Panicum bulbosum*, *Bouteloua* pl. sp. ... ; des Cypéracées : *Cyperus fendlerianus*, *C. huarmensis*, *C. manime*. Des Composées pérennes : *Cacalia sinuata*, *Cacalia sessiliflora*, *Verbesina* pl. sp., *Brickellia* pl. sp., *Stevia* pl., auxquelles s'ajoutent *Ipomoea stans* (Convolvulacées) et *Asclepias elata* ou *Asclepias starioides* (Asclépiadacées).

La forêt de *Pinus cembroides* abrite quelques îlots de *Dahlia shentii* (Composées), d'Ombellifères et d'Orchidées : *Habenaria* et *Malaxis*.

Les espèces annuelles sont peu nombreuses, citons *Bidens ferrulaefolia* (Composées) et *Euphorbia* sp.

IV — DESCRIPTION DE LA STRATE ARBORÉE

La strate arborée, haute en moyenne de 6 mètres, atteint souvent 15 mètres. Le nombre d'arbres par placette varie de 10 à 36, ce qui équivaut à une densité comprise entre 200 et 720 arbres à l'hectare.

Le tableau I donne une bonne image de l'état actuel de la strate arborée de la forêt de *Pinus cembroides*. Sa composition, utilisée comme seul critère de classification, permet de distinguer les quatre types suivants :

1. La formation à *Pinus cembroides* seul ;
2. La formation à *Pinus cembroides* et *Quercus* pl. sp. ;
- 3 — La formation à *Pinus cembroides*, *Pinus chihuahuana* et *Quercus* pl. sp.
- 4 — La formation à *Arctostaphylos pungens*.

Ces types de formation ont déjà été décrits dans d'autres forêts de l'État de Durango (PASSINI, 1982) et dans celles de l'État de Chihuahua (ROBERT, 1977, 1978).

La distribution des chênes, à l'intérieur de la forêt de *Pinus cembroides*, est très inégale ; la lecture du tableau I permet déjà de s'en rendre compte. Les très jeunes chênes, d'une hauteur inférieure à 3 mètres, sont peu nombreux. La régénération des chênes ne semble pas si bonne que celle des pins.

V — DYNAMIQUE ET RÉGÉNÉRATION DE LA FORÊT DE *PINUS CEMBROIDES*

Le comptage des anneaux de croissance, effectué sur les

carottes prélevées à la tarière de Pressler, fait apparaître que la forêt de *Pinus cembroides* est anciennement installée dans la Sierra de Urica : certains arbres sont vieux de plus de 200 ans. Par ailleurs, la continuité du profil de hauteurs des arbres dans nombre de placettes (Fig. 2) montre que, dans son ensemble, cette forêt se régénère.

Cependant, la confrontation des profils de hauteur (Fig. 2) et de la cartographie des placettes conduit à distinguer deux états principaux caractérisés, l'un par l'absence de régénération récente et actuelle, l'autre par une bonne régénération récente et actuelle. La présence d'individus de *P. cembroides* d'une hauteur inférieure à 1 m indique une régénération actuelle.

Chacun de ces deux états présente des situations différentes que l'on peut ordonner de la façon suivante.

1. PAS DE RÉGÉNÉRATION RÉCENTE

1.1. Profil des hauteurs, de 6 à 10 mètres continu.

1.1.1. Les toits de pins sont subjointifs

La placette 581 (Fig. 3 a) illustre cette situation.

Les pins, hauts de plus de 10 mètres, sont âgés de 70 à 90 ans. On comptait, en 1982, la trace de 9 troncs de *P. cembroides*, coupés à la tronçonneuse, et deux arbres morts. D'un diamètre compris entre 12 et 25 cm, les arbres coupés étaient hauts de 8 à 12 mètres. La strate arborée est donc très dense.

Les coupes, récentes en ce lieu, entraînent l'ouverture de la forêt, ouverture déjà plus accentuée dans d'autres placettes.

1.1.2. Les toits des pins ne sont pas jointifs : il existe des aires ouvertes continues ou distinctes (placettes 564, 566, 582, 583)

Les pins, âgés de plus de 80 ans, sont groupés en îlots qui limitent une ou plusieurs aires ouvertes (Fig. 3).

Des arbres ont été coupés ou sont morts sur pied, il y a plus de vingt ans, mais aucune régénération n'a eu lieu. Les aires ouvertes se sont maintenues. Parmi les causes qui ont entraîné l'absence de régénération, mentionnons le surpâturage et l'absence de productions de graines pendant de nombreuses années successives (information locale).

1.2. Profil des hauteurs, de 2 à 7 mètres, continu (placette 570)

Les pins, hauts de 2 à 4 m, sont plus nombreux que ceux de 5 à 7 m. La disposition paracirculaire des pins montre que l'aire ouverte qu'ils bordent a été créée par la chute d'un pin de grande taille, soit par coupe, soit après mort sur pied.

Les arbres de cette placette sont plus jeunes que ceux des placettes appartenant à la situation 1.1., précédemment décrite.

2. RÉGÉNÉRATION RÉCENTE ET ACTUELLE

2.1. Continuité du profil des hauteurs de 0,5 m à 5 m : régénération récente. Pas d'arbres hauts de plus de 8 m (placettes 569, 575).

2.2. Discontinuité du profil des hauteurs : présence de pins hauts de 8 à 15 mètres (placettes 568, 572, 574).

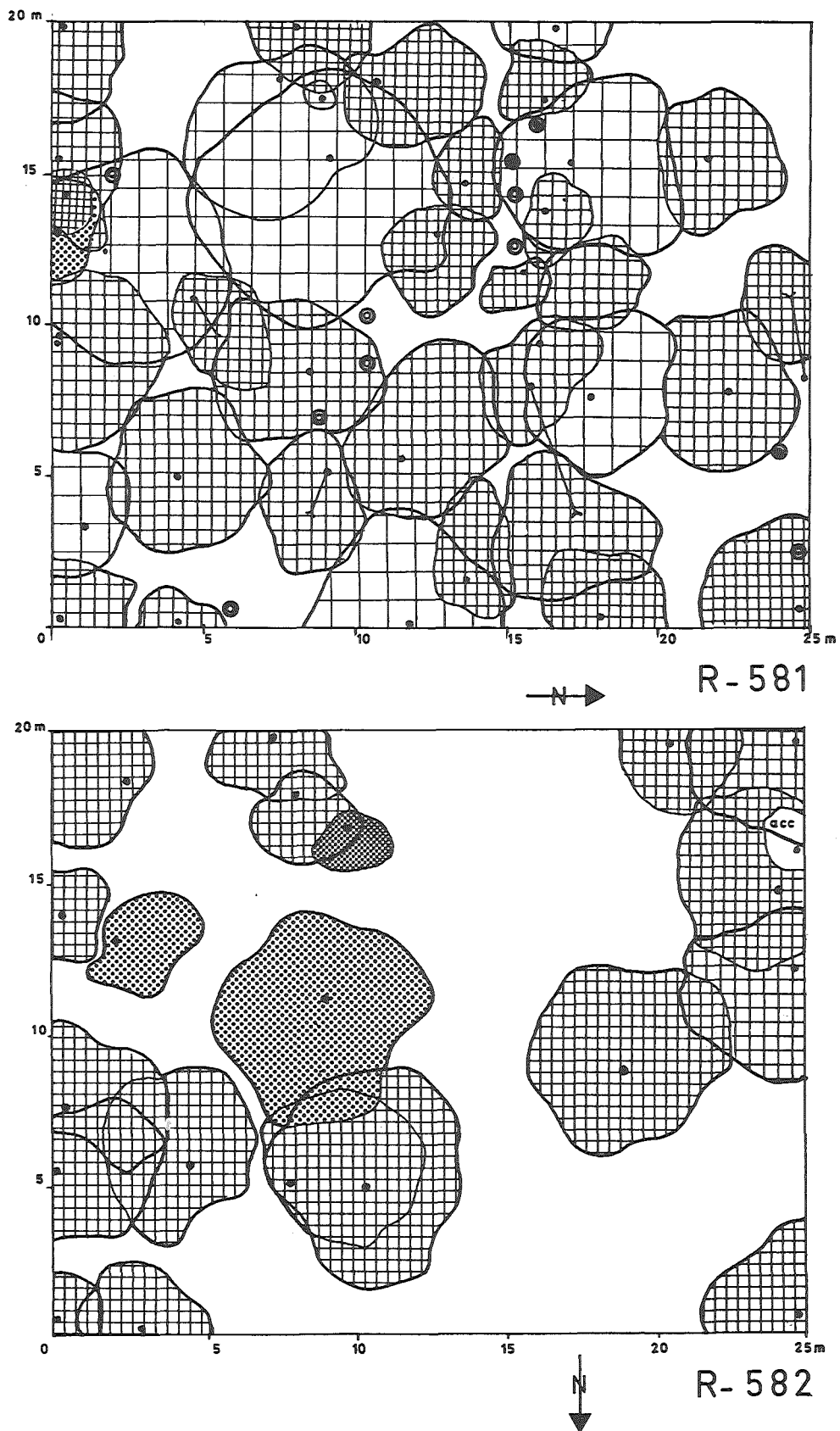


FIG. 3a. — Cartographie des placettes 581 et 582 : emplacement du tronc et projection orthogonale de la couronne des espèces ligneuses. Voir légende figure 3b.

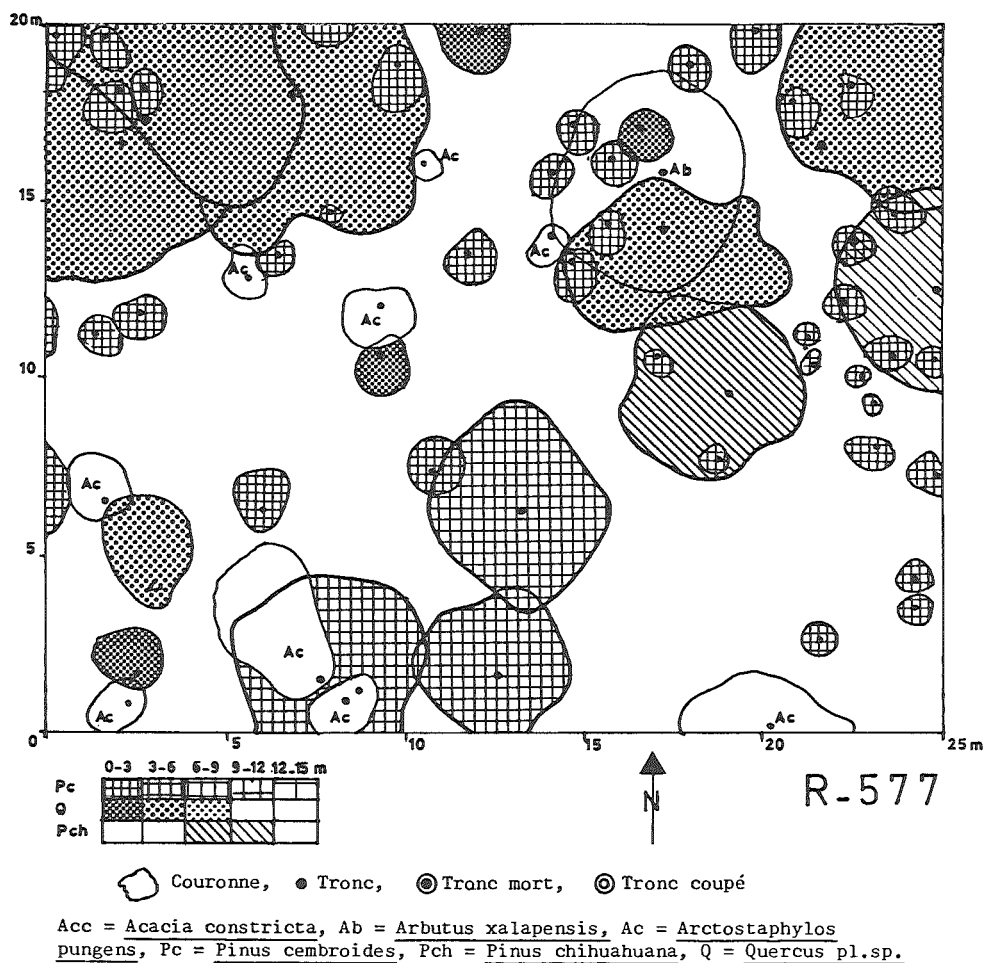


FIG. 3b. — Cartographie de la placette 577 : emplacement du tronc et projection orthogonale de la couronne des espèces ligneuses.

Située sur une pente forte, la placette 574 est inaccessible aux véhicules ce qui rend difficile l'utilisation des troncs. Des arbres de 8 à 15 m de haut meurent sur pied, tombent en bas de pente et y demeurent.

2.3. Prédominance des individus hauts de 1 mètre (placettes 577, 578)

Plus de 80 % des individus de *Pinus cembroides* sont hauts de 0,5 à 1 mètre ; à une exception près, les autres ne dépassent pas 6 mètres de haut (Fig. 3 b).

Ces deux placettes, qui ont en commun la présence de *Pinus chihuahuana* hauts de plus de 3 m et âgés de 65 à 85 ans, sont situées à proximité de la forêt mésophile à *Pinus chihuahuana*, *Pinus engelmannii* où la coupe est menée activement par une entreprise d'exploitation de bois. Il y a 10 ans, *Pinus chihuahuana* était plus abondant sur les placettes étudiées, mais les arbres malades ont été abattus (informateur local).

CONCLUSIONS

La forêt de *Pinus cembroides* de la Sierra de Urica apparaît constituée de quatre types de formation définis par la présen-

ce/absence et l'abondance de quatre espèces ligneuses : *Pinus cembroides*, *Quercus pl. sp.*, *Pinus chihuahuana* et *Arctostaphylos pungens*. Chaque formation présente une grande diversité d'états qui se traduisent dans l'hétérogénéité de la forêt. Ces états résultent de la dynamique de la forêt au cours du temps et s'échelonnent entre deux pôles : la sénescence du groupement arboré et sa régénération. Ils expriment, en outre, la réaction des formations à l'impact humain.

Cette présentation générale de *Pinus cembroides* de la Sierra de Urica sera ultérieurement complétée par la recherche des corrélations entre la distribution spatiale des espèces et les variables écologiques. La dynamique de la forêt sera, elle aussi, l'objet d'un autre article.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBAULT (R.), 1978. — Las Reservas de Mapimi y de la Michilia : perspectivas ecológicas y socio-económicas. *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango*, Inst. Ecología, Mexico : 48-56.
- GALLINA (S.), MAURY (Ma.E.) et SERRANO (V.), 1978. — Hábitos alimenticios del venado cola blanca en las Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango. *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango*, Inst. Ecología, Mexico : 57-108.

- HALFFTER (G.), 1978. — Las Reservas de la biosfera en el Estado de Durango : une nueva política de conservación y estudio de los recursos bióticos. *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango*, Inst. Ecología, Mexico : 13-45.
- JAUREGUI (E.), 1970. — Distribución de la frecuencia de heladas, lluvias y tormentas electricas en México. *Rev. Ing. Hidraulica*, 3, XXIV : 320-340.
- MARTINEZ OJEDA (E.) y SALDIVAR (Ma. C.), 1978. — Unidades de vegetación en la Reserva de la biosfera La Michilia, Durango. *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango*, Inst. Ecología, Mexico : 133-181.
- PASSINI (M.F.), 1982. — Les forêts de *Pinus cembroides* s.l. au Mexique, étude phytogéographique et écologique. Ed. Recherche sur les civilisations, Paris, 373 p.
- ROBERT (M.F.), 1977. — Essai sur l'évolution de la forêt de conifères de la Sierra Madre Occidentale (Mexique). *Revue forestière française*, 5 : 407-416.
- ROBERT (M.F.), 1978. — Notas sobre el estudio ecologico y fitogeografica de los bosques de *Pinus cembroides* Zucc. en Mexico. *Ciencia forestal*, Mexico : 49-58.