

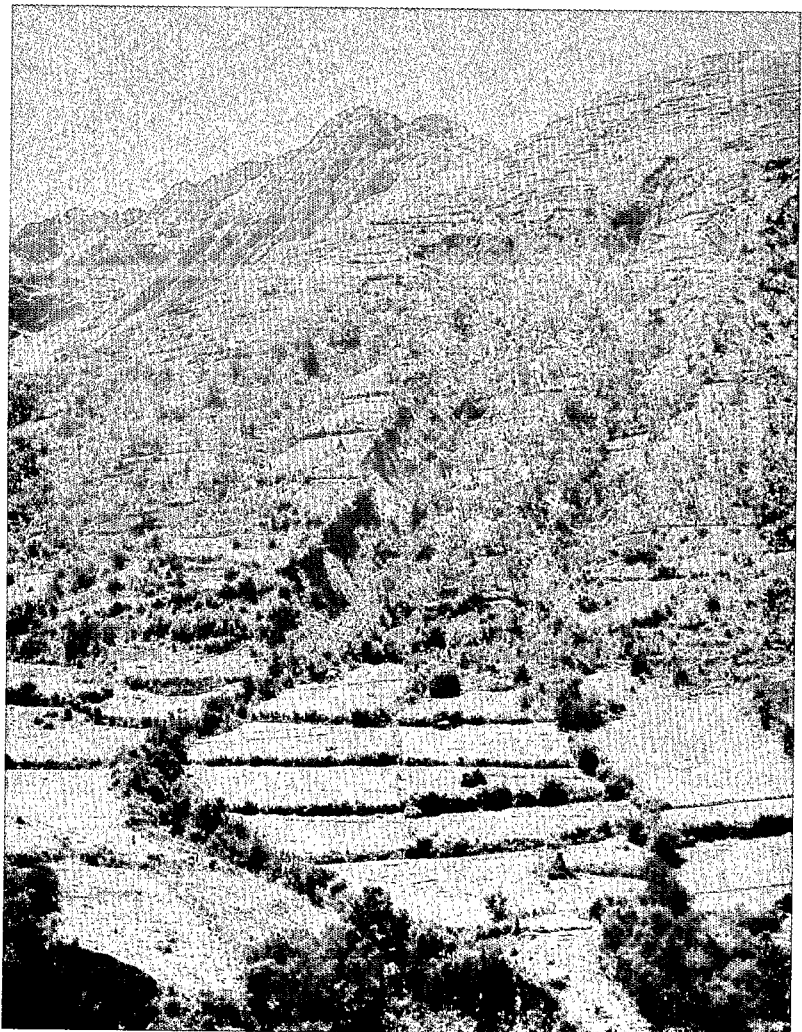


MICHEL SCHLAIFER

Programa de Repoblamiento Forestal
de Bolivia

LES CAUSES DE LA DÉFORESTATION DANS LES ANDES

Communauté villageoise de Tambo, 2 800-4 000 m. Des prairies d'altitude aux parcelles de maïs : le typique étagement andin. On notera les reliques de végétation autochtone dispersées sur les versants érodés et les systèmes agroforestiers traditionnels.
Tambo village community (2,000-4,000 m). From mountain prairies to maize crops : typical Andean terracing. The remains of indigenous vegetation scattered over the eroded slopes will be noted, as well as the traditional agroforestry systems.



Après trois années de recherche chez les paysans andins, l'auteur donne ici une explication technique, historique et socio-culturelle à la régression de la végétation en prenant comme exemple le Département de Cochabamba, en Bolivie.

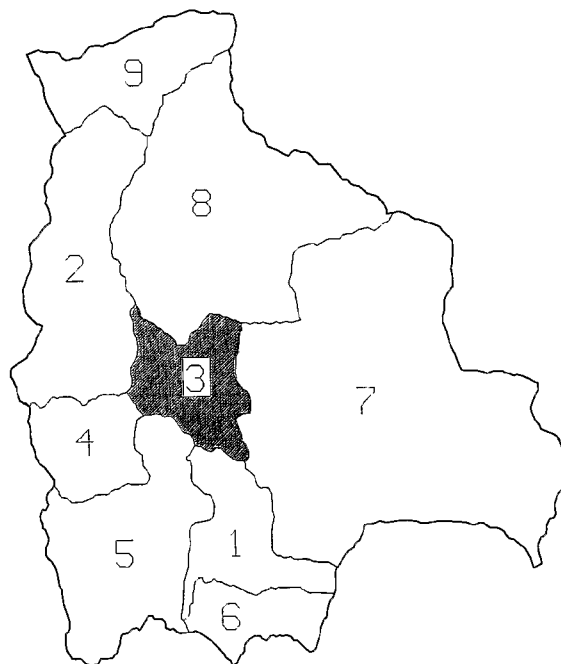
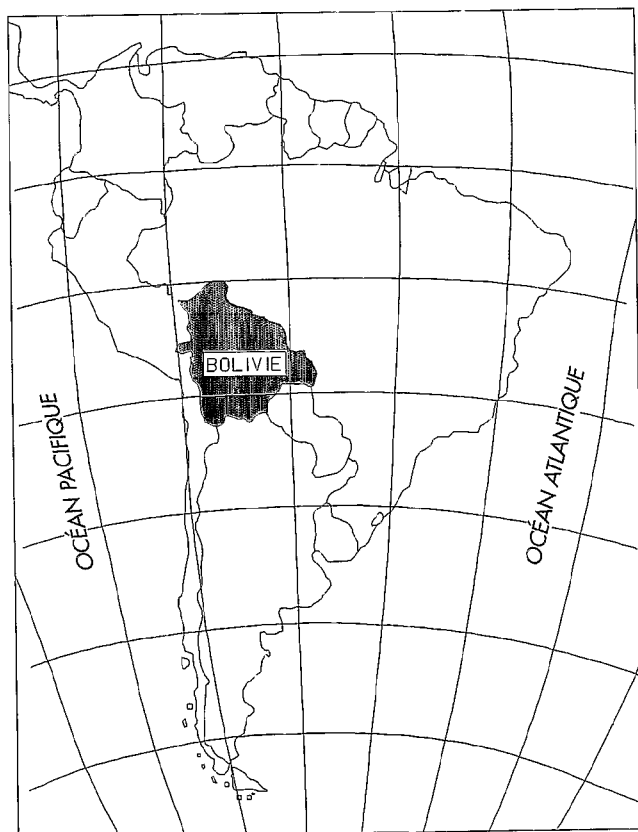
LE MONDE PAYSAN COCHABAMBINO ET LA DÉFORESTATION

LA ZONE D'ÉTUDE

Le département de Cochabamba, au centre de la Bolivie, comprend trois zones écologiques très marquées : les vallées interandinnes et mésothermiques (entre 2 000 et 2 600 m), la « puna » ou zone d'altitude (de 2 700 à plus de 4 500 m) et la partie tropicale (entre 200 et 1 500 m), connue pour la production de coca (cf. cartes). Cette étude concerne les vallées interandinnes et

la zone andine, où l'activité humaine agricole est beaucoup plus ancienne que dans les tropiques. De plus, si la dégradation de l'environnement – en particulier la déforestation – est toujours mentionnée, elle n'a pas fait l'objet d'études sérieuses.

La population rurale et urbaine est concentrée dans les vallées et les versants des chaînes andines. D'après les chiffres provisoires du dernier recensement (1992), le département de Cochabamba compte 1,1 million d'habitants (dont 51 % de ruraux), ce qui le place au 3^e rang national. La population rurale, indienne (quéchua), pauvre et domi-



Les départements boliviens

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. Chuquisaca | 6. Tarija |
| 2. La Paz | 7. Santa Cruz |
| 3. Cochabamba | 8. Beni |
| 4. Oruro | 9. Pando |
| 5. Potosi | |

Position du département de Cochabamba en Bolivie.
Location of Cochabamba department in Bolivia.



née, a été repoussée depuis la conquête espagnole vers les terrains en pente, les sols superficiels, érodés, secs et les climats les plus rigoureux. Les parcelles plates, avec possibilité d'irrigation, sont aux mains de quelques familles, descendantes des « haciendados ». Cette structure se maintient malgré la réforme agraire débutée en 1953, qui a été particulièrement forte à Cochabamba, si on la compare à d'autres zones du pays. La population urbaine est regroupée dans quelques villes, ou grosses bourgades, installées dans les vallées. Il existe un fort exode des zones rurales de Cochabamba et du reste du pays (centres miniers, Altiplano) vers la ville de Cochabamba.

La superficie moyenne des unités d'exploitation est seulement de 2,9 ha dans le département de Cochabamba (INE, 1989). Cependant, cette moyenne ne reflète pas le grand morcellement des parcelles et la grande injustice de la structure foncière entre les grands propriétaires, les petits agriculteurs « minifundistes » et les paysans sans terre. Des 36 millions d'hectares de terres agricoles disponibles dans le pays, 32 millions appartiennent à 40 000 gros propriétaires privés et les 4 millions restants sont répartis entre 330 000 petits paysans, qui produisent 70 % des aliments consommés annuellement en Bolivie (CEDLA, 1987).

Les « quéchuas » vivent en « communautés paysannes », évolution du traditionnel « ayllu », ou noyau familial élargi, fondement de l'organisation sociale et des modes d'exploitation agricole. Aujourd'hui, la notion de « ayllu » est plus ample à cause du jeu des migrations et du « développement moderne ». La distribution des responsabilités et de la représentativité hors de l'« ayllu » se fait de façon rotative entre les hommes actifs de la communauté.

La personne nommée représente sa famille. Les femmes ne jouent pas un rôle actif, visible dans les prises de décision communale. Elles assument l'administration de l'économie familiale. Cependant, à cause de la généralisation du phénomène de migration temporaire des hommes, le rôle des femmes est en pleine évolution.

Les diverses stratégies de contrôle vertical, qui tendent à répartir l'exploitation des ressources écologiques dans différents étages altitudinaux (MURRA, 1975) et à diminuer les risques climatiques ou ceux dus à la commercialisation (MORLON, 1987 et 1992), à créer des alliances sociales, à répartir les rôles dans les unités familiales et à maîtriser l'environnement, ont permis aux « quéchuas » de vivre et de survivre dans des conditions adverses. Cependant, il ne faut pas cacher que le monde rural indien, qui vit dans les Andes, subit une crise profonde, dont la dégradation de l'environnement en est le reflet visible.

LES PAYSANS ET LA FORÊT

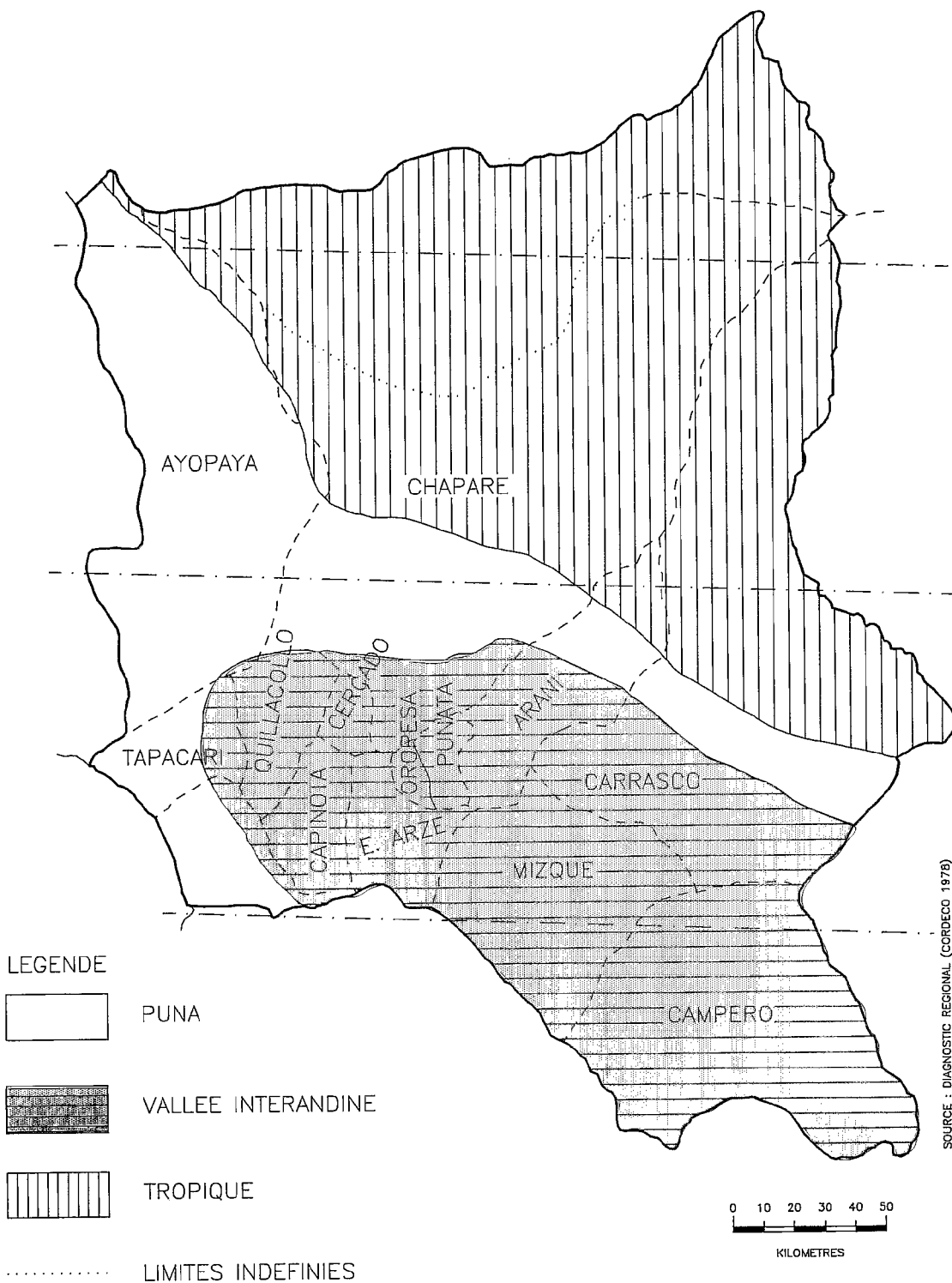
Depuis les temps les plus anciens, les arbres et la forêt ont été présents dans le paysage « cochabambino ». Vu l'ampleur de la dégradation actuelle, une majorité de personnes pense qu'il n'y a jamais eu d'arbres dans cette zone écologique. Pourtant, il existe une culture forestière chez les paysans de Cochabamba, preuve d'une relation entre cette société andine et les ressources forestières. C'est ce que nous essaierons de démontrer, mais on peut déjà avancer les éléments suivants :

Les paysans (aussi bien les vieux que les femmes et les jeunes) connaissent très bien les espèces locales, leur habitat écologique, les propriétés physico-mécaniques et les utilisations des diverses parties

de la plante (racines, tronc, branches, feuillage, fleurs, fruits) pour le feu, la construction, le fourrage, les médicaments, l'outillage agricole. Les effets des arbres sur le microclimat, le sol, la faune, la beauté du paysage et comme moyen d'affirmation des droits fonciers, sont également connus et appliqués.

On considère souvent que les paysans ne sont pas capables de voir les effets futurs de la dégradation de l'environnement, qu'ils ne se rendent pas compte ni de l'érosion ni de la déforestation. Au contraire, nos observations de terrain et nos enquêtes auprès des agriculteurs nous ont montré qu'ils en sont très conscients puisqu'ils vivent chaque jour la pénurie de bois de feu, d'eau pour la famille, les animaux et l'irrigation. Ils doivent faire face chaque année au rétrécissement de leurs terres à cause de l'érosion et à la baisse de la fertilité de leurs sols. Ils font état de leur préoccupation pour l'avenir de leurs enfants. S'ils ne luttent pas contre toutes ces agressions, ce n'est pas par insouciance mais par manque de moyens ; ils n'ont pas d'alternative.

Dans le passé, la reforestation a été imposée par les « Conquistadores », au même titre que le travail obligatoire dans les mines, comme « tribut », système d'impôt récupéré des Incas. Malgré ces précédents funestes, les paysans participent aujourd'hui activement aux actions de reboisement parce qu'ils y ont vu leur intérêt. Il est vrai qu'il était temps d'entreprendre des actions de reboisement de quelque ampleur : dans la zone d'étude, nous estimons à environ 80 % les surfaces auparavant boisées, aujourd'hui dépourvues de végétation arborée. De plus la végétation a subi une forte érosion génétique à cause de la pression exercée par l'homme et le bétail.



Les trois zones écologiques du département de Cochabamba.
 The three ecological zones of Cochabamba department.





UN PEU D'HISTOIRE

En observant les paysages andins, lorsqu'on parle avec les paysans, on se demande : comment était-ce il y a quelques années ? Y avait-il des arbres ? Pourquoi ces montagnes si pelées aujourd'hui ? ANSION (1986) a écrit que la déforestation a commencé il y a 3 000 ans. Mais il faut préciser cette affirmation.

Les explications que nous avançons ici sont basées sur de nombreuses observations de terrain, le témoignage des paysans et une révision bibliographique minutieuse, mais sans doute incomplète. Nous avons fait appel à des éléments techniques et sociaux : sylviculture, botanique, ethnobotanique, anthropologie, démographie, géographie, archéologie, préhistoire et histoire. Notre souhait est de contribuer à lancer un débat à Cochabamba, en Bolivie et dans la zone andine, mais aussi plus généralement d'inciter les forestiers du monde entier à réfléchir sur l'histoire de la dégradation des forêts et des ressources naturelles pour l'intégrer dans les propositions techniques et sociales de développement forestier.

IMAGES DU PASSÉ

Les chercheurs qui ont centré leurs travaux sur les Andes mentionnent la présence d'arbres depuis les temps préincaïques. Les géographes différencient les Andes équatoriales des Andes tropicales, les situations sèches d'abri, de fronts humides ou de façade. Ils soulignent la multitude des mosaïques écologiques qui génère une grande variation de climats, de paysages, de végétations et d'utilisations de l'espace (DOLLFUS et LAVALLÉE, 1973 ; DOLLFUS, 1981).

Le contrôle d'un maximum d'étages écologiques observé par MURRA (1975) et les modèles spatiaux d'aménagement verticaux qui en découlent (BRUSH, 1977 et 1982,

cf. p. 58) vont dans le sens de l'utilisation des ressources forestières existantes avant l'Empire inca.

Les explorateurs des XVII^e et XIX^e siècles (LA CONDAMINE, HAENKE, d'ORBIGNY ou WIENER) ne décrivent pas seulement la végétation tropicale luxuriante. Ils s'étonnent aussi de la présence d'arbres très originaux dans les Andes et les hautes terres de Cochabamba, en particulier. Déjà d'ORBIGNY [(1844), 1958] attire l'attention des Boliviens sur les dangers des incendies de forêts. C'est notamment pour cela que le président Andres SANTA CRUZ lui a fait l'honneur de lui donner la nationalité bolivienne !

SYMBOLISME

Le fameux dessin de SANTA CRUZ PACHACUTI YAMQUI [(1613), 1968], qui apparaissait sur un mur du temple du soleil à Cuzco, donne une représentation du monde à l'époque des Incas. Il montre un arbre à côté d'autres symboles (le soleil, la lune, les étoiles, l'homme, la femme, la terre, l'eau, etc.). Cet arbre s'appelle « mallqui », ou arbre cultivé en quéchua, en opposition à « sacha » ou arbre sylvestre (SHERBONDY, 1986). Mais « mallqui » signifie aussi ancêtres ou momies (WACHTEL, 1990). On voit ainsi quelle est l'importance de l'arbre dans la vision du cycle de vie de la société andine : les racines font le lien avec les ancêtres du monde « d'en bas » (« Hurin Pacha »), le tronc représente le monde « actuel » (Kay Pacha) et les branches symbolisent la relation avec les dieux du monde « d'en haut » (Hanan Pacha).

La peinture du couronnement de la Vierge, d'un peintre anonyme du XVII^e siècle, exposée à la « Maison de la Monnaie » de Potosi, nous montre l'état de la végétation sur le « Cerro Rico » avant son exploitation minière. La présence des arbres

et de leur régénération naturelle est très visible, ainsi que celle de la faune et de nombreuses sources d'eau. La superposition symbolique de la « Pachamama » (ou terre-mère) par la Vierge participe du processus de métissage de l'identité et de la culture andines par la colonisation occidentale chrétienne. La représentation ethnologique de l'arbre et de la forêt comme éléments de la « Pachamama » évolue aussi.

Il existe donc une ancienne culture imaginative et une mythologie des arbres et des forêts dans la société andine, que l'on retrouve, en partie et après de nombreuses évolutions, dans les contes populaires.

LE PAYSAGE FORESTIER RECONSTITUÉ

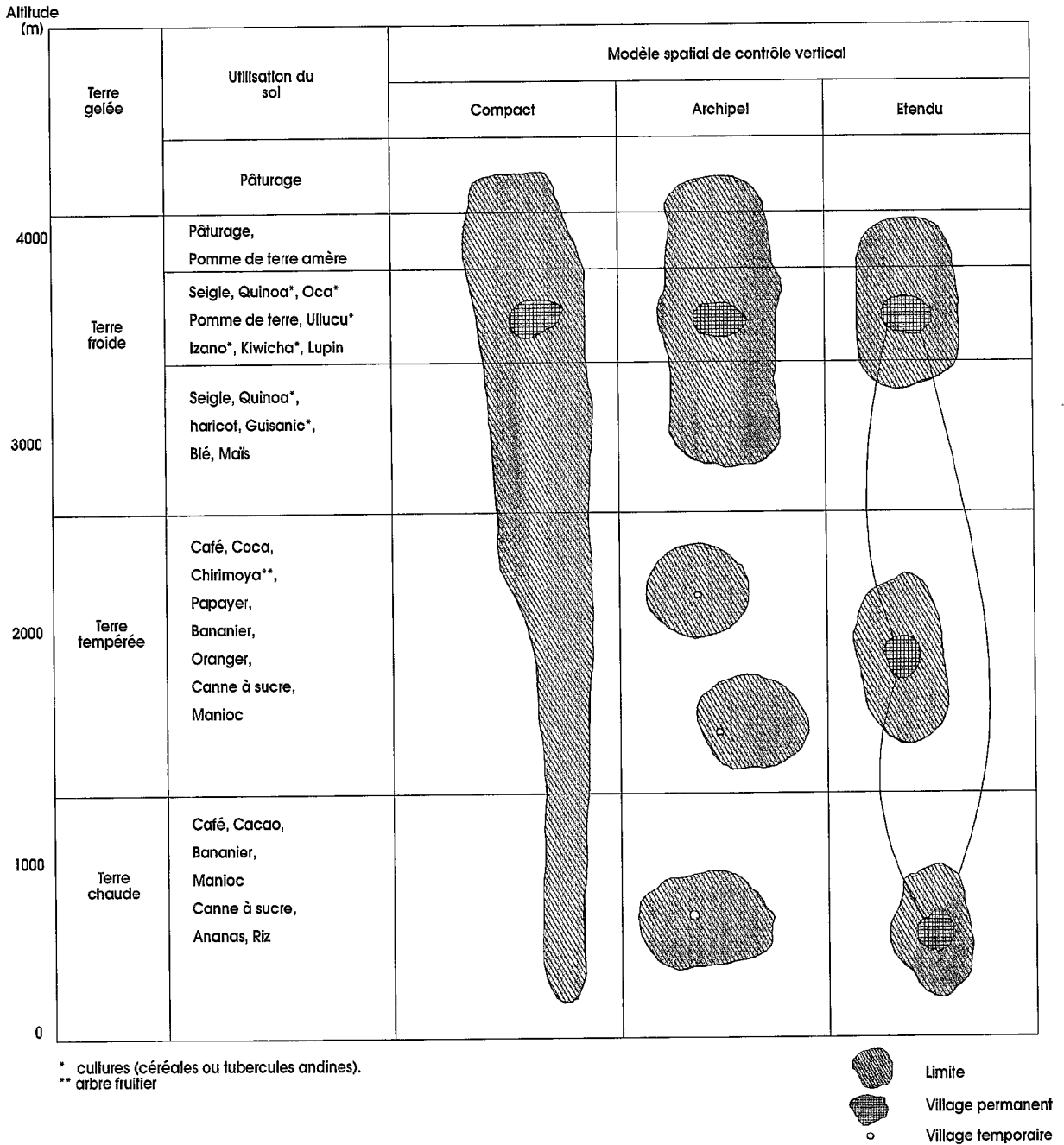
A la place des montagnes dénudées d'aujourd'hui existait donc un paysage forestier où se mêlaient des forêts sur les hauteurs, dans les ravins et à la limite des terrains cultivés, ainsi que des arbres isolés près des maisons, des rivières ou dans les champs, et des petits bois dispersés. L'arbre isolé (le « mallqui » cultivé) et l'arbre de la forêt (le « sacha » sylvestre) sont respectés et utilisés. Aujourd'hui, les bois reliques, la végétation naturelle toujours présente dans les endroits les plus inaccessibles, le maintien de certains arbustes lors de la mise en culture de terres après la période de repos, constituent autant d'aspects qui confortent cette vision, cette reconstitution.

Dans les vallées, actuellement, on ne rencontre que les eucalyptus plantés depuis le début du siècle. La majorité des forêts naturelles et des espèces dispersées a disparu. Seuls les « molles » bénéficient d'une protection relative depuis que l'espèce a été déclarée « arbre symbolique des vallées interandines ». Sur les versants et en altitude, les prairies



FORMES D'ACCÈS À LA « VERTICALITÉ » DES ÉTAGES ALTITUDINAUX AGRICOLES DANS LES ANDES CENTRALES

D'après BRUSH S., 1977 et 1982. In : LAUER W. et ERLBACH W. Die Tropischen Anden, 1987



rases et les ravins d'érosion remplacent les forêts de kewiña plus ou moins ouvertes et les bois d'aulnes

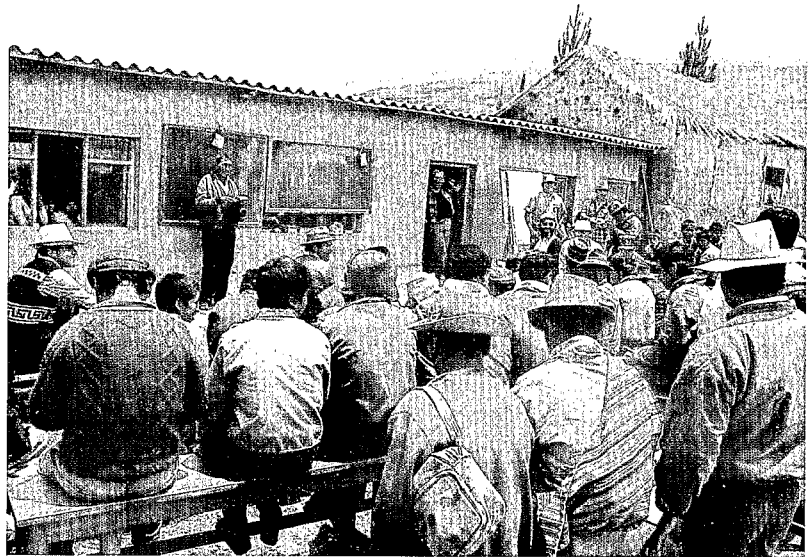
au bord des ruisseaux à présent asséchés. Seuls les témoignages des anciens colons espagnols et des ex-

plorateurs « modernes » nous permettent d'imaginer la végétation disparue.





K'aspicancha Alta, 3 800 m. Vulgarisation forestière. Atelier de diagnostic participatif.
 K'aspicancha Alta (3,800 m). Forest extension action. Participative diagnosis workshop.



LES CAUSES DE LA DÉFORESTATION

Alors, pourquoi cette arborisation, ce système forestier et agroforestier ont-ils disparu ? Et quand ? Nous allons d'abord étudier les différents modes d'utilisation de l'espace par les sociétés qui se sont succédé dans le paysage de Cochabamba. Comme il existe très peu de données fiables et précises sur les relations entre l'histoire de la société et l'environnement, nous proposons ici une série d'hypothèses.

□ Les modes d'utilisation de l'espace et des ressources naturelles dans le temps

Les diverses études archéologiques font remonter la présence de l'homme dans les Andes à 20 000 ans av. J.-C. (on a trouvé un crâne en Equateur daté de 28 000 ans av. J.-C.).

Dix mille ans av. J.-C., les chasseurs vivent jusqu'à des altitudes élevées (4 000, 4 500 m) dans un espace mixte de prairies et de forêts. S'il n'y a pas de certitude sur l'existence d'une culture propre à Cochabam-

ba, c'est déjà une zone de migration, de colonies et de rencontres.

Les premiers agriculteurs sédentaires et les éleveurs nomades apparaissent après la dernière glaciation (de 8000 à 5000 av. J.-C.). Ils domestiquent les animaux (cochons d'Inde, lamas venus du Nord) et les plantes (tubercules, céréales) mais sans couper la forêt : il y a suffisamment de place disponible. Ils chassent les lamas et les cervidés en altitude tandis que les vallées sont habitées en saison des pluies. La migration s'étend jusqu'à la côte Pacifique pour diversifier les produits.

Entre 2000 et 1000 av. J.-C., les progrès en agriculture associés au travail du métal (cuivre) et à l'augmentation de la population installée dans des villages permanents provoquent les premières éclaircies dans les forêts et les incendies des prairies andines. Cependant, le cycle de la rotation est assez lent pour que l'écosystème puisse récupérer. Dans ces conditions, l'agriculture itinérante, basée sur le déboisement, le brûlis, la culture et la

mise en repos, est appropriée et ne détruit pas l'environnement.

Dans les années 700 de notre ère, le complexe Wari-Tiahuanacu commence à dominer culturellement la zone andine, jusqu'au XII^e siècle. Ses principaux apports, dans le domaine qui nous intéresse, sont un perfectionnement des techniques agricoles, une amélioration de l'élevage et une généralisation de l'usage des métaux. Lors du XII^e siècle, il décline ; il est remplacé par de petits états indépendants formés d'une multitude de communautés agropastorales mobiles avec quelques colonies stables dans d'autres étages écologiques. Ils vivent donc entre le fond des vallées, les steppes de l'Altiplano, les versants escarpés et les bords côtiers du Pacifique.

L'invasion inca et l'extension du Tawantinsuyu (l'Etat inca) se produit en deux phases à Cochabamba (PEREIRA, 1992). Une première, militaire, voit la construction de forteresses (Incallajta) et l'établissement d'un réseau routier pour se défendre contre les tribus Chiriguanas



Buena vista, 2 900 m. Saucó (*Sambucus peruviana*) planté près de la maison.

Buena vista (2.900 m). Saucó (*Sambucus peruviana*) planted near the house.

(SOLARES, 1990). La deuxième étape vise l'intégration économique à travers la production intensive de maïs (par exemple à Cotopachi, Quillacollo). Si les Incas modifient peu les structures sociales, politiques et économiques, l'utilisation de l'espace et des ressources s'intensifient (canaux d'irrigation, techniques de labour avec la bêche andine appelée « chaquitacla » (BOURLAUD *et al.*, 1986), stratégies agricoles intensives pour nourrir les mines et les autres parties de l'Empire, œuvres de conservation des sols comme les terrasses). La dégradation de l'environnement commence à être importante ; exemple, le surpâturage causé par les colonnes de lamas qui transportent les produits d'un bout à l'autre de l'Empire et lors des campagnes militaires destinées à étendre la « paix Inca ».

La « conquête espagnole » (1530) augmente les situations de conflits et

NOM SCIENTIFIQUE DES PRINCIPALES ESPÈCES FORESTIÈRES PRÉSENTES À COCHABAMBA

- Algarrobo : *Prosopis* sp. A Cochabamba, il existe surtout *P. juliflora*.
- Aliso : *Alnus acuminata*. Parfois, on le mentionne comme *A. jorullensis*, nom scientifique ancien.
- Cedro : *Cedrela odorata*.
- Ceibo : *Erythrina cristagalli* ou *E. falcata*. Il existe une controverse pour savoir laquelle de ces deux espèces se trouve dans la vallée.
- Chacatea : *Dodonaea viscosa*.
- Chachacoma : *Escallonia* sp. A Cochabamba, *E. myrtilloides* et *E. resinosa*.
- Chilca : *Baccharis* sp. comme les tholas. On peut mentionner *B. latifolia*, *B. pentlandii*, *B. perulata*, *B. salicifolia*. On appelle ainsi le *Senecio campanulata*.
- Chirimolle : *Fagara coco*.
- Cuchi : *Astronium urundeva*.
- Eucalyptus : *Eucalyptus* sp. Il existe des centaines d'espèces d'eucalyptus. La plus diffusée depuis des années dans les Andes est l'*E. globulus*.
- G'ayara : *Puya* sp.
- Guinda : *Prunus avium*.
- Jacaranda ou tarco : *Jacaranda mimosifolia*.
- Jarka : *Acacia visco*.
- Kellu kellu : *Berberis boliviana*, *B. ciliaris* et *B. paicidentada* ont été identifiés à Cochabamba.
- Kewiña : *Polylepis* sp. A Cochabamba, le *P. besseri*, *P. incana*, *P. racemosa*. Il faut signaler que ces espèces s'hybrident très facilement entre elles.
- Kiskacruz : *Colletea spinosissima* est un arbuste épineux qui donne un excellent bois de feu.
- Kiswara : *Buddleia* sp. On pense que la kiswara originaire de la vallée de Cochabamba est la *B. hypoleuca* ou la *B. tucumanensis*. *B. coriacea*, espèce naturelle de l'Altiplano et des environs du Lac Titicaca, s'adapte aux conditions de la « puna » et de la vallée cochabambinas ; c'est pourquoi elle est très utilisée.
- Loke : *Kageneckia lanceolata*.
- Molle : *Schinus molle*.
- Luyuluyu : *Schinus polygamus*.
- Muña : *Satureia boliviana*.
- Mutuy : *Cassia hookeriana*, *C. tomentosa*. D'après les derniers ajustements taxonomiques, le nom plus récent est *Senna birostris* et *S. multiglandulosa* respectivement.
- Nogal : *J. nigra boliviana*.
- Pins : *Pinus* sp. Comme pour les eucalyptus, de nombreuses espèces de pins couvrent toutes les parties du monde. Le *P. radiata* a été le plus utilisé dans la cordillère andine.
- Pino de monte : *Podocarpus* s., en particulier *P. rospigliosii* et *P. utilior*.
- Qhini : *Acacia macrantha*.
- Quebracho rojo ou soto : *Schinopsis* sp., comme *S. haenkeana*, *S. lorenzii*, *S. marginata*. La Bolivie est l'un des derniers pays où existe encore ce genre.
- Quebracho blanco : *Aspidosperma quebracho blanco*.
- Retama : *Spartium junceum*.
- Sauce : *Salix* sp. Spécialement *S. alba*, *S. babylonica*, *S. chilensis*, *S. humboldtiana*.
- Saucó : *Sambucus peruviana*.
- Tara : *Caesalpinia spinosa* ou *Coulleria tinctoria*, nom qui n'est plus utilisé.
- Tipa : *Tipuana tipu*.
- Thola : *Baccharis* sp. Il y a beaucoup de variétés de thola ; par exemple la thola d'altitude, la thola de l'Altiplano, la thola des vallées, etc. Citons *B. alpina*, *B. dracunculifolia*, *B. incarum*, *B. microphylla*, *B. nitida*, *B. obtusifolia*, *B. polycephala*.
- Tuitui : *Gynoxys cochabambensis*.
- Yareta : *Azorella* sp. Par exemple, *A. biloba*, *A. glabra*.
- Wantura : *Vallea stipularis*.



de guerres alors que de nouvelles maladies font leur apparition ; la population baisse. WACHTEL (1990) parle de l'époque de « l'homme rare ». Mais les effets négatifs sur l'environnement ne diminuent pas. Les modalités de regroupement des indiens en « reducciones », « encomiendas » et « haciendas » nous font croire que l'exploitation des ressources naturelles se concentre dans des zones utilisées de façon intensive. On perd en grande partie les avantages du contrôle vertical d'un maximum d'étages écologiques (cf. p. 5 § Images du passé, MURRA, 1975). Les Espagnols arrivent à Cochabamba attirés par les possibilités qui s'offrent à eux : élevage, production de maïs, de légumes, vigne et arbres fruitiers, ainsi que par la disponibilité de terres due à la désagrégation des colonies après la défaite inca. En 1571, au moment de la fondation de la « Villa de Oropesa », future Cochabamba, qui fut décrétée à Kanata par instruction du Vice-Roi Francisco de Toledo, la végétation naturelle est encore abondante (cf. la liste des principales espèces ci-contre).

Les Indiens sont repoussés vers les terres en pente et de moindre productivité. L'ouverture de nouvelles parcelles agricoles due à l'arrivée de colons espagnols à partir du XVII^e [LIZARRAGUA (1608), 1986] augmente en même temps la déforestation. A tel point que, à la moitié du XVIII^e siècle, le manque de terre agricole pour la population autochtone prend des proportions extrêmes : un tiers de la population indienne n'a plus assez de superficie. La propriété foncière commence à devenir un critère de différenciation sociale.

A partir du XVIII^e siècle, l'augmentation de la population et des besoins en bois de feu se fait sentir d'autant plus que les coutumes diffèrent entre les Espagnols et les Indiens. Déjà en 1653, COBO [(1653), 1956] expliquait qu'on brûle plus de bois de feu

en un jour dans la maison d'un Espagnol qu'en un mois chez un Indien. En effet, les Espagnols cuisinent plusieurs fois par jour, alors que les Indiens préparent une seule fois, le matin, les aliments pour toute la journée et ensuite mangent froid durant le jour. L'architecture coloniale consomme beaucoup plus de bois que les traditionnelles cases en pisé : charpentes, maisons à étages, meubles, portes, etc. Peu d'espèces andines (aliso, quebracho, cedro) ont les qualités physiques nécessaires pour ces utilisations. Les Espagnols introduisent le saule et, plus tard, leurs descendants feront de même pour l'eucalyptus dans la seconde moitié du XIX^e siècle. Tous ces changements (techniques agricoles, animaux d'élevage, réseaux de pistes) modifient les paysages : altération de la composition floristique des prairies, déforestation, recul de la frontière forestière devant l'avancée des parcelles agricoles, réduction de la période de repos de la terre, diminution de la fertilité des sols, terrains très pentus, dénudés et exposés à l'érosion.

□ Les mines et leur influence sur la végétation

Malgré des idées très répandues, mais basées sur des analyses superficielles, il nous semble que l'impact de l'activité minière sur la végétation a été plus réduit que ce que l'on croit, à cette époque de la colonie. Si beaucoup de mines ont été dispersées dans les Andes, la plupart n'ont été exploitées que pendant un temps très court : DALENCE [(1848), 1975] parle de plus de 10 000 mines abandonnées déjà à la fin du XVIII^e siècle. Le pôle minier le plus important des Andes au XVII^e siècle est Potosi, avec son « Cerro Rico » et ses mines d'argent, créant le premier « complexe minier des temps modernes » (DOLLIFUS, 1981). L'activité minière ne commence pas avec les Espagnols : les Incas avaient

déjà commencé à extraire de l'or, de l'argent, du plomb et autres minéraux. Plus tard, l'ère de l'étain va relancer – avant de s'effondrer à nouveau – l'activité minière andine. A l'époque coloniale, le transport se fait grâce à la force animale ou humaine. C'est pourquoi on préfère transporter des produits avec une unité de poids de la plus grande valeur possible : déshydratés (« chuño ») ou élaborés (farines, tissus) plutôt que des produits frais. Dans cette optique et dans la mentalité de l'époque, il est impensable de transporter des produits lourds et volumineux sur de grandes distances et en quantités « industrielles ». Les bois d'états utilisés dans les mines viennent des environs immédiats.

Le combustible le plus utilisé pour la fonte des minéraux, après l'exploitation des bois facilement disponibles, a dû être la « takia » ou le fumier séché de lama. Divers auteurs mentionnent son haut pouvoir calorifique à des altitudes sans beaucoup d'oxygène, de peu inférieur à celui du bois (GADE, 1975 ; PRICE, 1981). Le four traditionnel « quéchua » (« waira ») est d'un rendement supérieur à celui des Espagnols ; aussi son nombre augmente rapidement (ROEL, 1970). A la fin des années 1 600, Potosi, une ville de 150 000 habitants (presque autant que Paris à la même époque), attire toutes les ressources des vallées et de l'Altiplano : produits agricoles, main-d'œuvre salariée ou obligée par le « tribut », caravane de lamas et de mules pour le transport des produits. Ceci facilite la concentration et la récolte de la « takia ». TANDETER (1978) et TROLL [(1931), 1980] parlent de 600 000 à 800 000 charges de « takia » utilisées annuellement à Potosi pour la fonte du minéral.

Les mines ont certainement affecté l'écologie fragile des Andes : taille indiscriminée d'états pour les galeries, fumées polluantes, surpâturage



causé par l'affluence des troupeaux, baisse de la fertilité des sols par le manque de disponibilité de « takia » comme engrais, etc. Mais cette dégradation s'est surtout intensifiée en cercles concentriques autour des centres miniers. Cela ne peut expliquer la déforestation à grande échelle des Andes, même loin des mines, et notamment à Cochabamba.

□ Le panorama après la Guerre d'Indépendance

En 1825, année de l'Indépendance, la situation est sombre : prix des minéraux effondrés sur les marchés internationaux, production agricole insuffisante (il faut importer des vivres), moyens de production (main-d'œuvre, terre) épuisés. A Cochabamba, les inondations ainsi que la déforestation et l'érosion de la cordillère du Tunari alarment et indignent quelques personnes de qualité (A. de UGARTE en 1883 et en 1884, G. URQUIDI en 1954, J. KNAUST en 1909 ou R. RIVERO en 1919). Les essais pour reboiser, pour diminuer la pression dévastatrice et pour mobiliser la population rurale et urbaine sont vains. La dégradation de l'environnement et l'exploitation irrationnelle des forêts se poursuivent à un rythme accéléré.

□ L'épopée des chemins de fer

A la fin du XIX^e et durant le XX^e siècle, la construction des chemins de fer va bouleverser les habitudes (c'est de cette époque, dit-on, que date le chapeau-melon des indiennes des Andes, séduites par le couvre-chef des ingénieurs anglais) ainsi que l'économie nationale et celle de Cochabamba. En effet, le chemin de fer est un gros consommateur de bois, pour les traverses, puis pour le combustible. Les premières traverses sont importées ; les suivantes sont faites sur place, au prix de l'exploitation sans merci de quelques espèces présentant les qualités re-

quises (soto, quebracho, tipa et cuchi). Les locomotives marchent d'abord au bois, puis au charbon de bois. Toute la végétation arbustive et arborée est exploitée pour alimenter les machines représentant le progrès moderne, entre autres les bois de kewiña qui poussent jusqu'à 4 500-5 000 m sur les pentes du volcan Sajama (CARDENAS, 1989).

□ La « chicha », boisson dorée

A Cochabamba, la fabrication et la consommation de la « chicha », cette boisson de maïs fermenté à usage religieux et sacré pour les Incas, a toujours été très répandue. Pour certains, sa consommation immodérée est une coutume dégradante et condamnable (VIEDMA, 1788 ; d'ORBIGNY, 1844 ; Prince Louis d'ORLÉANS et BRAGANZA, 1908). D'autres manifestent leur passion pour la « chicha », liqueur dorée, élément historique et culturel typiquement cochabambino (SOLARES, 1990). Au-delà de la polémique, tous reconnaissent l'apport de la « chicha » à l'économie régionale et nationale, par le jeu des impôts sur les boissons alcoolisées. En 1846, R. SOTOMAYOR (1874) compte 5 013 « chicherías » pour 448 menuiseries dans le pays ! En 1986, on comptait, dans le seul département de Cochabamba, quelque 50 menuiseries pour 600 « chicherías », soit 12 fabriques de « chicha » pour chaque menuiserie.

Outre qu'elle renforce le sentiment culturel cochabambino, la « chicha » constitue indéniablement un aliment bénéfique ; mais il y a un autre aspect qui mérite notre attention. Pour sa fabrication, la « chicha » demande une cuisson prolongée (un jour et demi). La consommation de bois ou de charbon de bois est donc considérable (même si à certains moments on a utilisé le gaz, la hausse des prix a entraîné un retour marqué au bois de feu). En 1986, les 600 « chicherías » de

Cochabamba consomment 39 600 tonnes de bois, soit presque 10 % de la consommation totale de bois pour tout le département ! Et les fonds générés par l'impôt ne sont pas réinvestis dans de nouvelles plantations. SOLARES (1990) cite un tableau du Trésor Municipal de Cochabamba de 1949 où seulement 6 % des fonds sont destinés au reboisement... d'un parc urbain et de l'université !

□ La politique foncière et l'environnement

Les modes de propriété foncière influent sur l'exploitation ou la conservation des ressources naturelles. On a vu comment, après la Conquête, la propriété foncière a commencé à transformer un moyen de différenciation sociale et d'enrichissement personnel pour en faire un instrument de pouvoir ou de marginalisation. Bien avant la réforme agraire de 1953, Simon BOLIVAR dicte à TRUJILLO en 1824 un décret pour « donner la terre à ceux qui la tra-



Alalay 3 200 m. Plantation d'une haie de kewiña (*Polylepis incana*).
Alalay (3,200 m). Planting a kewiña (*Polylepis incana*) hedge.



vailent ». De modifications en réglementations, de retards en mesures préalables, de changements en annulations de lois antérieures, son application n'a pas eu lieu avant 1953, comme l'une des conséquences de la révolution de 1952, avec des résultats très mitigés.

Les conséquences sur l'utilisation des terres et des ressources forestières sont directes. Dans de nombreuses communautés, toute coupe de bois dépend d'une décision communale. Mais il y a des permissions individuelles pour cultiver et pâturer en sous-bois. Or ces activités empêchent toute régénération naturelle de la forêt. Comme l'intérêt personnel prend le pas sur l'avenir commun, de nombreux bois sont dans un état alarmant de dépérissement alors qu'on pourrait y obtenir une régénération naturelle à faible coût. On rencontre dans de nombreuses communautés un bois de « gestion communale » en train de mourir sur pied, sans que les bénéficiaires de parcelles agricoles ou de droit de pâture soignent la régénération, à côté d'une forêt privée en parfait état de conservation et en équilibre dans des conditions écologiques semblables.

□ **Les guerres et leurs conséquences écologiques**

L'histoire de la Bolivie est remplie de guerres, de rébellions, de révolutions, d'insurrections et de batailles militaires. Nous avons déjà noté l'effet dévastateur des armées incas sur les ressources fourragères des zones traversées. Les livres d'histoire ne le racontent pas mais on peut imaginer le comportement des armées en campagne : elles coupent les arbres, saccagent, exploitent tout, provoquent des incendies, des réseaux d'érosion, etc. Une nouvelle lecture de l'histoire sous cet angle nous apporterait plus d'éléments de réflexion sur le phénomène.

□ **Des raisons écologiques à la déforestation !**

Après toutes ces explications sociales, techniques et historiques, nous ne devons pas passer sous silence les conditions écologiques andines qui sont très rudes pour l'installation de nouvelles plantations comme pour le maintien des forêts existantes. ELLENBERG (publié dans DOLLFUS, 1981) a calculé la production de biomasse sans intervention humaine, dans un milieu théorique non modifié. Pour les étages altitudinaux correspondant aux Andes (« quéchua », « suni » et « puna » de PULGAR VIDAL, 1976), il trouve une production annuelle de biomasse végétale de moins de deux tonnes par hectare. Comme élément de comparaison, et d'après ces calculs, la forêt tropicale humide produit plus de trente tonnes par hectare et par an !

Les sécheresses et les changements climatiques, au long de la préhistoire et de l'histoire, n'ont pas facilité non plus la croissance continue des végétaux. Une histoire des paléoclimats et des climats dans les Andes permettra de mieux expliquer les interactions entre les mouvements des masses d'air et la dynamique de la végétation, de lier les périodes sèches et les phénomènes « El Niño », de relier les accidents climatiques avec la fragilité des écosystèmes andins, de comprendre les stratégies paysannes de dispersion des risques (cf. notamment CAVIEDES et WAYLEN, 1987 ; DELER, 1992 ; DOLLFUS, 1991 ; FRANCOU et PIZARRO, 1985 ; MORLON, 1987 et 1992 ; ORTLIEB et MACHARÉ, 1989).

Par exemple, certains éléments de chronologie climatique nous enseignent que les précipitations ont été moindres entre l'an 1000 et l'an 1500 dans les Andes de Colombie (IMESON et VIS, 1983). Cette période correspond à une réduction très nette de la présence de la kewiña (USSELMANN, 1987). Mais pour

l'instant, on ne peut pas dire quelle est la part due à une sécheresse, à un refroidissement provoqué par une petite glaciation ou à l'action anthropique. A l'inverse, le réchauffement à certaines périodes a entraîné un déplacement vers le haut de la limite supérieure des cultures agricoles, d'où un recul de la frontière forestière. Ces quelques exemples nous montrent l'étroite dépendance entre les fluctuations climatiques et les évolutions dynamiques des forêts, d'où l'intérêt de diffuser les résultats des recherches sur les paléoclimats.



Trois causes nous semblent déterminantes pour expliquer la déforestation des Andes de Cochabamba :

- Les difficiles conditions écologiques et leurs fluctuations historiques.
- L'augmentation de la population humaine et les changements de structure sociale (haciendas/minifundisme), avec des conséquences directes (consommation de bois, extension de la frontière agricole) ou indirectes (pression sur les quelques ressources restantes, nouvelles nécessités, compétition des villes sur les champs, réseaux routiers).
- L'augmentation du nombre de têtes de bétail (plus déprédateur que les camélidés andins et les incendies pastoraux).

Nous différencions donc ces causes structurelles, qui sont continues, permanentes, générales aux Andes, des causes conjoncturelles, « accidentelles », localisées dans l'espace ou dans le temps comme les guerres, la construction de chemin de fer, la fabrication de la « chicha », l'exploitation des mines. Le rôle des secondes, s'il est ponctuel, a pu être déterminant dans la rupture d'un équilibre précaire entre la population locale et la disponibilité de ses ressources. Comme facteur externe,

il a provoqué, augmenté ou accéléré le moment et la taille de la rupture, entraînant un déséquilibre irréversible, rapide et brutal dans l'exploitation des ressources écologiques et forestières en particulier.

Il nous semble vital de connaître les véritables raisons de la déforestation des Andes, phénomène ancien et complexe, par souci d'éthique et pour adapter nos actions de développement forestier et agroforestier, sur le plan technique et social, dont le monde paysan andin, indien – trop souvent marginalisé – a tant besoin. A présent, il existe beaucoup de projets de reboisement dans les

Andes, depuis le Venezuela jusqu'au Chili, en passant par la Colombie, l'Equateur, le Pérou, la Bolivie et l'Argentine. Malheureusement, à part quelques rares exceptions, ils ne tiennent pas assez compte des bouleversements historiques et écologiques de ces zones (évolution botanique et floristique, dynamique climatique, zootechnique, agricole et humaine) pour les intégrer dans leurs propositions techniques et sociales. C'est souvent l'une des causes les plus importantes, et les plus sous-estimées, des échecs de ces programmes forestiers dans les conditions rudes des Andes. □

Remerciements : mes remerciements les plus sincères vont aux nombreux paysans qui m'ont appris à observer les espaces andins à travers les modes d'utilisation qu'ils leur donnent ; à E. BOLLE PICARD pour son appui dans mes recherches bibliographiques, à D. GOITIA et G. RODRIGUEZ qui m'ont aidé à préciser mes visions et mes perceptions sur les réalités écologiques et sociales de Cochabamba. Enfin, cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet de coopération soutenue par la coopération technique suisse.

▷ Michel SCHLAIFER
30, rue Henri Faisans
PAU (France)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANSION J., 1986.

El árbol y el bosque en la sociedad andina. Amodo de prólogo... Apuntes sobre la deforestación en la Sierra del Perú, Lima, Pérou, Proyecto F.A.O./Holanda/INFOR.

BOURLIAUD J., RÉAU R., MORLON P., HERVÉ D., 1986.

Chaquitacla, stratégie de labour et intensification en agriculture andina. Techniques et cultures (7) : 181-225.

BRUSH S., 1987.

Tipos de acceso a la verticalidad de los pisos altitudinales agrícolas de los Andes Centrales. In : Die tropischen Anden, W. Lauer, W. Erlenbach, Bonn, Allemagne, Geografische Rundschau, p. 39-76.

CÁRDENAS M., 1989.

Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Bolivie, Editorial Los Amigos del Libro, 333 p.

CAVIEDES C. N., WAYLEN P. R., 1987.

El Niño y crecidas anuales en los ríos del Norte del Perú. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos. XVI (1-2) : 1-9.

CEDLA, 1987.

Resumen de la realidad nacional. Cochabamba, Bolivie, CEDIB.

COBO B., [1653], 1956.

Historia del Nuevo Mundo. Madrid, Espagne, Biblioteca de Autores Españoles, 439 et 515 p.

DALENCE J. M., [1848], 1975.

Bosquejo estadístico de Bolivia. La Paz, Bolivie, Universidad Mayor de San Andrés, 254 p.

DOLLFUS O., LAVALLEE D., 1973.

Ecología y ocupación del espacio en los Andes tropicales durante los últimos veinte milenios. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos. II (3) : 75-92.

DOLLFUS O., 1981.

El reto del espacio andino. Lima, Pérou, Instituto de Estudios Peruanos, coll. Perú Problema 20, 141 p.

FRANCOU B., PIZARRO L., 1985.

El Niño y la sequía en los Altos Andes Centrales : (Perú y Bolivia). Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos. Vol. XIV (1-2) : 1-18.

GADE D., 1975.

Plants, man and the land in the Vilcanota Valley of Peru. La Haya, Pays-Bas, Junk, 240 p.

HAENKE T., [1798], 1909.

Introducción a la historia natural de la provincia de Cochabamba. La Paz, Bolivie, Sociedad Geográfica, 352 p.

IMESON A. C., Vis M., 1983.

Los procesos de erosión bajo bosque en suelos de cenizas volcánicas. In : Cordillera central colombiana, transecto Parque Los Nevados ; Studies on tropical Andean ecosystems. J. Cramer éd., Bogota, Colombie, Ed. Vaduz, p. 88-110.

INE, 1989.

Bolivia en cifras. La Paz : Instituto Nacional de Estadística, 411 p.

LIZARRAGA R. de, [1608], 1968.

Descripción breve de toda la tierra del Perú, Tucumán, Río de la Plata y Chile. Madrid, Espagne, Biblioteca de Autores Españoles, 348 p.

MORLON P., 1987.

Del clima a la comercialización : un riesgo puede ocultar otro. Ejemplos sobre el Altiplano peruano. *Agricultura y Sociedad*. 45 : 133-182.

MORLON P. (Coord.), 1992.

Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes Centrales. Pérou, Bolivie. Paris, INRA, 522 p.

MURRA J. V., 1975.

Formaciones económicas y políticas del mundo andino. Lima, Pérou, Instituto de Estudios Peruanos, 339 p.

D'ORBIGNY A. D., [1844], 1958.

Viaje a la América Meridional. Viajes y viajeros. Viajes por América del Sur. Tomo 3. Madrid, Espagne, Aguilar, p. 13-920.

ORLEANS y BRAGANZA L., 1908.

Impresiones de viaje. Cochabamba, Bolivie, El Heraldo n° 5239 de Enero 1908.

ORTLIEB L., MACHARÉ J., 1989.

Evolución climática al final del Cuaternario en las regiones costeras del Norte Peruano : breve reseña. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*. XVIII (2) : 143-160.

PULGAR VIDAL J., 1987.

Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales del Perú. Lima, Pérou, Ed. Universo, 244 p.

RIVERO R., 1919.

Resumen de la Memoria del Presidente del Consejo Municipal de 1918, Sr. Ramón Rivero. Cochabamba, Bolivie, El Heraldo n° 8292 del 22/01/1919.

SANTA CRUZ PACHACUTI YAMQUI, SALCAMAYHYA J. de, [1613], 1968.

Relación de antigüedades deste reino del Perú. Madrid, Espagne, Biblioteca de Autores Españoles, p. 281-319.

SHERBONDY J. F., 1986.

Mallki : ancestros y cultivo de árboles en los Andes. Lima, Pérou, Proyecto F.A.O./Holanda/INFOR, Documento de trabajo n° 5, 24 p.

SOLARES S. H., 1990.

Historia, espacio y sociedad. Cochabamba 1550-1950 : formación, crisis y desarrollo de su proceso urbano. Cochabamba, Bolivie, Alcaldía Municipal, Centro de Investigación y Desarrollo Regional y Instituto de Investigaciones de Arquitectura, 416 p.

SOTOMAYOR VALDÉS R., 1874.

Estudio histórico de Bolivia bajo la administración del General D. José María de Achá. Santiago, Chili, Imprenta Andrés Bello, 551 p.

TROLL C., [1931], 1980.

Las culturas superiores andinas y el medio geográfico. *Allpanchis*. 15 : 3-55.

UGARTE A. de, 1883.

Estado del cielo en Cochabamba : la sequía. Cochabamba, Bolivie, El Heraldo du 03/01/1883 et du 18/01/1883.

UGARTE A. de, 1884.

Estudio sobre el clima de Cochabamba. Cochabamba, Bolivie, 14 de septiembre n° 91 du 11/12/1884.

URQUIDI G., 1954.

Monografía del Departamento de Cochabamba. Cochabamba, Bolivie, Imprenta Tunari, 366 p.

USSELMANN P., 1987.

Un acercamiento a las modificaciones del medio físico latinoamericano durante la colonización : consideraciones generales y algunos ejemplos en las Montañas Tropicales. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos* XVI (3-4) : 127-135.

VIEDMA F. de, [1788], 1969.

Descripción geográfica y estadística de la Provincia de Santa Cruz de la Sierra. Cochabamba, Bolivie, Ed. Los Amigos del Libro, 368 p.

WACHTEL N., 1990.

Le retour des ancêtres. Les Indiens Urus de Bolivie. XX^e-XVI^e siècles. Essai d'histoire régressive. Paris, France, Gallimard, 689 p.

R É S U M É

LES CAUSES DE LA DÉFORESTATION DANS LES ANDES Une vision technique, historique et socio-culturelle à Cochabamba, Bolivie

Ce travail présente les résultats de trois ans d'observations de terrain, d'enquêtes auprès des paysans, complétées par une révision bibliographique. Grâce à une reconstitution historique, sociale et culturelle, il essaie de montrer la dynamique régressive de la végétation andine, en particulier à Cochabamba, en Bolivie. Les forêts reliques, les documents des chroniqueurs, des explorateurs et les travaux actuels des chercheurs permettent d'imaginer les types de boisements qui existaient dans le passé. En partant d'une analyse des modes d'utilisation de l'espace par les sociétés qui ont peuplé les Andes, depuis la préhistoire jusqu'à notre époque, cette étude procède à une interprétation des causes de la déforestation. Ainsi, les effets de l'augmentation de la population, la pression du bétail, le rôle des mines, la construction des chemins de fer sont-ils analysés sous l'éclairage de leur influence sur la végétation indigène. Les implications de la fabrication de la « chicha », du foncier et des nombreuses guerres sur la dégradation de l'environnement sont aussi prises en compte. La connaissance des éléments du passé amènent, en conclusion, à présenter de futures pistes de travail, techniques et sociales, pour réduire ou contrecarrer la déforestation.

Mots-clés : Espèces indigènes. Déforestation. Utilisation de l'espace. Andes. Bolivie. Cochabamba.

A B S T R A C T

CAUSES OF DEFORESTATION IN THE ANDES An historical, technical and socio-cultural vision in Cochabamba, Bolivia

This paper presents the results of field observations and informal conversations with the local « campesinos » over a period of three years supplemented by a bibliographic revision. Through an historical, social and cultural reconstruction, it tries to demonstrate the regressive dynamic of the Andean vegetation, more especially in the Cochabamba region, Bolivia. The remaining woods, the chronicles, the explorer's relations and the results of the researchers let us imagine how the vegetation could be. An analysis of the human use of the rural land spaces by the Andean societies, from prehistory to our time, is the basis of the interpretation of the causes of deforestation. Population increase, pressure of the livestock, the role of the mines, the construction of the railways and their influences on native vegetation, are analysed. The effects of chicha trade, of land tenure and of the numerous wars on the environmental degradation are also considered. In conclusion, this knowledge contributes to developing ideas of future technical or social interventions to restrain or reverse deforestation.

Key words : Native species. Deforestation. Human use of the rural land spaces. Andes. Bolivia. Cochabamba.

R E S U M E N

LAS CAUSAS DE LA DEFORESTACION EN LOS ANDES Una visión técnica, histórica y socio-cultural en Cochabamba, Bolivia

El presente estudio suma los frutos de tres años de observaciones de campo y de encuestas con los campesinos a una revisión bibliográfica. Intenta presentar, mediante una reconstitución histórica, social y cultural, la dinámica regresiva de la vegetación andina, en particular en Cochabamba, Bolivia. Las huellas de los bosques relictos, los documentos de los « Cronistas », de los exploradores y los trabajos actuales de los investigadores nos permiten imaginar los tipos de bosques que existían antes. A partir de un análisis de los modos de uso del espacio por las sociedades que han poblado los Andes, desde la prehistoria hasta nuestra época, se interpreta las causas de la deforestación. Así, se analizan los efectos del aumento de la población, la presión del ganado, el papel de las minas, la construcción de los ferrocarriles desde el ángulo de sus influencias sobre la vegetación nativa. También se consideran las implicaciones de la fabricación de la chicha, de la tenencia de la tierra y de las numerosas guerras, con el medio ambiente y su degradación. El conocimiento del pasado lleva, en conclusión, a plantear elementos de trabajos futuros, técnicos y sociales para disminuir el proceso de deforestación.

Palabras claves : Especies nativas. Deforestación. Uso del espacio. Andes. Bolivia. Cochabamba.

SYNOPSIS

CAUSES OF DEFORESTATION IN THE ANDES

An historical, technical and socio-cultural vision in Cochabamba, Bolivia

MICHEL SCHLAIFER

In the mesothermic valleys and the high areas of Central Bolivia, there are now few substantial stands of native species. Remaining woods of kewiña (*Polylepis sp.*), aliso (*Alnus acuminata*) or algarrobo (*Prosopis juliflora*) and the dispersion of other native species like kiswara (*Buddleja sp.*), thola (*Baccharis sp.*), jarka (*Acacia visco*), chacatea (*Dodonea viscosa*), etc., represent only a small part of the trees and shrubs used by the Andean societies before, during and after the Inca empire.

THE EVIDENCE FOR EXTENSIVE FORESTS IN FORMER TIMES

DOLFUS and LAVALLEE (1973) indicated how the first hunters lived in different ecological levels according to the seasons, from the Pacific Coast to the high « puna ». Murra (1975) developed the theory of « the control of a maximum of ecological levels » in Andean societies as an old strategy to complement different space use models of agricultural production. They all mentioned the presence and the exploitation of the mountain forests.

In the temple of Cuzco, Santa Cruz, Pachacuti Yamqui's drawing shows a representation of the Inca's cultural world. A tree (« mallqui » in quechua) is associated with the sun, the moon, the stars, man, woman, etc. In the former Andean society, the tree symbolizes a bridge between the subterranean world (« Hurin Pacha »), the actual world (« Kay Pacha ») and a path to the gods in the sky (« Hanan Pacha »). A mythology based on trees and forests existed in the old Andean societies and may persist in certain areas, even if it is little known. There are two words for tree in quechua : « mallqui » refers to cultivated tree and « sacha » is for the sylvan tree. It shows us that the ancients used the natural forests as much as planted trees.

The painting of the « Virgin's Coronation », in Potosi, illustrates the integration into indigenous beliefs (the « Pachamama », Mother Earth) of Christian elements. It

shows among others things a local mountain covered with native species. This « Cerro Rico » is now completely devoid of vegetation.

THE CAUSES OF THE DEFORESTATION PROCESS

The presence of Man dates from 20,000 B.C. in the Andes. The first sedentary farmers and nomadic shepherds (8,000 to 5,000 B.C.) domesticated plants and animals without needing to open up the forests because of the availability of land. From 2,000 to 1,000 B.C., as the population increased and as the techniques in agriculture progressed, felling took place and man-induced forest fires occurred. The « Wari-Tihuanacu » complex (700 A.D.) improved agricultural practices and used different ecological levels. During the second half of the XVIIth century, the extension of the « Tawantinsuyu », or Inca State, intensified rural land use in Cochabamba, with ploughing technologies and agrarian strategies. The degradation of natural resources increased through this intensification and overgrazing of thousands of llamas.

With the Spanish conquest, in 1530, the environmental effects intensified and changed. The rural population settlement norms imposed by the Spanish (« reducciones », « encomiendas » or « haciendas ») concentrated the exploitation in smaller but more intensively exploited areas. Part of the strategy of the different ecological levels was lost as Cochabamba was transformed into maize and wheat centres to supply the mines. Outside of the phenomenon of the creation of towns, the peasants were pushed back to the marginal soils, to the slopes of the « Cordilleras ». The deforestation of fragile areas began as fields were opened up for new crops and as the land tenure system operated as an agent of social differentiation. Moreover the increasing consumption of wood for cooking or building is testimony that in Spanish house they burned in one day the same quantity

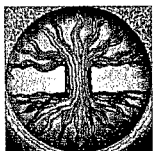
of firewood that a Quechua household needed in one month. Different authors explain how the colonial architecture needed more wood. Certainly, the role of the mines in deforestation is less significant. Potosi, as the first big modern mining complex, used the wood from the locality as props for galleries. But the fuel most used seemed to be the « takia », or llama manure.

With national independence in 1825, the situation inherited was very bleak. River flooding, erosion in the Cordilleras, disappearance of native species and exploitation of the forests provoked indignation. At the end of the XIXth century, the construction of the railways was also a big consumer of wood, for sleepers and for firewood.

Another cause of deforestation was the production of « chicha », the traditional maize drink. The manufacture of « chicha » is a long process (more than one day). So, the consumption of firewood or charcoal is very high. Moreover the cooking stoves used are energy inefficient. For example, in 1986, the consumption of wood in the « chicha » factories reached 39,600 tons, about 10 % of the total consumption of wood in Cochabamba.

In conclusion, two types of fundamental reasons for deforestation can be differentiated : structural reasons (Andean ecological conditions, population and livestock increase) which are continual, permanent and general ; and conjunctural reasons (« chicha » trade, mines, railways, wars, etc.) which are more limited in space or time and are more « accidental ».

At present, many forestry projects are developing their technical practices in the Andes. However, except on rare occasions, they do not consider and analyze sufficiently the ecological, historical or cultural conditions in order to integrate them in the proposals. The collaboration and sharing of experiences between different professional disciplines are necessary to orient technical and social actions according to the local realities.



AU III^e COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L'ARBRE QUI S'EST TENU À MONTPELLIER DU 11 AU 16 SEPTEMBRE 1995 L'ARCHITECTURE FAIT ÉCOLE

L'arbre peut être considéré soit comme un élément constitutif d'un ensemble plus complexe qu'est la forêt, soit comme un individu ayant une vie interne, une forme et une taille propres. Ainsi, trois colloques internationaux se sont tenus à l'Institut de Botanique de l'université de Montpellier en 1985, 1990 et 1995 pour faire le point des recherches sur l'arbre. Le nombre élevé des participants (plus de 200) et des pays représentés (25 au dernier colloque) montre la vitalité des recherches sur l'arbre.

Il est intéressant de noter l'évolution des sujets abordés depuis le premier colloque. L'architecture et la morphogenèse peuvent être considérées comme le point de départ de ces colloques, avec respectivement en 1985, 10 et 12 communications sur un total de 33, et seulement 3 communications consacrées à la physiologie. Dix ans plus tard, l'architecture et la morphogenèse restaient présentes, mais près de la moitié des 46 communications concernaient la physiologie de l'arbre.

La participation de nombreux professionnels, élagueurs ou gestionnaires des parcs et jardins des grandes villes, soulignait l'importance des recherches sur l'arbre, non seulement sur le plan scientifique mais aussi en raison des besoins de la profession.

Les travaux des professeurs HALLÉ et OLDEMAN sur l'architecture des arbres tropicaux,

publiés en 1970, sont bien connus. Les recherches se sont ensuite poursuivies, avec la découverte du phénomène de réitération décrit par OLDEMAN en 1974, puis la notion de plan d'organisation de l'arbre définie par EDELIN en 1990. Tous ces travaux précisent ce qui peut être considéré comme l'architecture des arbres. Ce fut d'abord un travail d'observation et de classification des formes : morphologie et morphogenèse. On faisait un portrait plutôt qu'un modèle, nous dit OLDEMAN.

Cette approche descriptive qualitative a servi de base à une étude quantitative de la croissance, menée par le laboratoire de modélisation des plantes (AMAP) du CIRAD. Il s'agit, en partant de la connaissance de l'architecture d'une plante, d'établir des algorithmes permettant de reproduire fidèlement sa croissance et son développement. Croissance primaire, mais aussi croissance secondaire avec une évolution des travaux vers la modélisation de la répartition des assimilats.

La rencontre des mécaniciens et des biologistes, qui conduit à la biomécanique des plantes, ouvre d'autres champs de recherche sur les forces en jeu à l'intérieur d'un arbre et sur leur évolution pendant la vie de l'arbre ou des tissus auxquels elles sont associées : la nature et le rôle du bois de réaction, les conséquences de la maturation du bois, les caractéristiques du bois juvénile sont du

domaine de la biomécanique. Ces travaux, auxquels contribuent notamment les équipes dirigées par B. THIBAUT au C.N.R.S. et au CIRAD-Forêt, bénéficient également de l'éclairage apporté par l'architecture des arbres, par exemple à propos de la distribution du bois de réaction à la base des complexes réitérés.

En physiologie, deux thèmes importants ont été abordés : l'eau et l'allocation des ressources.

Le professeur BORY (université de Paris VII) a présenté une communication sur la répartition des assimilats à l'intérieur d'un arbre. Il aboutit à un schéma très remarqué qui montre que le concept de réitération, formulé dans le cadre de l'architecture des arbres, peut aussi convenir pour décrire la répartition des assimilats. Ainsi la physiologie et l'architecture des arbres peuvent-elles se rejoindre, et ce colloque était une bonne occasion de le faire sa-

voir. D'autres travaux sur la redistribution des polluants ou sur la circulation de l'eau progressent également.

La mise en commun des résultats de travaux aussi variés n'a pas manqué de poser la question d'une harmonisation des termes employés. Ce genre de colloques a pour rôle, en effet, de mettre en évidence de tels besoins et de stimuler la recherche d'un langage commun.

Ainsi, l'intérêt de l'arbre comme thème fédérateur et la fécondité de l'approche architecturale ont-ils permis à l'Institut de Botanique de réunir de nombreux scientifiques dont les travaux, souvent très spécialisés, sont aussi complémentaires. Rendons hommage à cet Institut, qui a rendu possibles de telles rencontres.

Le quatrième colloque sur l'arbre se tiendra en principe en septembre 2000.

François GRISON



Vue d'ensemble des participants au Colloque sur le perron de l'Institut de Botanique de Montpellier.

Group photo of delegates at the conference on the steps of the Botanical Institute in Montpellier.