

Un patrimoine naturel assez peu connu: la forêt des brouillards, ou forêt subtropicale de montagne.

Contribution à l'inventaire des forêts naturelles dans les Andes équatoriennes.

A. Jacques de Dixmude

Keywords: Native forests - Forest management - Agroforestry - Silvo-pastoral systems

Résumé

L'association écologiste équatorienne "Grupo Ecológico Tierra Viva" mène depuis 1989 le projet "Bosques Nativos", qui a pour objectifs:

1) identifier et inventorier les forêts naturelles andines du sud de l'Equateur.

2) mener des essais de méthodes et de techniques de gestion durable et équilibrée du milieu par des systèmes agro-silvo-pastoraux.

3) développer une activité de consultance, de diffusion et de conscientisation en matière de protection de la nature.

L'environnement andin se caractérise par le fait que, plus que partout ailleurs, les caractéristiques du milieu sont régies par un très net gradient vertical, ou altitudinal. La situation de ces régions dans la zone intertropicale permet un développement de formes de vie très variées jusqu'à des altitudes fort élevées (plus de 5000 m).

Les forêts des brouillards proprement dites s'étendent de 1000 à 3000 mètres.

Leur développement et leur physionomie sont engendrés par une très forte et constante humidité de l'air, due à l'accumulation contre la colossale barrière que constitue la Cordillère des Andes, des nuages produits, à l'est, par l'immense bassin amazonien, à l'ouest, par l'Océan Pacifique.

De 1989 à 1991, le Projet "Bosques Nativos" a réalisé des inventaires sur trois vastes territoires du sud de l'Equateur.

Les inventaires ont été réalisés sur des échantillons de parcelles d'un hectare chacune, réparties sur les zones à étudier, de manière à ce que chaque vallée ou sous-vallée soit représentée, ainsi que chaque étage altitudinal.

Ces inventaires ont surtout une orientation forestière, en ce sens que seuls les arbres adultes, dont le diamètre à 1,50 m du sol dépasse 10 cm, en font l'objet. Outre l'identification des espèces, diverses données qualitatives ou quantitatives sont prises en compte, de façon à pouvoir en tirer des interprétations quant à la diversité floristique et à la complexité structurelle, ces informations devant servir de base par la suite à l'élaboration de plans de gestion conservatrice de ces vastes aires.

Summary

"Tierra Viva", an Ecuadorian ecologist association have developed the "Bosques Nativos" Project since 1989, the purpose of which is:

1) to identify and to inventory andean native forests in Southern Ecuador;

2) to experiment methods for a sustainable and balanced forest management, e.g., agroforestry, silvo-pastoral systems;

3) to develop a consulting and educational activity about nature conservancy.

What characterizes the Andean environment is that the ecological factors mainly depend on an obvious altitudinal gradient.

The ubication of this region within the intertropical zone allows a development of very diverse forms of life, up to very high altitudes (above 5000 m).

The cloudforests stretch between 1000 and 3000 m.

Its development and its physiomy are produced by a very strong and constant humidity, which is due to the accumulation of clouds against the colossal barrier of the Andes. These clouds come from the huge Amazon basin in the East, or from the Pacific Ocean in the West.

From 1989 to 1991, the "Bosques Nativos" Project carried out inventories in three areas in Southern Ecuador.

The inventories were made on 1 ha - sample parcels, dispersed throughout the studies areas, so that each valley or subvalley would be represented, as well as each altitudinal floor.

These inventories mainly have forestal orientation: they only involve the adult trees, the diameter of which is superior to 10 centimeter at 1.50 meter from the ground. Besides species identifying, several qualitative and quantitative data are considered, to be able to get interpretation about floristic diversity and structural complexity.

All this information should be the base of developing criteria for protection and type of forest management which is needed in these wide areas.

Introduction

Le projet "Bosques Nativos" fut lancé en 1989, à l'initiative de l'organisation écologiste "Tierra Viva", association équatorienne de défense de l'environnement et de la qualité de la vie (Amis de la Terre-Equateur). Dès sa conception, il poursuivra trois objectifs principaux:

1) identifier et inventorier les forêts andines naturelles, primaires et secondaires, des provinces de Cañar et d'Azuay (sud de l'Equateur), au niveau de leur extension géographique aussi bien qu'à celui de leur composition floristique et de leur structure.

2) mener des essais de méthodes et de techniques de gestion durable et équilibrée du milieu par des systèmes agrosylvo-pastoraux.

3) développer une activité de consultance, de diffusion et de conscientisation en matière de protection de la nature.

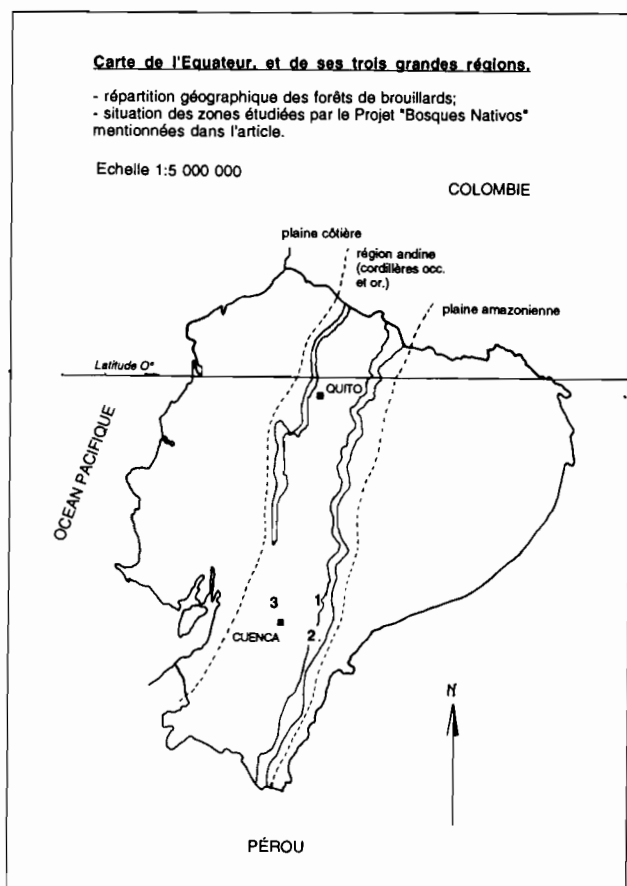
Le présent article expose les travaux effectués pour la réalisation du premier objectif cité.

Pour la réalisation de ses activités, le projet "Bosques Nativos" a bénéficié des aides suivantes:

- Agency for International Development (E-U);
- Centre de Liaison pour l'Environnement (International);
- Fondation Timon/Association pour le Développement par la Recherche et l'Action Intégrée (Belgique);
- Unidad de Manejo de la Cuenca del Río Paute (Equateur);
- Empresa Eléctrica Regional Centro Sur (Equateur).

Le milieu

La cordillère des Andes traverse l'Equateur du nord au sud, et différencie ainsi le pays en trois grandes régions: la plaine côtière, la région andine, et la plaine amazonienne. Les Andes, en Equateur, se résument en fait à deux chaînes parallèles, séparées par un long et mince haut-plateau, où l'occupation humaine est très ancienne et se traduit par une densité de population assez forte.



Ceci explique qu'en pays andin, il existe très peu d'écosystèmes naturels considérés comme primaires: ce sont principalement des forêts peuplant les hauts de vallées, du moins, les rares massifs d'une certaine ampleur, ainsi que celles tapissant encore les versants externes des cordillères

(côté ouest, vers l'océan Pacifique et, surtout, côté est, vers l'Amazonie). Ces forêts ne doivent leur subsistance qu'à leur position difficile d'accès. Souvent même, elles aussi, connaissent la présence humaine depuis assez longtemps; elles subissent donc inévitablement des interventions, mais celles-ci sont limitées et extensives, de sorte que ni leur composition ni leur mode de fonctionnement n'en sont altérés. Cette situation tend cependant à disparaître, car la pression humaine ne cesse de s'accroître, et ces ultimes forêts continuent de reculer devant la frontière agricole.

L'environnement andin se caractérise par le fait que, plus que partout ailleurs, les caractéristiques du milieu sont régies par un très net gradient vertical, ou altitudinal. La situation de ces régions dans la zone intertropicale permet un développement de formes de vie très variées jusqu'à des altitudes fort élevées (plus de 5000 m).

Vu la grande différence d'altitude, on peut distinguer, de manière globale, plusieurs étages successifs:

- en-dessous de 1.000 mètres, on est encore en climat tropical, et la forêt s'apparente plutôt au groupe des forêts ombrophiles; c'est dans ce genre de forêt que l'on rencontre la plus grande biodiversité au monde;
- de 1.000 à 3.000 mètres: forêt subtropicale de montagne, appelée aussi forêt andine mésothermique ou submésothermique, c'est-à-dire, la "**forêt des brouillards**"; de par l'existence de vallées-"couloirs", la partie inférieure peut subir une certaine influence tropicale venant des régions plus basses. Selon les auteurs, ce groupe se subdivise en des sous-groupes, plus ou moins finement étagés, en fonction, soit de la température moyenne (donc de l'altitude), soit de la situation géographique (cordillère orientale ou occidentale, nord ou sud de l'Equateur).

Contrairement aux forêts ombrophiles de plaine, la pluviosité n'est pas diluvienne (1000 à 2000 mm/an) dans ces forêts. Leur développement et leur physionomie résultent d'une très forte et constante humidité de l'air, due à l'accumulation contre la colossale barrière que constituent les cordillères andines, des nuages produits, à l'est, par l'immense bassin amazonien, à l'ouest, par l'Océan Pacifique.

Ces forêts sont caractérisées, surtout, par l'enchevêtrement d'un nombre incalculable de plantes lianeuses ou épiphytes (broméliacées, orchidacées, fougères, sélaginelles, mousses, ...). La lutte pour la lumière n'est pas aussi acharnée qu'en forêt pluviale; la canopée forestière n'étant pas aussi dense, cela permet l'existence d'un sous-bois assez touffu.



Photo 1: Les forêts de brouillard se caractérisent par un nombre incroyable de plantes épiphytes, principalement des broméliacées et des orchidacées, et des mousses; A. Jacques de Dixmude

La carte montre la répartition globale de ce type de forêt en Equateur. Il faut y ajouter un grand nombre d'îlots encore existants dans la partie australe de la cordillère occidentale ainsi que dans le plateau inter-cordillères, mais trop petits et trop dispersés pour figurer sur cette carte.

- de 3.000 à 3.400 mètres: zone de transition, allant de la forêt basse à la lande arbustive, dénommée "ceja andina" (le "sourcil" andin).
- de 3.400 à 4.200 mètres: lande microthermique, nommée "pajonal" pour sa forte dominance par quelques espèces de graminées (de l'espagnol "paja" qui veut dire paille), ou encore "páramo", mot espagnol se référant surtout à la géomorphologie et à la physionomie de la zone: haut-plateau au relief peu à moyennement prononcé excepté quelques saillies rocheuses, à paysage de type ouvert (sans arbre); étant soumise à un élevage extensif et à des rajeunissements réguliers par le feu, la majeure partie de ces landes est semi-naturelle; il semble donc que les forêts au-dessus de 3.400 mètres, actuellement réduites à des massifs de petite étendue dispersés dans les creux et les ravins plus abrités, devaient être originellement beaucoup plus importantes;
- de 4.200 à 4.600 mètres: géomorphologiquement parlant, c'est l'étage supérieur du páramo, où la végétation, réduite à une steppe semi-désertique, fait place à des parois rocheuses ("rocales") et à des plages sableuses ("arenales"). Petit à petit, on entre dans le monde purement minéral.
- au-dessus de 4.600 mètres: étage altiandin; zone de gel permanent, présence de névés, absence de toute végétation.

Bien entendu, en plus de cette division théorique, l'étage andin inférieur (1.000-3.000) est l'objet d'un taux plus ou moins considérable d'intervention humaine: habitat (plutôt de type dispersé, mais présence aussi de quelques grandes villes), champs cultivés (maïs, haricot, fève, orge, pomme de terre), prairies permanentes (élevage bovin, ovin), jachères.

La méthodologie

1) Approche conceptuelle

On admet généralement qu'une grande richesse spécifique donne une grande valeur écologique à un écosystème, tant pour l'intérêt scientifique que celui-ci constitue, que pour le degré de complexité qu'il atteint.

Cette richesse spécifique, donc cette complexité, signifie, à notre sens, trois concepts:

- un concept de fragilité de l'écosystème;
- un concept, par contre, de polyvalence de celui-ci, ce qui le rend supposément plus apte à endurer des circonstances défavorables, ainsi que de récupérer son intégrité après tout accident naturel qui puisse se passer;
- un concept de proximité par rapport au stade climax, c'est-à-dire, à l'état final, en équilibre dynamique, atteint après une plus ou moins longue succession de formations végétales en un lieu donné, comme étant la meilleure réponse que puisse donner une biocénose aux conditions physico-chimiques offertes par l'environnement en ce lieu.

Nous avons considéré la composition floristique, d'une part,

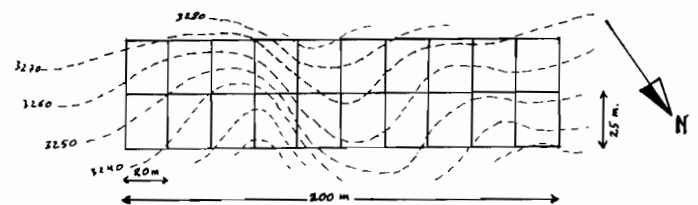
et la structure de la forêt, d'autre part, comme deux critères essentiels, non seulement pour évaluer la valeur écologique (richesse spécifique, complexité), mais aussi pour en planifier ultérieurement la gestion.

2) Inventaire

Pour faire l'évaluation de la composition et de la structure des forêts andines, nous avons suivi la méthode d'inventaire suivante.

Nous choisissons un certain nombre de parcelles, d'un hectare chacune, réparties de manière à ce que chaque principale vallée ou sous-vallée de l'aire à étudier soit représentée, ainsi que chaque étage altitudinal. Il s'agit donc d'un échantillonnage assez extensif, en raison de l'étendue des zones de travail (de 2.300 à 75.000 ha).

Sur le terrain, une fois choisi l'emplacement d'une parcelle, on procède au traçage de 20 sous-parcelles juxtaposées, de 500 m² chacune, selon le schéma ci-dessous.



Lorsque ce travail est réalisé, on passe à l'inventaire proprement dit: tous les arbres dont le DHP (Diamètre à la hauteur de la poitrine, c'est-à-dire à 1,50 m du sol) est supérieur à 10 centimètres sont identifiés, notés et comptés.

Les données qualitatives et quantitatives figurant dans le carnet de terrain sont:

- numérotation de la sous-parcelle (1 à 20);
- pour chaque sous-parcelle, moyenne de la pente, et exposition;
- numérotation de chaque arbre rencontré (de DHP > 10 cm);
- détermination de la famille, du genre, de l'espèce;
- mesure de la DHP (en cm);
- attribution de la position sociale relative de l'arbre (strates supérieure, moyenne, ou inférieure);
- mesure de la hauteur moyenne pour chaque strate (en m); dans chaque sous-parcelle;
- évaluation qualitative du fût (1 = bon port et bon état, 2 = moyen, 3 = mauvais); c'est une approche de l'intérêt sylvicole que l'arbre peut présenter.

En cas de nécessité, notamment de doute dans l'identification des taxons, on ajoute quelques notes organographiques. Dans la mesure du possible, on collecte pour chaque taxon des échantillons de rameaux, de feuilles et de fleurs/fruits pour la constitution d'un herbier.

Comme autres informations sont répertoriées les observations suivantes:

- numérotation des arbres à souche pluritroncale;
- numérotation des arbres morts, sur pied ou couchés;
- numérotation des fougères arborescentes genres *Cyathea sp.* ou *Blechnum sp.*; celles-ci, bien que dépassant parfois le diamètre de 10 cm, ne sont pas considérées comme arbres et n'entrent donc pas en ligne de compte

dans l'inventaire semi-quantitatif.

- notes sur l'aspect du sous-bois: strate buissonnante, strate herbacée, strate épiphyte.
- 5 sous-parcelles sont choisies au hasard parmi les 20, pour y procéder à un inventaire de la régénération: sur un carré de 2 m x 2 m, on y détermine les espèces arborescentes dont la hauteur ne dépasse pas 1,30 m.

3) Interprétation

Lors de l'interprétation des données quantitatives, on prend en compte les paramètres suivants:

- aire minimale de diversité spécifique, c'est-à-dire la superficie à partir de laquelle, pour une augmentation de 10% de celle-ci, le nombre d'espèces nouvelles supplémentaires est inférieur à 10% du nombre atteint;
- degré de mélange: $\frac{\text{Nombre d'espèces}}{\text{Nombre d'arbres}} \times 100$;

- abondance -> absolue = Nombre d'arbres par espèce;
-> relative = $\frac{N_i \text{ arbres/espèce}}{N_i \text{ total d'arbres}} \%$

- fréquence -> absolue = $\frac{NP_i}{NP} = \frac{\text{Nombre de sous-parcelles où s'observe l'espèce } i}{\text{Nombre total de sous-parcelles (=20)}} \%$

- section du tronc à 1,50 m du sol (calculée d'après le DHP);

- dominance -> absolue = $\sum A_{bi}$ = somme des sections troncales individuelles de tous les arbres de l'espèce i
-> relative = $\frac{D_i}{\sum D_i}$ = dominance absolue de l'espèce i
somme des dominances de toutes les espèces;

- histogrammes du nombre d'arbres en fonction des classes de DHP (10-20, 20-30, 30-40, etc...), et en fonction de leur position sociale relative (1, 2 ou 3).

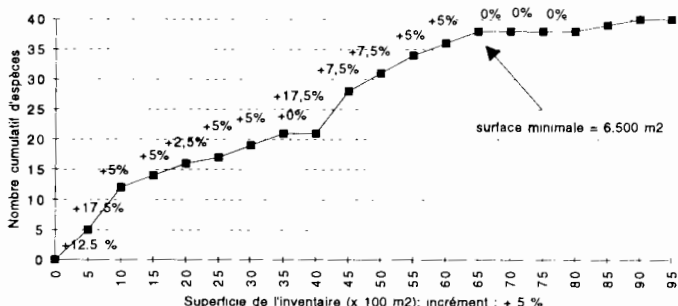


Figure 1. - Exemple de courbe de diversité spécifique et de détermination de la surface minimale de diversité, pour la parcelle "Río Pulpito-moyen".

- autres paramètres semi-quantitatifs:
 - > % d'arbres appartenant à chaque strate;
 - > % d'arbres appartenant à chaque catégorie de qualité du fût;
 - > % d'arbres morts par rapport aux arbres vivants;
 - > % d'arbres pluritroncax par rapport au nombre total d'arbres.

Dans l'interprétation des résultats, il est parfois utile de comparer des relevés entre eux. On peut ainsi déterminer quel

facteur est le plus important dans la ressemblance entre deux stations: la proximité géographique, l'effet "corridor" dû à l'appartenance à une même vallée, ou bien l'altitude. D'après les résultats obtenus, il semblera que c'est cette dernière qui l'emporte.

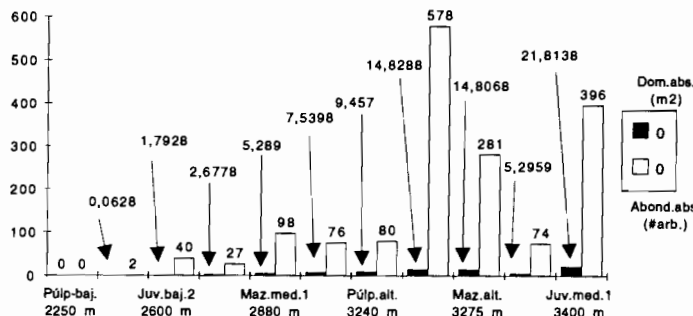


Figure 2. - Exemple de gradient d'abondance et de dominance en fonction de l'altitude; cas de *Weinmannia fagaroides*

Nous avons choisi deux façons d'approcher ce concept.

- > La première est simplement le nombre d'espèces communes aux deux parcelles;
- > La seconde - le coefficient de ressemblance - est plus élaborée, et s'obtient comme suit:

$$C_{dom} = \frac{\sum D_{ab}}{\sum D_a + \sum D_b} \quad \text{où :}$$

- C_{dom} = coeff. de ressemblance basé sur la dominance;
- $\sum D_{ab}$ = somme des dominances absolues des espèces communes aux deux relevés (a et b);
- $\sum D_a$ = somme des dominances absolues des espèces de la parcelle a;
- $\sum D_b$ = somme des dominances absolues des espèces de la parcelle b.

Les zones étudiées

- 1) Les bassins supérieurs des rivières Dudas, Mazar, Llavircay, Juval et Pulpito forment une zone qui couvre près de 74.500 hectares, dans la cordillère orientale. Cette zone est la plus vaste, et certainement la plus intéressante au point de vue de la biodiversité, des 19 zones déclarées zones forestières protégées, dans le bassin de la rivière Paute (5.100 km²), par le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage, qui a en charge la conservation des ressources naturelles.

Le bassin du Paute revêt une importance spéciale dans le pays par le fait que dans sa partie inférieure se trouvent le barrage et la centrale hydro-électrique *Daniel Palacios*, cette dernière fournissant près de 75% des besoins du pays en électricité.

Cependant, à cause de l'usage intensif de la terre dans cette région, et qui s'est considérablement accru par la pression démographique, on constate des taux d'érosion très élevés dans certaines parties du bassin (120 t/ha/an). En conséquence de quoi, chaque année des milliers de tonnes de sédiments, charriés par le Río Paute

et par ses principaux affluents, viennent petit à petit combler la retenue d'eau, menaçant de réduire considérablement la durée de vie de celle-ci.

La zone à étudier se trouve partagée entre les Provinces de Cañar et de Chimborazo et s'étend au nord de la retenue du Paute. Elle se compose de cinq vallées principales (voir plus haut) entrecoupant un vaste haut-plateau, lui-même dominé par des sommets rocheux et, parfois, enneigés. Elle va ainsi d'une altitude de 1.900 m (barrage) à 4.700 m (Cerro Soroche). Il est évident que l'objet même de l'étude, la forêt, concerne un étage qui ne dépasse pas 3.400 m, ce qui équivaut $\pm 30\%$ de la superficie de la zone.

- 2) Dans les années 70, la coopérative "Jima limitada", regroupant environ 20 agriculteurs du sud de la province d'Azuay, obtint l'adjudication d'un terrain de 2.372 hectares, arrosé par la rivière Tambillo, dans les contreforts externes de la cordillère orientale. Depuis quelques années, l'IERAC (Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y de Colonización) faisait pression auprès de la coopérative pour qu'ils défrichent et mettent la forêt en cultures, sous peine de la leur soustraire.

Cependant, suffisamment conscientisés sur le rôle écologique des forêts, surtout en terrain pentu comme l'est leur propriété, les membres de la coopérative ne souhaitent pas exécuter cet ordre n'importe comment. Ils s'adressèrent donc au projet "Bosques Nativos", et une convention de collaboration fut conclue, dont le but était de réaliser un diagnostic écologique de la zone, d'une part, et de conseiller la coopérative par des méthodes d'exploitation soutenue et des combinaisons agro-sylvo-pastorales, entre autres par des parcelles-pilotes, d'autre part.

Cette propriété est située dans la vallée du río Moriré, affluent du río Cuyes, lui-même se jetant dans le río Zamora, lequel ira, bien en aval, alimenter les eaux puissantes de l'Amazonie.

La zone connaît un relief assez mouvementé, aux vallées et sous-vallées étroites et profondes, dont les pentes des versants atteignent jusqu'à 60°. L'altitude va de 1.800 m à 3.500 m, ce qui permet l'existence d'une gamme assez variée d'écosystèmes différents, allant de la forêt subtropicale mésothermique des contreforts externes des Andes, au *graminetum* du páramo. La forêt est encore en grande partie primaire.

Les précipitations annuelles moyennes oscillent de 1.500 à 2.000 mmm, et la température diurne moyenne entre 12 et 18°C, selon l'altitude.

Ça et là, dans la forêt existent quelques parcelles défrichées atteignant 5-6 ha maximum, affectées à l'élevage extensif et/ou à la culture d'auto-subsistance (orge, maïs, fève, haricot).

- 3) La troisième zone d'étude est un ensemble de sous-vallées andines affluentes de la rivière Machángara, situées dans la cordillère occidentale, à 20 km au nord de

Cuenca. Le tout couvre environ 27.000 ha, et s'étend de 2.800 à 4.400 m d'altitude.

Cette zone jouit d'un état encore appréciable de conservation des milieux naturels, étant relativement peu densément peuplée et occupée surtout par des propriétés grandes et moyennes. Sur les 24.045 ha de la zone, 2.710 ha sont couverts de forêts pas ou peu altérées et 575 ha de forêts moyennement à fort altérées, ce qui donne respectivement 11,27% et 2,4% de la surface totale. Vu la haute altitude de cette zone (minimum 2750, maximum 4400), il est logique de constater que les 3/4 du territoire sont occupés par la lande de haute altitude (páramo).

Un important glissement de terrain survint 3 ans auparavant, dans une des vallées, ce qui causa de coûteux dommages aux installations hydro-électriques (destruction de canalisations, de routes d'accès au barrage, et arrêt prolongé de la production).

Cet événement mit bien sûr en évidence l'importance que tiennent les forêts natives dans le maintien du terrain, surtout en présence de pentes si fortes et, bien entendu, plus qu'ailleurs, dans un massif montagneux encore jeune et en fin de processus de formation que sont les cordillères des Andes.

De plus, la présence d'importants espaces naturels, dont certaines parties peuvent être considérées comme forêts primaires, à proximité de Cuenca, est devenue quelque chose de rare et mérite donc d'être préservée ou, pour le moins, gérée de manière rationnelle. Telles sont les raisons qui donnèrent lieu à une convention.

L'intérêt de cette convention est qu'elle implique une entreprise, privée à 50%, dans la conservation de l'environnement des vallées dont elle a plutôt pour mission d'exploiter le potentiel hydro-électrique. Ce n'est donc pas une société pour laquelle la protection de l'environnement et du patrimoine naturel constitue le centre d'intérêt, ni même la compétence. Cependant, cet inconvénient peut être compensé par le fait qu'il existe une certaine "bonne volonté écologique" dans le chef des dirigeants – ne fût-ce que pour conserver à l'entreprise une bonne image de marque vis-à-vis de la presse et de l'opinion publique – et que cette entreprise est bien implantée dans la région, possède une infrastructure assez efficace, emploie beaucoup de gens vivant et aval dans la même vallée, et la nature de ses installations lui rend évidente la nécessité de conserver un environnement naturel de qualité, garant d'une stabilité acceptable du terrain.

Les résultats

1) Forêts de Dudas-Púlito.

Dans l'ensemble des 9 parcelles inventoriées (9 ha), on a répertorié 129 espèces différentes – en tenant compte seulement des arbres dont le diamètre à la hauteur de la poitrine (DHP) est supérieur à 10 cm.

Ce sont les parcelles situées dans les parties basses des ríos Juval et Pulpito, qui ont présenté la plus grande diversité d'espèces: 40 pour Pulpito-central, 38 pour Pulpito-bas, 37 pour Juval-bas (chaque fois pour un hectare); respectivement, 16, 16 et 9 espèces exclusives à ces trois relevés, et pour des altitudes de 2.700, 2.250 et 2.600 mètres.

La densité d'arbres va de 305 à 812 arbres/ha. Juval-bas et Pulpito-bas ont la plus grande dominance absolue totale (qui équivaut en fait, dans le jargon forestier, à la *surface terrière*), signe d'une production supérieure de biomasse: 32,0866 m²/ha et 36 m²/ha. Il est opportun de signaler les mensurations surprenantes que peut atteindre un arbre tel que le figuier sauvage, appelé ici "Matapalo" *Ficus cf. paraensis*: jusque 3,40 m de diamètre pour l'individu le plus grand rencontré là.

Quant à la fréquence, celle-ci est une indication de l'aptitude d'une espèce à se disséminer et à se répartir plus ou moins homogènement au sein d'une aire déterminée, que ce soit un échantillon d'1 ha (d'où l'utilité de distinguer 20 sous-parcelles de 500 m²), ou l'ensemble de la zone, entre les 9 échantillons. Selon ce critère, les espèces qui se sont le plus mises en évidence sont: "l'aguacatillo" *Ocotea sp.*, le "tarqui" *Hedyosmum cumbalense*, le "sasar" *Weinmannia fagaroides*, le "yubar" *Rapanea dependens* et le "colca" *Miconia crocea*.

D'autres paramètres tels que: la répartition des arbres selon les strates, selon le diamètre du fût, selon le nombre de troncs par souche, le nombre d'arbres tombés ou morts, plus les observations notées, permirent d'interpréter le degré de développement de la forêt ou autrement dit, sa complexité structurelle, et par là même, présumer sur son âge ou sur l'existence d'une intervention humaine récente ou ancienne.

2) Forêt du río Moriré.

La densité du couvert végétal se traduit par deux critères, que sont l'abondance absolue totale (nombre d'arbres): 566 arb/ha, et la surface terrière, ou dominance absolue totale: 18,4290 m²/ha. Ceci laisse supposer une production biomassale un peu inférieure à celle observée en des lieux d'altitude similaire dans les vallées du Juval et du Pulpito.

D'autres espèces importantes de la forêt de Tambillo sont les suivantes:

Miconia cf. crocea, *Podocarpus cf. oleifolius* (le genre *Podocarpus* comprend les uniques conifères indigènes de l'Equateur), *Miconia spp.*, *Rapanea spp.*, *Weinmannia microphylla*, *W. fagaroides*, *W. spp.* Il faut mentionner aussi la présence de la "casarilla" *Cinchona succirubra*, *C. sp.*, dont l'importance historique est due à la quinine, substance extraite de son écorce et connue pour ses propriétés antipaludiques.

3) Forêts du Machángara.

Pour ce qui est de la diversité spécifique; (= nombre d'espèces), les cinq parcelles ont donné une moyenne de 19 espèces d'arbres par hectare, avec un maximum de 25 et un minimum de 14. Ces chiffres sont bien entendu inférieurs à ceux des études précédentes; cette moindre diversité s'explique essentiellement par des altitudes nettement supé-



Photo 2 : Mesure du diamètre; Certains spécimens de *Podocarpus sp.* ou d'*Alnus porullensis* peuvent atteindre des dimensions impressionnantes, même à 3000 mètres d'altitude. (photo J. Moscoso)

rieures, ce qui démontre clairement le gradient climatico-altitudinal typique des Andes équatoriennes.

Les espèces ou genres les plus fréquemment observés sont également typiques de cet étage: l'on peut citer principalement le "marar" *Symplocos sp.*, le "quishuar" *Buddleja insignis* ou *Buddleja sp.*, le "sasar" *Weinmannia fagaroides* et le "piquill" *Gynoxis spp.*, selon leurs noms vernaculaires dans les Andes méridionales équatoriennes.

Comme autre observation fort générale, l'on peut dire que ces forêts, aux endroits où elles ont été inventoriées, font preuve d'un état d'équilibre satisfaisant, avec une structure jardinée (c-à-d. une répartition assez large et non ordonnée sur les différentes strates, classes de diamètres et a fortiori âges, ainsi qu'un renouvellement continu de l'écosystème, caractérisé par un pourcentage considérable d'arbres morts se décomposant sur place d'une part, et une régénération abondante démontrée par les inventaires sur mini-parcelles d'autre part, en tête de laquelle on peut mentionner, pour cette zone, les genres *Cestrum*, *Miconia*, *Ocotea*, *Gynoxis* et *Simplocus*.

Conclusion

Avec un taux de recouvrement du sol de plusieurs fois 100% en raison de l'enchevêtrement invraisemblable de végétaux de toutes formes et de toutes tailles, et avec une humidité relative de l'air avoisinant bien souvent la saturation, l'important rôle écologique de ces forêts est indéniable pour le maintien de la qualité de l'environnement non seulement en leur sein même, mais aussi dans leur voisinage, ce qui veut dire que leur conservation est nécessaire pour maintenir le potentiel

agricole, piscicole et hydrique de la région. C'est certainement une évidence pour beaucoup de scientifiques. Mais c'est aussi la partie peut-être la plus importante du travail à accomplir: *diffuser, éduquer, conscientiser*. Et tâcher de vulgariser, de faire le lien entre les données scientifiques intéressantes que l'on tire des inventaires et de leur interprétation, avec les nécessités – apparemment contradictoires entre elles – de la région: le développement économique et la conservation de la nature.

Resumen. La asociación ecologista ecuatoriana "Grupo Ecológico Tierra Viva" inició en 1989 el Proyecto "Bosques Nativos", el mismo que tiene como objetivos:

- 1) identificar e inventariar los bosques nativos andinos del sur del Ecuador;
- 2) llevar a cabo ensayos de métodos y técnicas de manejo sostenido y equilibrado del medio ambiente, mediante sistemas agrosilvo-pastoriles;
- 3) desarrollar una actividad de asesoramiento, difusión y conscientización sobre la conservación de la naturaleza.

El medio andino se caracteriza por lo que las condiciones ecológicas son regidas por una importante gradiente de altura. La ubicación de esas regiones en la zona intertropical permite un desarrollo de formas de vida muy variadas hasta altitudes muy elevadas (más de 5000 m).

Los bosques nublados se extienden entre 1000 y 3800 m.

Su desarrollo y su fisionomía se originan de una humedad del aire muy fuerte y constante, lo que se debe a la acumulación de nubes contra la barrera colosal de los Andes. Estas nubes son producidos, al este, por la inmensa cuenca amazónica, y al oeste, por el Océano Pacífico. Del 1989 al 1991, el Proyecto "Bosques Nublados" realizó inventarios en tres territorios del sur del Ecuador.

Los inventarios fueron realizados sobre muestreos de parcelas de una hectárea cada una, repartidas en las zonas estudiadas, de tal forma que cada cuenca o subcuenca fuera representada, así como cada piso altitudinal.

Se trata sobre todo de inventarios forestales, es decir que sólo los árboles adultos, con un diámetro a 1,50 m del piso superior a 10 cm, son inventariados. A más de la identificación de las especies, varios datos cualitativos o cuantitativos son tomados en cuenta, de manera que se pueda sacar interpretaciones con respecto a la diversidad florística y la complejidad estructural. Esas informaciones servirán como base por la elaboración de planes de manejo para esas áreas.

Références bibliographiques

Acosta-Solis, M., 1966, Las Divisiones fitogeográficas y las formaciones geobotánicas del Ecuador, Revista de la Academia Colombiana, XII/48, Bogotá, pp.401-448.

Cañadas L. & al., 1978, Mapa bioclimático del Ecuador. public. ORSTOM-MAG, Quito, 208 p. + carte.

Davis R., 1986. Efectos de cambios del uso de la tierra sobre erosión en la cuenca hidrográfica del río Mazar, informe preliminar, Umacpa. Cuenca, 19 p.

Espinoza M., Moscoso J., Jacques A., Cush M., 1989. Inventario preliminar y caracterización de la flora de las cuencas de los ríos Cebadas, Mazar, Llavircay, Juval y Pulpito, Proyecto Bosques Nativos-Grupo Ecológico Tierra Viva, Cuenca, 43 p. + annexes et cartes.

Espinoza M., Moscoso J., Lliguicota C., Jacques A., 1990, Inventario forestal, cuencas de los ríos Dudas, Mazar, Juval y Pulpito, Proyecto Bosques Nativos. Convenio Umacpa/Grupo Ecológico Tierra Viva, Cuenca, 91 p. + annexes et cartes.

Espinoza M., Moscoso J., Concha J., Jacques A., 1990, Informe ecológi-

co del terreno de la Cooperativa "Jima Ltda.", en el sector Tambillo, río Morire, Provincia de Morona Santiago, Proyecto Bosques Nativos-Grupo Ecológico Tierra Viva, Cuenca, 14 p. + carte.

Espinoza M., Lliguicota C., Jacques A., 1991, Informe de diagnóstico, cuenca alta del río Machángara; - subcuencas de los ríos Chanlud, Chulco, Chacayacu y Saymirín, Proyecto Bosques Nativos. Convenio Eercs/Tierra Viva, Cuenca, 56 p. + annexes et cartes.

Hancock M., 1988, Report on visit to upper Río Mazar catchment 20-25 november 1988, non publié. 6 p.

Moscoso J., 1991, Los bosques nublados del Austro ecuatoriano, Geomundo 2/91, Mexico, pp. 180-187.

Spier H.-P., Biederbick C., 1980. Árboles y leñosas para reforestar las tierras altas de la región interandina del Ecuador. Cuadernos de capacitación popular, Quito, 192 p.

Ulloca C. & Jørgensen P., 1993, Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador, Aarhus University Reports #30, Aarhus, 264 p.