

UNIVERSITE PARIS XII  
VAL DE MARNE  
FACULTE DES SCIENCES  
ET TECHNOLOGIE

PETROPRODUCCION-ORSTOM  
Quito, EQUATEUR

**D.E.S.S**  
"GESTION DES SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX EN  
ZONES TROPICALES"

Promotion n°8

Mémoire de stage

LA DEFORESTATION DANS UNE ZONE D'EXPLOITATION  
PETROLIERE AMAZONIENNE : CAUSES, BILAN, PERSPECTIVES  
CAS DE CUYABENO (Equateur)

Par

**Yves Barthélemy**

Année 1997-1998

Maître de stage : Monsieur Francis KAHN, Directeur de Recherches, Mission  
ORSTOM Equateur.

Superviseur : Monsieur Georges DENONI, Laboratoire des sols cultivés,  
ORSTOM Montpellier.

Directeur du DESS : Madame Evelyne GARNIER-ZARLI.



Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote: Ax18132 Ex: *unique*

UNIVERSITE PARIS XII  
VAL DE MARNE  
FACULTE DES SCIENCES  
ET TECHNOLOGIE

PETROPRODUCCION-ORSTOM  
Quito, EQUATEUR

**D.E.S.S**  
"GESTION DES SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX EN  
ZONES TROPICALES"

Promotion n°8

Mémoire de stage

LA DEFORESTATION DANS UNE ZONE D'EXPLOITATION  
PETROLIERE AMAZONIENNE : CAUSES, BILAN, PERSPECTIVES  
CAS DE CUYABENO (Equateur)

Par

**Yves Barthélemy**

Année 1997-1998

Maître de stage : Monsieur Francis KAHN, Directeur de Recherches, Mission  
ORSTOM Equateur.

Superviseur : Monsieur Georges DENONI, Laboratoire des sols cultivés,  
ORSTOM Montpellier.

Directeur du DESS : Madame Evelyne GARNIER-ZARLI.

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote :

Ex :

## Remerciements

Avant d'entamer la rédaction de ce mémoire, je tiens à remercier différentes personnes :

Je remercie Francis Kahn pour avoir assuré l'encadrement de mon stage et pour m'avoir laissé une grande liberté d'action.

Merci aussi à Patrice Baby, qui m'a permis de rentrer dans le monde fermé de la géologie pétrolière et Frédéric Christophoul, qui m'a fait découvrir les joies (cachées) de l'informatique.

Je tiens d'autre part à remercier l'Ingénieur Fausto Jara, qui a rendu possible la sortie de terrain dans les zones pétrolières normalement interdites aux visiteurs.

Merci à Georges Denoni pour sa relecture de fichiers Internet.

Merci aussi à tous les colons d'Amazonie, et aux pétroliers aussi qui m'ont accueilli si chaleureusement dans cette région perdue et qui m'ont permis de jouer dans leur équipe de football amazonienne.

Merci aux Equatoriens,

Et bien sur, Merci à Silvia, et désolé pour la coupe du Monde.

# SOMMAIRE

*Liste des tableaux*

*Liste des figures*

*Liste des photographies*

*Liste des abréviations*

<b>Introduction</b>	1
<b>Méthodologie</b>	2
<i>1 Phase bibliographique</i>	3
<i>2 Phase de terrain</i>	3
2.1 Itinéraire	3
2.2 Méthodologie de travail	4
<i>3 Traitement des données</i>	4
<i>4 Les personnes rencontrées</i>	5
<b>Partie I- Cadre général de l'étude : présentation de Cuyabeno</b>	6
<i>1 Localisation géographique</i>	7
<i>2 Aspects physiques</i>	7
2.1 MORPHOLOGIE ET TOPOGRAPHIE	7
2.2 LA MORPHOGENESE	9
2.3 LA GEOLOGIE	9
2.4 LES SOLS RENCONTRES A CUYABENO	9
2.4.1 Les sols rouges	9
2.4.2 Les sols bleus des zones marécageuses	11
<i>3 Le Climat</i>	12
3.1 LA PLUVIOMETRIE	13
3.2 LA TEMPERATURE	13
3.3 L'HUMIDITE ATMOSPHERIQUE	14
3.4 LA NEBULOSITE	14
3.5 LA VITESSE DU VENT	15
3.6 L'EVAPOTRANSPIRATION	15
3.7 LA BALANCE HYDRIQUE	16
3.8 LES RADIATIONS SOLAIRES	16

<b>4 Le milieu biotique</b>	16
4.1 LA FLORE	16
4.1.1 La forêt de Varzea	18
4.1.2 La forêt d'Igapo	18
4.1.3 La forêt de Terra Firme	19
4.2 LA FAUNE	19
<b>5 Les populations de la zone</b>	20
5.1 Les populations amérindiennes	20
5.2 Les colons	21
<b>6 Conclusions sur la présentation du site</b>	22
<b>Partie II- La Déforestation</b>	22
<b>1 La déforestation pétrolière</b>	23
1 DEFORESTATION PERMANENTE	23
1.1.1 Les plates-formes	23
1.1.2 Les infrastructures routières	25
1.1.3 Les autres infrastructures	27
1.1.4 Conclusions sur la déforestation permanente	28
1.2 UNE DEFORESTATION TEMPORAIRE : LES ETUDES DE MESURES SISMIQUES	28
1.2.1 Les lignes sismiques	30
1.2.2 Les héliports	30
1.3 CONCLUSIONS SUR LA DEFORESTATION PETROLIERE	31
<b>2 La déforestation par les colons</b>	32
2.1 LES CAUSES DE LA COLONISATION	32
2.1.1 Le développement de l'industrie pétrolière	32
2.1.2 Facteurs structurels	32
2.1.3 Le déclancheur : l'ouverture des routes	33
2.2 UNE DYNAMIQUE DE COLONISATION ORGANISEE AUTOUR DU RESEAU ROUTIER	34
2.2.1 L'installation le long des routes	34

2.2.2 Les lignes de colonisation	36
2.2.2.1 <i>Une spécificité des zones pétrolières équatoriennes</i>	36
2.2.2.2 <i>L'importance de la première ligne</i>	36
2.2.3 La finca : l'espace de vie des nouveaux arrivants	39
2.3 L'UTILISATION DU SOL PAR LES COLONS	40
2.3.1 Des cultures bien différentes de celles pratiquées par les Indiens	40
2.3.2 Les différentes cultures	41
2.3.2.1 <i>Une culture de rente : le café</i>	41
a- Les raisons du succès	41
b- La pratique culturelle du café	42
2.3.2.2 <i>Une culture vivrière : le riz</i>	42
2.3.2.3 <i>Les autres cultures</i>	44
2.3.2.4 <i>Les pâturages</i>	44
2.4 CONSEQUENCES DE LA COLONISATION	45
2.4.1 Etude qualitative : les conséquences des pratiques agro-sylvo-pastorales	45
2.4.2 Etude quantitative	48
<b>3 Conclusion générale sur la déforestation à Cuyabeno</b>	<b>51</b>
<b>Partie III- La réforestation</b>	<b>53</b>
<b>1 Etude de la réforestation sur les aires d'influence directes</b>	<b>54</b>
1.1 LES DIFFERENTES ZONES A REFORESTER	54
1.2 LES TYPES DE REFORESTATION MENES	56
1.2.1 Les acteurs	56
1.2.2 Description de la technique employée	56
1.3 LES PROBLEMES RENCONTRES	57
1.3.1 Faible fertilité des sols	57
1.3.2 Le processus érosif	58
1.3.3 Le drainage	58
1.3.4 Contamination	58
1.3.5 Maintenance	59
1.3.6 Manque de spécificité	59
1.3.7 Manque de prise en compte des recommandations	59
1.4 PROPOSITION D'AMELIORATION DES TECHNIQUES EMPLOYEES	61
1.4.1 La lutte contre l'érosion	61
1.4.2 Stabilisation végétale	62

1.4.3 Conclusion sur l'amélioration des techniques existantes	64
1.5 CONCLUSION	64
<b>2 Alternatives à la déforestation des colons</b>	65
2.1 LES PRINCIPAUX PROBLEMES RENCONTRES PAR LES COLONS DE CUYABENO	65
2.1.1 Les cultures	66
2.2.2 Le pastoralisme	66
2.2 LES VOIES D'AMELIORATION DES SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX EXISTANTS	67
2.2.1 Améliorer la filière du café	67
2.2.2 Améliorer la gestion des pâturages et les diminuer	68
2.2.3 Mettre l'arbre au cœur de tous les systèmes de culture	69
2.2.3.1 <i>L'arbre : base de l'écosystème</i>	69
2.2.3.2 <i>Systèmes à mettre en place</i>	70
2.2.4 Prise en compte des réalités de la zone	71
2.3 AGIR A D'AUTRES NIVEAUX	72
2.3.1 Education-formation	72
2.3.2 Renforcement du contrôle des aires de colonisation potentielle	72
2.3.3 Développer l'écotourisme	72
2.3.4 Aider financièrement les colons	73
2.3.5 Intensifier la recherche	73
<b>3 Conclusion : une nécessaire amélioration des systèmes agro-sylvo-pastoraux en place</b>	74
<b>Conclusion générale</b>	75
<b>Références bibliographiques</b>	77
<b>Annexes Photographiques</b>	
<b>Résumé-Abstract-Resumen</b>	

## Liste des tableaux

Tableau I. Températures dans la région de Cuyabeno (°C).....	15
Tableau II. Variations de l'humidité atmosphérique (%).....	15
Tableau III. Variations de la nébulosité.....	15
Tableau IV. Vitesse du vent.....	16
Tableau V. Valeurs de l'ÉTP (mm).....	16
Tableau VI. Radiations solaires.....	17
Tableau VII. Dates de création des puits de Cuyabeno.....	24
Tableau VIII. La déforestation permanente.....	29
Tableau IX. Bilan de la Déforestation à Cuyabeno.....	32
Tableau X. Réseau routier de la province de Sucumbíos.....	35
Tableau XI. Kilométrage par canton.....	37
Tableau XII. Taille moyenne des fincas dans la province de Sucumbíos.....	40
Tableau XIV. Évolution du taux de croissance du nombre de tête de bétail pour la période 1954-1987.....	45
Tableau XV : Espèces pionnières.....	62
Tableau XVI. Espèces principales utilisables pour l'enrichissement de la forêt dégradée.....	70

## Liste des figures

Figure. 1. Localisation de Cuyabeno.....	9
Figure. 2. Carte pédologique de la région d'étude.....	11
Figure. 3. Analyse harmonique des précipitations pour la période 1985-1994.....	14
Figure. 4. Plate-forme type.....	25
Figure. 5. Infrastructures routières dans le champ pétrolier de Cuyabeno.....	27
Figure. 6. Lignes sismiques effectuées de 1978 à 1995 à Cuyabeno.....	30
Figure. 7. Organisation de la colonisation le long des routes pétrolières.....	36
Figure. 8. La mise en place des lignes de colonisation.....	38
Figure. 9. Comparaison de la colonisation en Amazonie colombienne et équatorienne.....	39
Figure. 10. Organisation d'une finca type de Cuyabeno.....	47
Figure. 11. Photographies satellites de la région de Cuyabeno.....	50
Figure. 12. Evolution du front de déforestation entre 1986 et 1996 à Cuyabeno.....	51
Figure. 13. Schéma d'une plate-forme.....	56
Figure. 14. Echec de la reforestation.....	61

## Liste des photographies

- Photo 1. Route Pétrolière en Amazonie
- Photo 2. Bois coupé par les colons
- Photo 3. Parcelle défrichée et brûlée par les colons . . .
- Photo 4. . . . et plantée en riz
- Photo 5. La déforestation par les colons vue d'avion
- Photo 6. Talus bordant une plate-forme pétrolière
- Photo 7. Reforestation type des aires pétrolières
- Photo 8. Tentative de mini-terrassements pour fixer le talus
- Photo 9. Erosion type cheminée de fée
- Photo 10. Talus fixé par plantation de *Brachiaria*

## Liste des abréviations utilisées

-IGM : Instituto Geografico Militar

-INEFAN : Instituto Ecuatoriano Forestal de Areas Naturales y de la vida silvestre

-INIAP : Instituto National de Investigacion Autonomo Pecuario

-ORSTOM : Organisme de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

-PETRAMAZ : Gestion Ambiental, Explotacion Petrolifera y desarrollo sostenible en la Amazonia Ecuatoriana

-PROFORS : Programa Forestal Sucumbios

-RAE : Region Amazonica Ecuatoriana

-UICN : Union International para la Conservacion de la Naturaleza

## Introduction

Depuis maintenant une dizaine d'années, l'Orstom travaille en coopération avec Petroproducción, l'entreprise d'état équatorienne chargée des activités de prospection et d'exploitation du pétrole. Jusqu'à présent, cette coopération ne s'est faite que dans le domaine de la recherche géologique et plus précisément dans l'aide à la découverte de nouveaux gisements pétroliers dans la région amazonienne.

Récemment, les responsables de l'Orstom en Equateur ont décidé d'élargir le projet de coopération à d'autres domaines de recherche que la géologie comme la botanique, la pédologie, la climatologie ou l'agronomie dans le but de dresser un inventaire pluridisciplinaire précis de l'état des ressources naturelles de la région amazonienne. L'idée finale étant d'arriver à mettre en place une banque de données en temps réel de la zone, ce qui n'a jamais été réalisé jusqu'à présent à une telle échelle.

Dans cette optique, l'Orstom et Petroproducción ont décidé de commencer l'élargissement du programme de coopération en employant dans un premier temps des stagiaires pour travailler dans d'autres domaines que la géologie. C'est dans cette perspective que mon stage s'inscrivait.

L'idée de base était de dresser un bilan de la déforestation causée par l'exploitation pétrolière dans une zone précise de la région amazonienne puis d'élaborer une technique de reforestation applicable sur ces zones dégradées. Ceci intéressait fortement Petroproducción qui est tenue de reforester les zones pétrolières par les lois environnementales et qui n'a pas réussi pour l'instant à développer de techniques adéquates.

Nous nous sommes très rapidement rendus compte qu'il était nécessaire d'élargir le champ d'investigations pour ne pas nous cantonner à l'étude des puits de pétrole déforestés. Nous avons donc décidé de dresser un bilan plus global, au risque d'être parfois trop général, sur la déforestation dans une région d'exploitation pétrolière. Ceci afin de montrer les relations existant entre les différents acteurs de la déforestation : pétroliers et colons. Après avoir dégagé les caractéristiques de la dynamique de la déforestation, nous avons pu établir une typologie des aires déforestées : aires pétrolières et aires de colonisation. Le travail a ensuite consisté à proposer des axes de lutte contre la déforestation en fonction des réalités observées sur le terrain.

Nous nous proposons donc ici de dresser un bilan global de la déforestation : causes, dynamique, superficies, évolution spatio-temporelle ; ainsi qu'un bilan de la reforestation des aires dégradées : caractéristiques des zones, problèmes rencontrés, possibilités d'amélioration et axes de lutte contre la déforestation.

Ce travail a été effectué grâce aux moyens logistiques mis à notre disposition par Petroproducción à Quito et sur le terrain à Cuyabeno. Cette situation de dépendance a parfois impliqué quelques contraintes car il fallait que ce stage puisse leur bénéficier.

## **Méthodologie**

## 1 Phase bibliographique

- Prise de connaissance du milieu amazonien : après notre arrivée en Equateur, il a fallu trouver le plus d'informations possibles sur la région amazonienne. Le sujet étant assez large, nous avons dû regrouper une grande quantité d'informations concernant l'écologie de la forêt tropicale humide, la richesse de la Réserve de Cuyabeno et tout ce qui pouvait s'y rapporter. Comme aucune bibliographie n'était regroupée, nous avons dû visiter toutes les bibliothèques de Quito afin de rassembler les données (Fundacion Natura, Abya Yala, Orstom, Petroproducción, Petroecuador, Inefan, Gtz, Ministère des mines et de l'énergie, Communauté Européenne, UICN).
- Prise de connaissance du contexte pétrolier : l'industrie pétrolière est un secteur bien complexe. Il a fallu dans un premier temps nous familiariser avec toutes les différentes étapes de l'extraction du pétrole, de la prospection à l'exportation en passant par les phases de perforation. Il s'agissait alors de nous concentrer sur les dommages causés par cette exploitation en termes de déforestation. De nombreuses entrevues ont été nécessaires afin de dégager les caractéristiques principales de l'exploitation pétrolière.
- Prise de connaissance du phénomène de la colonisation : comme pour les deux premiers, nous avons dû rassembler le plus de données possibles sur le phénomène de colonisation de la région amazonienne équatorienne. Ce thème n'ayant jamais été traité par des chercheurs de l'Orstom, nous avons dû diversifier nos sources.

## 2 Phase de terrain

### 2.1 Itinéraire

- Pendant une semaine, nous sommes restés dans le campement de Lago Agrio de réunir les informations techniques regroupées dans ce centre. Nous avons été accueilli par les responsables de la branche de Protection du milieu naturel, ce qui nous a permis d'être rapidement mis au courant des principaux problèmes environnementaux causés par l'exploitation pétrolière.

Durant cette semaine, nous avons pu visiter de nombreuses infrastructures pétrolières appartenant aux champs pétroliers de Bermejo, Cononaco, Libertador et bien sur Lago Agrio. Nous dépendions pour tous nos déplacements des hommes de la section "Medio Ambiente" de Lago Agrio.

- Nous sommes ensuite allés à Cuyabeno, notre région d'étude, où nous sommes restés trois semaines. Nous étions logés dans les infrastructures des employés de Petroproducción.

## 2.2 Méthodologie de travail

- Evaluation des impacts pétroliers : nous avons visité tous les puits du champ de Cuyabeno ainsi que l'ensemble des infrastructures en général. Ceci nous a permis d'estimer la déforestation. Ces estimations ont été faites par des mesures de surface que nous comparions aux données existantes dans les archives de l'Ingénierie civile. Le kilométrage du réseau routier a été fait simplement avec un compteur kilométrique de voiture.

Ceci nous a permis d'autre part de dresser un bilan des actions effectuées dans le domaine de la reforestation aux abords des puits. Nous notions pour chaque puits la surface à reforester, les caractéristiques de ces surfaces (planes, en pente douce, en très forte pente), le type de plantes utilisées et la densité de plantation. Nous faisons alors pour chaque puits un bilan des problèmes rencontrés : érosion des sols, fertilité, drainage et état des plantes. Nous avons ainsi pu dresser un bilan des problèmes majeurs rencontrés sur l'ensemble des zones à reforester.

- Evaluation des impacts de la colonisation : les colons étant installés au bord des routes, nous avons dans un premier temps noté les principales caractéristiques des zones colonisées en parcourant l'ensemble du réseau routier de Cuyabeno. Cette phase consistait en une observation de la dégradation des paysages.

Nous avons ensuite visité de nombreuses fincas afin de dresser un bilan plus précis du mode d'utilisation agricole des terres forestières. Nous faisons alors des entrevues avec les familles des colons pour obtenir des informations précises sur les pratiques agro-sylvo-pastorales. Ces longues discussions nous permettaient alors de mieux comprendre le mode de vie et la mentalité de ces colons.

Remarque : Nous avons initialement élaboré un questionnaire précis pour le soumettre à tous les colons visités ; ce qui nous aurait permis de tirer des conclusions chiffrées des entrevues. Nous nous sommes alors vu interdire par le responsable Environnemental de Petroproducción de mener cette enquête. Ceci pour des raisons d'éthique : il ne voulait pas que notre venue puisse faire naître de faux espoirs au sein de la population en attente d'amélioration de ses conditions de vie.

Nous aurions pu passer outre cette interdiction mais les responsables auraient rapidement été mis au courant. Il faut bien comprendre que l'autorisation de venir travailler dans la région et de pouvoir visiter toutes les infrastructures pétrolières est rarement accordée ; nous ne pouvions donc pas nous mettre en situation délicate dans ce contexte.

Nous nous sommes donc efforcés d'obtenir le plus d'informations possibles en enquêtant les colons et en recoupant les informations données dans les différentes familles.

## 3 Traitement des données

La sortie de terrain nous a permis d'accumuler un certain nombre de données. Il nous manquait cependant un volet très important : la quantification de la déforestation par les

colons. Pour traiter cette partie, nous avons analysé des photographies satellites. Nous n'avons pas pu effectuer un traitement d'analyse des données car il aurait fallu alors contracter un spécialiste en analyse de données numériques. Nous nous sommes donc contentés de comparer les photosatellites à notre disposition afin d'observer l'évolution du front de déforestation .

#### **4 Les personnes rencontrées**

Etant donné que ce travail consistait avant tout à identifier les acteurs impliqués aux différents niveaux du processus de la déforestation ainsi que de la reforestation, nous avons dû mener un travail d'enquête important. Ce travail est la synthèse des informations obtenues lors de nombreuses entrevues avec un grand nombre de personnalités. Nous pouvons dresser ici la liste des différentes personnes rencontrées, sur le terrain ainsi qu'à Quito :

- Ing. Juan Salinas Torres, Coordinateur National du Projet Profors ;
- Christopher Canaday, Expert International, Rédacteur du plan de conduite de la Réserve de Cuyabeno ;
- Wini Schmidt, CEE, Co-Directeur du projet Petramaz ;
- Hubertus Peters, CEE, Expert International ;
- Carlos Aguirre, Directeur Exécutif de l'Inefan ;
- Bertrand Dubaele, Spécialiste de l'Amazonie, expert "free-lance" ;
- Ing. Fausto Jara, Responsable Environnement de Petroproducción ;
- Luis Borbor, Chef de la zone de Cuyabeno, Inefan ;
- Responsables de Profors à Lago Agrio ;
- Cesar Ajamil Garcia, CEE, Economiste Environnemental du projet Petramaz ;
- Fausto Villascis, Responsable Environnement de la Zone Libertador ;
- Miguel Massili, Responsable des Pépinières de Petroproducción, Responsable du programme de reforestation de Petroproducción ;
- Robert Hofstede, Responsable de l'association Ecopar ;
- Javier Izko, Ingénieur forestier de la fondation Probona.

Et toutes les nombreuses personnes travaillant dans les institutions suivantes : Universidad Católica, Inefan, Canton de Putumayo, Fundación Natura, Clirsen, Igm, Communaute Siona de Puerto Bolívar, UICN, Fepp.

## **Partie I-Cadre général de l'étude : présentation de Cuyabeno**

## **1 Localisation géographique**

Le site d'étude est localisé dans le Nord-Est de la Région Amazonique Equatorienne (RAE), au Sud de la frontière colombienne (fig. 1). La particularité de cette zone d'exploitation pétrolière est d'être située dans la Zone de Production Faunistique de Cuyabeno, un des parcs naturels le plus grand d'Equateur.

La Réserve de Cuyabeno se situe dans la province de sucumbíos qui est la plus jeune d'Equateur. Elle a été créée le 13 Février 1989 avec la partie Nord de la province du Napo. Des 18612 km<sup>2</sup> que compte la province, 6560 km<sup>2</sup> forment la Réserve de Production Faunistique de Cuyabeno. Sa capitale a été baptisée Nueva Loja en souvenir de la ville de Loja, située dans la sierra Sud et lieu d'origine de la majorité des premiers colons (tout le monde l'appelle cependant Lago Agrio). Elle est composée de 7 cantons : Sucumbíos, Gonzalo Pizarro, Cascales, Lago Agrio, Shushufindi et celui de Putumayo dont fait partie Cuyabeno.

Cette partie de l'Amazonie fut déclarée réserve faunistique avec l'accord interministériel n°22 du 26 juillet 1979. Elle couvre à cette époque 254.760 hectares. En 1991, sous la pression de groupes de tourisme (Transturi, Cemecotur), elle est élargie jusqu'à la rivière Lagarto (limite péruvienne) et s'étend alors sur 655.781 hectares. En 1994, la réserve faunistique de Cuyabeno se voit amputée d'une partie de sa superficie (50.000 hectares) dégradée par l'activité pétrolière et les installations de colons. Il s'agit de la partie ouest de la réserve, correspondant à la zone de production Libertador, et toute une zone située en bordure de la route qui passe par le champ Tarapoa (exploité par la compagnie américaine City), et les champs Cuyabeno et Sansahuari un peu plus au nord (exploités par l'entreprise d'Etat Petroproducción). La réserve s'étend depuis sur 603.380 hectares et se retrouve séparée en deux parties de part et d'autre de la route Tarapoa-Tipishca.

Cette réserve est l'une des plus riches d'Equateur, tant pour sa flore que pour sa faune. Il est important, pour mieux saisir l'ampleur des conséquences de l'exploitation pétrolière sur ce milieu d'en décrire précisément toutes les composantes.

## **2 Aspects physiques**

### **2.1 MORPHOLOGIE ET TOPOGRAPHIE**

L'aire d'étude est située dans la basse Amazonie entre 200 et 280 mètres au dessus du niveau de la mer. Le relief est doux et peu prononcé, composé essentiellement de collines convexes ou convexo-concaves, aussi appelées collines en demi-orange et caractéristiques des milieux tropicaux humides.

Leurs pentes sont comprises entre 25 et 40% même s'il existe des pentes bien plus fortes pouvant atteindre les 70%. La longueur d'onde de ces collines varie entre 80 et 170 mètres. En présence de si fortes pentes, le phénomène d'érosion sera l'un des processus majeurs d'évolution des sols nus.

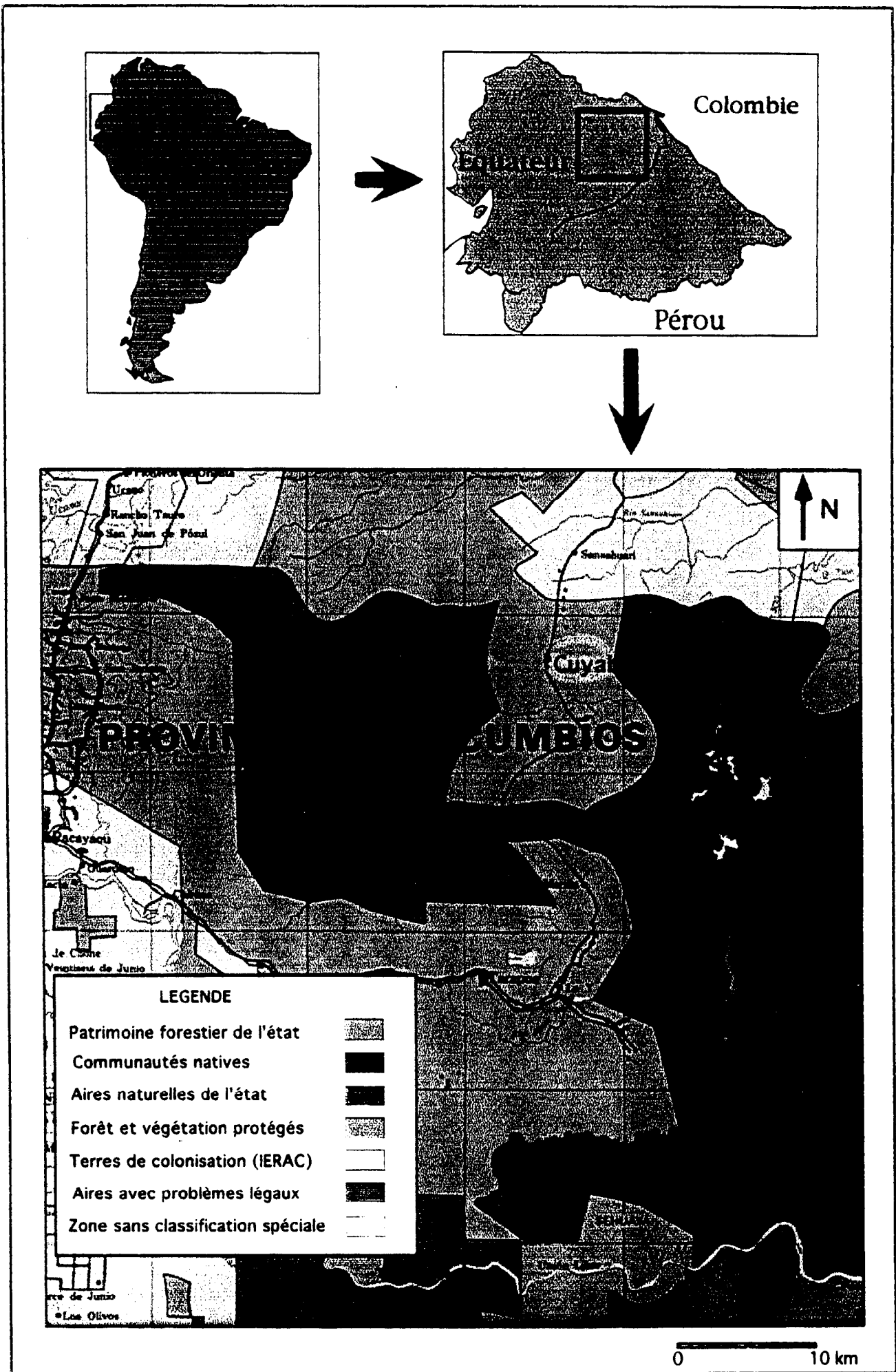


Figure. 1. Localisation de Cuyabeno

## 2.2 LA MORPHOGENESE

L'édification de la Cordillère des Andes au tertiaire a eu pour conséquences l'individualisation de grands bassins dans lequel une sédimentation importante a eu lieu suite à de nombreuses phases de transgression-régression marines. Le bassin amazonien, "cuenca amazonica", fait partie de ces bassins sédimentaires.

La sédimentation de ce bassin est marquée par un fort plissement des couches profondes, résultat de la surrection de la cordillère, et par une horizontalité des couches superficielles, caractéristique de la formation Curaray.

## 2.3 LA GEOLOGIE

Selon la carte Mapa Geologico Nacional du Ministère des ressources naturelles (1982), La zone d'études se trouve sur la formation géologique CURARAY, qui remonte à la période du Miocène. Cette formation est caractérisée par la présence de lutites bien indurées, très colorées parfois gypseuses alternant avec des sables fins et moyens.

## 2.4 LES SOLS RENCONTRES A CUYABENO

Les sols rencontrés sont visibles sur la carte des sols effectuée par l'Orstom-Pronareg que l'on peut voir sur la figure 2.

Deux types de sols couvrent pratiquement la totalité de l'aire d'études, ce sont les sols "rouges" des collines périandines et les sols "bleus" des zones marécageuses que l'on trouve autour des rivières et dans les espaces intercollinaires.

Les sols de la zone se sont développés à partir d'argiles sédimentaires d'origine marine, qui se présentent sub-horizontalement, sous un régime climatique tropical pluvieux et en présence d'une couverture végétale importante.

### 2.4.1 Les sols rouges










Approche taxonomique : d'après la carte Morpho-édaphologique, les sols rouges rencontrés à Cuyabeno sont des TYPIC ou OXIC DYSTROPEPTS.

Morphologie des sols rouges : les profils rouges sont caractérisés par la prédominance des horizons altéritiques de profondeur telle que lors des études menées par l'ORSTOM, aucune roche-mère saine n'a pu être mise à nue (Sourdat, 1986). Sous forêt, tous les horizons A sont similaires : la matière organique y est très importante (6% de 0 à 5 cm, 2,5% de 5 à 40 cm). Ce sont les horizons B qui peuvent différer. Les uns peuvent être clairs (5YR/5/8), peu différenciés prolongés à faible profondeur par une plinthite, argileux (30 à 60%) et compacts : ce sont des sols présentant un pôle bisiallitique.

Les autres sont plus foncés (2,5YR/5/8), plus profonds, mieux organisés et drainés, plus argileux (40 à 80%) et dépourvus de plinthite : ce sont des sols présentant un pôle monosiallitique.



0 30 KM

-  Oxic ou Typic DYSTROPEPTS ou Sols rouges
-  Les mêmes sols rouges avec des TROPAQUEPTS dans les zones marécageuses
-  Typic DYSTRANDEPTS ou DYSTROPEPTS
-  VITRANDEPTS, DYSTRANDEPTS, Aquic DYSTROPEPTS
-  TROPAQUEPTS ou Sol bleus
-  Hydric TOPOFIBRISTS
-  Hydric TOPOFIBRISTS et Typic EUTROPEPTS sur les digues
-  Aquic DYSTROPEPTS
-  Complexe de toutes les unités K

Source "Mapa Morfo Edafologico de la Provincia del Napo" (Orstom-PRONAREG, 1983)

Figure. 2. Carte pédologique de la région d'étude

Principales caractéristiques des sols rouges rencontrés à Cuyabeno :

- faible rétention d'eau, un peu plus importante dans les horizons superficiels, bien que la forte pluviosité de la zone maintienne une humidité du sol permanente.
- forte densité apparente, plus faible dans les horizons superficiels.
- les couleurs varient de brun obscur dans les horizons de surface organiques, à rouges en profondeur.
- la matière organique est importante dans les horizons superficiels mais on note une diminution drastique à partir des horizons B.
- le pH est très acide, compris entre 4,5 en superficie et 3,8 plus en profondeur. Ceci est dû à la présence d'une forte concentration en Aluminium échangeable (801 à 98%) qui précipite facilement sur les charges négatives de la silice présente dans les feuillets de l'argile.
- la capacité d'échange est faible , inférieure à 18 mEq/100g, et diminue en profondeur.
- la somme des bases (calcium, magnésium, sodium et potassium) est très faible, ce qui explique le peu de fertilité des sols.
- le taux de saturation en base est inférieur à 30%.
- les argiles présentes sont dominées par la kaolinite

Fertilité de ces sols : les sols couvrant la majorité de la zone d'étude sont des sols compacts, très acides, très pauvre en bases ainsi qu'en Phosphore (généralement moins de 700 et 30 ppm de phosphore total et assimilable respectivement). La matière organique, importante sous couvert végétal disparaît aussitôt que le couvert végétal est défriché et les horizons superficiels deviennent rapidement aussi pauvres que les horizons plus profonds.

Ces sols sont impropres à toute utilisation agro-sylvo-pastorale, et devraient être laissés couverts pour éviter toute dégradation du milieu (Vallejo, 1997).

#### **2.4.2 Les sols bleus des zones mârécageuses**

Approche taxonomique : d'après les mêmes sources, les sols des zones mârécageuses sont qualifiés de TROPAQUEPTS

Les zones déprimées du complexe fluvial sont périodiquement submergées par infiltration ou débordement des rivières lors des crûes. Faute d'exutoire, les eaux séjournent et se décantent. Le drainage interne étant nul, l'engorgement des profils est permanent.

Les horizons organiques sont formés de matière fibreuse (jusqu'à 70%) et de flocons colloïdaux bruns. Leur épaisseur peut dépasser 2 m. Les horizons minéraux sont limoneux à limono-argileux, massifs, diversement teintés de jaune, gris et bleu.

Les principales caractéristiques de ces sols sont :

- des horizons minéralogiques sont dominés par le quartz
- des minéraux argileux dont surtout l'illite, la montmorillonite et la kaolinite accompagnées de chlorite, très exceptionnellement d'halloysite.
- des valeurs de T qui en dépassent pas 30 méq dans les horizons minéraux mais peuvent atteindre la valeur de 90 dans les horizons organiques.
- des horizons organiques peuvent être très acides (pH 4-5) pauvres en base et très fortement désaturés (5%) ;
- des horizons minéraux par contre modérément acides (pH 5-7) et très riches en base, saturés à 50 voire 90%. L'aluminium échangeable y est négligeable.

La fertilité de ces sols est problématique à cause de l'absence de drainage. Il ne peut y avoir utilisation agro-sylvo-pastorale de ces sols sans drainage. Il est donc recommandé de ne faire aucun usage de ces sols et de laisser la végétation naturelle en place (Vallejo, 1997).

### 3 Le climat

Cuyabeno étant située dans la bande équatorienne, les paramètres climatiques sont soumis à l'influence des variations de la Zone de Convergence Inter Tropicale (ZCIT), par la vague du Sud et par le déplacement du cyclone thermique amazonien. Des contre-effets du niño peuvent se faire sentir avec un décalage temporel, les variations observées sont très locales et n'ont pas fait l'objet d'études météorologiques poussées jusqu'à présent.

Etant donné l'absence de données météorologiques concernant la zone étudiée, les valeurs prises en compte proviennent de plusieurs stations de la région de Sucumbios, province où se trouve Cuyabeno. Les stations de référence sont celles de Lago Agrio Aeropuerto, Coca Aeropuerto et Nuevo Rocafuerte pour la période 1985-1994. Il existe d'autre part des informations ponctuelles des stations de Tarapoa Aeropuerto et de celle de Putumayo Aeropuerto.

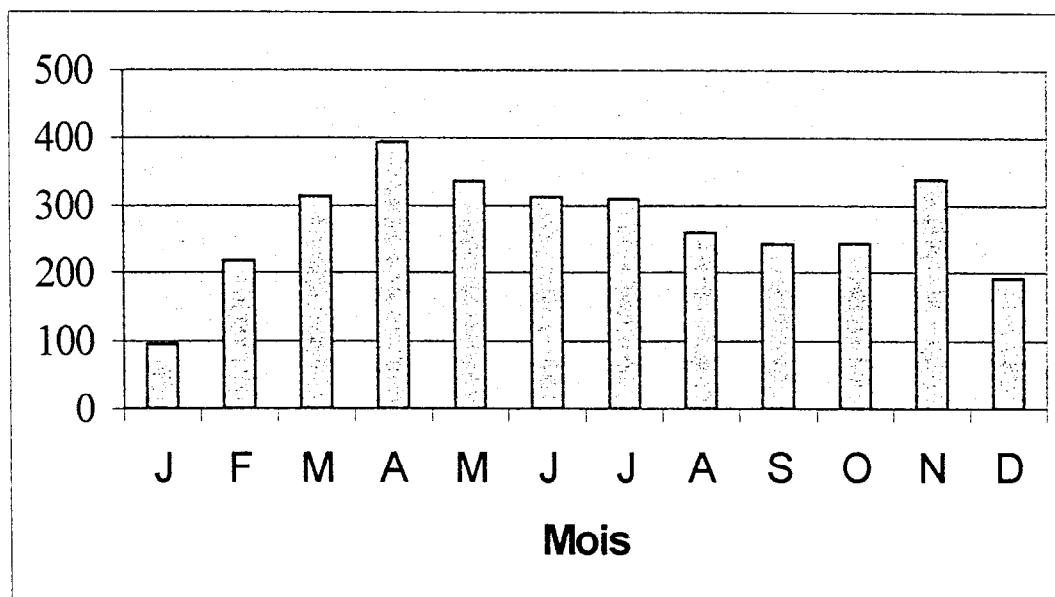
Les flux d'air humide qui prédominent proviennent de l'Atlantique et viennent s'ajouter aux facteurs locaux et régionaux dûs aux radiations solaires que sont : l'évaporation, l'évapotranspiration, la température, les précipitations, la nébulosité et les composantEs du vent.

Selon la classification de Thornthwaite, l'indice hydrique  $I_m=111,9$  ; l'indice d'humidité  $I_h=114$  et l'indice d'aridité  $I_a=3,5$  ; ce qui définit la zone comme : A'Arw2, qui correspond à un climat de type Mégathermique hyperhumide.

### 3.1 LA PLUVIOMETRIE

Selon Tricart, les pluies amazoniennes sont d'origine convective, résultant de cellules locales alors que le reste provient de l'Atlantique. D'autre part, par phénomène de rétroaction positive, la forêt elle-même est à l'origine des précipitations qui l'alimentent. Sur la période 1984-1995, la pluviométrie annuelle est de 3259,8 mm avec des minimas en Janvier (95,2 mm) et Septembre (241,9 mm) et des maximas en Avril (393,8 mm) et Novembre (337,9 mm).

La distribution de la pluviométrie annuelle est bimodale, comme on peut le voir sur la représentation graphique (fig. 3) de l'analyse harmonique des précipitations de la série considérée (analyse harmonique des séries de Fourier), ce qui dénote la présence de deux saisons des pluies et deux saisons sèches. Il s'agirait en fait de trois saisons distinctes : une saison des pluies de Avril à Juillet, une saison fluctuante de Août à Novembre et une saison sèche de Décembre à Février. Les limites de ces saisons ne sont pas précises et elles auraient tendance à varier de plus en plus selon les habitants de la région considérée. Il serait intéressant de suivre de plus près les variations pluviométriques amazoniennes en installant des stations météorologiques dans toute la zone.



Source : PLANISOC, 1995.

Figure.3.. Analyse harmonique des précipitations pour la période 1985-1994.

### 3.2 LA TEMPERATURE

Afin d'obtenir une estimation la plus proche possible de la réalité, les valeurs de température ont été corrélées aux altitudes des stations, ce qui permet d'extrapoler les valeurs de Cuyabeno qui se trouve à 248 mètres au dessus du niveau de la mer. Les valeurs obtenues sont décrites dans le tableau I.

Tableau I. Températures dans la région de Cuyabeno (°C)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Moyenne des max	31.1	30.6	30.0	30.1	29.6	28.5	28.1	29.3	30.6	30.9	30.8	31.2	30.1
Moyenne	27.5	26.7	26.2	26.4	26.2	25.3	24.8	25.8	26.7	27.1	27.2	27.7	26.5
Moyenne des mini	22.0	22.0	22.1	22.0	22.0	21.4	20.6	20.9	21.4	21.7	22.2	22.2	21.7

Source : Planisoc (1995)

La température moyenne annuelle est de 26,5°C, le mois le plus froid étant le mois de Juillet avec 24,8°C et le mois le plus chaud étant Décembre avec 27,7°C de moyenne.

### 3.3 L'HUMIDITE ATMOSPHERIQUE

Tableau II. Variations de l'humidité atmosphérique (%)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY
Max	97	97	97	98	98	98	97	97	97	97	97	96	97
Moy	75	79	81	81	82	84	82	79	77	77	79	76	79
Min	59	63	67	67	70	64	70	66	62	64	64	61	65

Source : PLANISOC (1995).

La zone de Cuyabeno est caractérisée par une très forte humidité atmosphérique, avec une valeur moyenne de 79%. Les mois les plus humides sont les plus pluvieux et les valeurs oscillent entre 84% en Juin et 75% en Janvier.

L'humidité relative moyenne maximale est de 97% ; les valeurs les plus fortes s'observent essentiellement la nuit.

L'humidité relative moyenne minimale est de 65%, les valeurs minimales s'observent en milieu de journée.

### 3.4 LA NEBULOSITE

La forte humidité relative associée à la forte pluviométrie entraînent une forte nébulosité comme on peut le voir sur le tableau.

Tableau III. Variations de la nébulosité

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Moyenne	6	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	7

Source : PLANISOC (1995)

Les valeurs sont élevées et très régulières ce qui n'est pas étonnant si l'on considère la relative permanence des conditions d'humidité tout au long de l'année.

### 3.5 VITESSE DU VENT

Les valeurs mesurées dans les différentes stations météorologiques sont consignées dans le tableau suivant. Trois variables y figurent : la direction du vent dominant, la vitesse moyenne du vent ainsi que la vitesse des rafales de vent. Ces valeurs sont des moyennes obtenues sur la période 1976-1988.

Tableau IV. Vitesse du vent

MOIS	DIRECTION	VITESSE (km/h)	RAFALES (km/h)
J	O	3.0	15
F	SO	2.7	12
M	S	2.5	20
A	S	2.9	14
M	S	2.7	15
J	S	2.7	12
J	S	2.7	12
A	S	2.5	14
S	N	2.3	16
O	E	2.7	10
N	E	3.0	10
D	S	2.8	12
Annuel	S	2.7	20

Source : ESEN-AMBIANTEC (1991).

Le vent venant du sud est dominant, d'autre part, les composantes du vent sont faibles ce qui peut s'expliquer simplement par la présence d'un très fort couvert forestier. Les rafales de vent sont de faible intensité mais suffisamment fortes pour permettre la chute de grans arbres émergents.

### 3.6 L'EVAPOTRANSPIRATION

Les valeurs d'Evapotranspiration Potentielle sont consignées dans le tableau V.

Tableau V. Valeurs de l'ETP (mm)

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT
ETP	122	100	89	89	84	72	79	96	109	111	101	118	1170

Source : PLANISOC (1995).

L'ETP annuelle est égale à 1170 mm avec un maximum de 122 mm en Janvier et un minimum de 72 en Juin. Ces valeurs d'ETP sont importantes mais elles ne permettent pas de conclure quant à la valeur du bilan hydrique. Il est nécessaire de comparer ces valeurs aux valeurs de précipitations de la région pour déterminer la balance hydrique.

### 3.7 LA BALANCE HYDRIQUE

L'ETP annuelle est égale à 1170 mm répartis très régulièrement tout au long de l'année comme nous avons pu le voir dans le tableau précédent. La pluviométrie annuelle est égale à 3259,9 mm, ce qui fait une différence positive de 2089,9 mm entre les apports et les pertes d'eau. La balance hydrique annuelle est donc positive.

### 3.8 LES RADIATIONS SOLAIRES

Les valeurs de radiation solaire ont été calculées en absence de nuages. Le tableau suivant donne les valeurs de radiation solaire pour un ciel sans nuages ( $Q_0$ ) exprimé en Cal/cm<sup>2</sup>/jour et de la radiation globale par mois (Q, en Kcal/cm<sup>2</sup>/mois). Apparaissent aussi sur le tableau les valeurs de RPA (Radiations Photosynthétiquement Actives), en Kcal/cm<sup>2</sup>/an).

Tableau VI. Radiations solaires

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
$Q_0$	666	688	707	672	635	618	627	660	698	696	672	656	7995
Q	10,3	7,2	8,1	7,5	7,3	6,9	7,23	10,3	10,5	10,8	10,1	10,2	106,4
RPA	4,6	3,2	3,6	3,3	3,2	3,1	3,2	4,6	4,7	4,8	4,5	4,5	47,2

Source : PLANISOC (1995).

## 4 Le milieu biotique

### 4.1 LA FLORE

Dans tout ce qui suit, nous serons amenés à parler de biodiversité, nous nous baserons alors sur la définition que donne l'UNEP (1992)

*“par diversité biologique ou biodiversité, on entend la variabilité entre les organismes vivants de toute origine incluant les écosystèmes terrestres, marins et autres systèmes écologiques aquatiques ainsi que les complexes écologiques qui en font partie. Cette définition inclut la diversité intra et inter spécifique”*

Selon le dernier rapport de la Union Mondial Para la Naturaleza (UICN, 1996), on enregistre en Equateur plus de 20000 espèces de plantes supérieures dont 4000 endémiques. La diversité la plus importante se rencontre dans la partie amazonienne où l'on peut trouver jusqu'à 1250 espèces de plantes vasculaires sur 100 hectares de terrain. D'autres estimations dans une partie différente de l'Orient chiffrent à 246 le nombre d'espèces d'arbres sur un seul hectare de forêt. Comparativement, on n'en trouve que 652 sur les 2000 millions d'hectares du Canada et des Etats-Unis réunis.

La diversité floristique est d'autre part sous-estimée compte-tenu des zones encore inexplorées. Chaque nouvelle mission scientifique est l'occasion de découvrir de nouvelles espèces.

Une telle richesse est bien évidemment capitale pour la recherche et le développement de nouvelles substances pharmaceutiques. Un responsable de la Commission on Development and Environment for Amazonia estime que : *"plus de 1000 variétés de plantes dans l'écosystème amazonien ont des perspectives économiques intéressantes et plus de 300 espèces d'arbres pourrait être commercialisées. Mais la valeur la plus importante de la biodiversité amazonienne devrait résider dans sa contribution à l'enrichissement des connaissances sur la génétique et permettre ainsi des découvertes technologiques liées à la chimie, la pharmacologie et à l'agriculture"*.

Cette biodiversité serait liée au phénomène de glaciation survenu il y a un million d'années au pléistocène : selon la Théorie des Refuges Pléistocènes, des parties du bassin amazonien seraient restées humides et auraient servi de refuge aux plantes et animaux des régions affectées. Cet isolement aurait d'autre part permis l'apparition de nombreuses nouvelles espèces.

D'un point de vue plus écologique, le maintien d'une telle diversité est dû à la très grande superficie du massif forestier amazonien ; la diversité de plusieurs blocs forestiers réunis étant toujours plus importante que celle de ces mêmes blocs séparés.

De nombreuses études ont été menées dans la zone de Cuyabeno et l'on peut citer notamment les nombreux travaux de Paz y Miño et de Myers ainsi que les nombreuses publications de Fundacion Natura. La grande diversité et complexité de cet écosystème amazonien se retrouve disséminée dans trois types différents de formation forestière. D'après les caractéristiques énoncées précédemment et en fonction du type de végétation rencontrée, il est possible d'établir une zonification écologique correspondant à la zonification géomorphologique de la zone.

Trois zones sont identifiables :

- Zones inondables : ce sont les zones basses proches des cours d'eaux et donc périodiquement inondées par les fréquents débordements. La pente étant très faible, les zones concernées peuvent être très vastes. La végétation caractéristique de ces zones est appelée "Várzea", terme brésilien employé dans toute la région amazonienne
- Zone déprimée ou "zona deprimada" : celle-ci correspond aux lagunes de Cuyabeno. Il existe dans cette partie, plusieurs lagunes dont le niveau fluctue très fortement en fonction des variations pluviométriques saisonnières. Le niveau de la nappe phréatique est très superficiel. La végétation caractéristique est appelée Igapó, forêt adaptée aux phénomènes d'inondation qui ont lieu périodiquement en fonction de la pluviométrie..
- Zone haute : cette zone , appelée "terra firme", correspond aux blocs élevés par la forte activité tectonique. La nappe phréatique est très abaissée. Il s'agit des zones hautes des collines qui couvrent la presque totalité de la région.

#### 4.1.1 La forêt de Varzea

Il s'agit d'une forêt avec un grand nombre d'individus par espèce, toujours en condition d'inondations à cause du débordement des cours d'eau. Les plantes dominantes de cette forêt sont :

*Bactris concinna*, *Desmones* sp (Arecaceae), *Cydista aequinoctialis* (Bignoniaceae), *Bauhinia tarapotensis* (Caesalpiniaceae), *Calathea* sp. (Marantaceae).

Une partie de cette forêt peut être inondée occasionnellement, elle est caractérisée par une voûte assez basse, de 20-25 m. On la trouve localisée principalement sur des terrains en pente douce le long des rivières. Dans ce type de forêt, on va trouver essentiellement :

*Allophylus* sp. (Sapindaceae) ; *Sloanea* sp. (Elaeocarpaceae) ; *Apeiba* sp. (Tiliaceae) ; *Abatia grandifolia* (Flacourtiaceae) ; *Calathea* sp. (Marantaceae) ; *Cyclanthus bipartitus* (Cyclanthaceae) ; *Palicoures* sp., *Duroia hirsuta* (Rubiaceae) ; *Grias* sp. (Lecythidaceae) ; *Cecropia* sp. (Cecropiaceae) ; *Dendropanax* sp. (Araliaceae) ; *Leonia* sp. (Violaceae).

Un autre type de varzea, est la forêt marécageuse "bosque Pantano" ou "Cananguchal" qui est dominé par le palmier *Mauritia Flexuosa* connu comme le Morete ou le Canangucho. Dans ce type de varzea, bien décrits par Pires et Prance (1985), la biodiversité est très faible et la végétation est adaptée à des conditions d'inondations. Dans ce type de forêt, on rencontre : *Miconia* sp., *Clidemia* sp., *Maieta* sp. (Melastomataceae) ; *Calathea* sp. (Marantaceae) ; quelques espèces d'Araceae, Cyclanthaceae, Cyperaceae et de Theophrastaceae.

#### 4.1.2 La forêt d'Igapo

Elle se trouve autour du système lacustre du fleuve Cuyabeno et présente une canopée de 20-25m. Cette forêt est inondée en période pluvieuse et découverte en période sèche. Il n'y a pas de ligne de flux préférentielle dans ce système.

Elle est constituée principalement de : *Macrolabium acaeciifolium* (Leguminosae) ; *Cousapoa trinervia* (Cecropiaceae) ; *Miconia* sp. (Melastomataceae) ; *Astrocaryum javari*, *Bactris gasipeae*, *Irearta* sp. (Arecaceae) ; *Licania* sp, *Eugenia* sp., *Couepia* sp. ainsi que des palmiers du genre *Bactris* sp. et par des autres plantes de la famille des Mimosaceae et des Rubiaceae.

Des associations entre différentes plantes flottantes telles que *Montrichardia arborescens*, *Bactris* sp., *Rhynchospora gigantea*, *Paspalum* cf., *Repens* et *Ludwigia* sp. Quelques plantes aquatiques comme : *Eichornia* cf. *Diversifolium*, *E. Crassipes*, *Utricularia* sp., *Ludwigia* sp., *Cabomba* sp., *Najas* sp., *Isolepis inundata* et une espèce de la famille des Hydrocharitaceae.

### 4.1.3 La forêt de Terra Firme

Elle couvre pratiquement 70% de la zone d'étude et se trouve sur les zones de collines en demi-oranges caractérisées par les fameux sols rouges tropicaux. Alors que la canopée se trouve à 25-30 m de hauteur, les émergents culminent à 40 m.

Les travaux menés par la Católica dans sa station biologique de Cuyabeno permettent de dresser un inventaire des espèces dominantes :

*Virola* sp., *Otoba* sp., (Myristicaceae) ; *Psychotria* sp. (Rubiaceae) ; *Heisteria* sp., *Carapa* sp. (Meliaceae) ; *Pouteria* sp. (Sapotaceae) ; *Herrania* sp., *Theobroma* sp. (Sterculiaceae) ; *Drymonia* (Gesneriaceae) pour les principales. (Vickers, 1984).

Les autres familles majoritairement représentées sont :

Moraceae, Annonaceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Burseraceae, Bombacaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae et les Rubiaceae.

Les épiphytes du genre *Anthurium*, *Tillandsia*, *Epiphyllum*, *Asolundia*, *Peperomia* ainsi que de nombreuses orchidées abondent dans le sous bois. De nombreux travaux de Valencia, Baslev et Paz y Miño donnent des données très complètes sur la flore de cette région.

Comme nous le verrons plus tard il faudra aussi faire la différence entre les zones de forêt primaire jamais touchée par l'homme et celles de forêt secondaires caractéristiques des zones de colonisation.

## 4.2 LA FAUNE

Comme pour la flore, l'Equateur, et plus particulièrement la région amazonienne possède une grande diversité faunistique. Dans le dernier rapport de l'UICN sont recensés 324 espèces de mammifères dont 21 endémiques et 20 menacés; 1559 espèces d'oiseaux dont 37 endémiques et 50 menacées ; 379 espèces de reptiles dont 104 endémiques et 12 menacées ; 402 espèces d'amphibiens dont 136 endémiques et plus de 800 espèces de poissons d'eau douce. Ces chiffres sont évidemment en deça de la réalité compte tenu du manque d'informations concernant des zones encore jamais visitées.

Les travaux effectués plus spécifiquement dans la Réserve de Cuyabeno par de nombreux chercheurs nous permettent d'avoir des chiffres plus proches de la réalité pour notre zone d'étude.

- Ornithologie : il existe 220 espèces communes à Cuyabeno mais une étude a permis de dresser une liste de 505 espèces (de VRIES, 1989). De nombreuses informations supplémentaires sont accessibles dans les travaux de R. Timm, L. Albuja et B. Clauson (1986, 1989). Une étude sur les fruits et la phénologie des végétaux des Psitocides par Sosa (1990). Pour en connaître davantage, sur les oiseaux de la zone, les nombreux travaux de Christopher Canaday sont essentiels.
- Herpétologie : l'étude de Duellman (1978) relève la présence de 176 espèces d'amphibiens et reptiles. Il est à noter la présence de quatre espèces de caïmans

(Caïman crocodilus, Melanosuchus niger, Paleosucus trigonotus, P. Palpebrosus). De nombreux serpents comme boas et anacondas sont présents.

- Ichthyologie : d'après les études de Stewart, Barriga et Ibarra (1987), il y aurait plus de 470 espèces de poissons d'eau douce dans le système du fleuve Napo, tout proche de la région d'étude, ce qui en fait le système fluvial le plus riche du monde.
- Mammifères : 94 espèces de mammifères sont répertoriées pour Cuyabeno, soit 58 % du total de l'Amazonie? 10 espèces de primates (Ulloa 1988), et la présence notable de dauphins d'eau douce des genres Inia et Sotalia, et des félins tels que le jaguar et le puma.

## 5 LES POPULATIONS DE LA ZONE

### 5.1 Les populations amérindiennes

Avant le début de l'exploitation pétrolière, les seuls habitants de la zone de Cuyabeno étaient des indigènes. On trouvait différentes communautés disséminées dans la zone qui constitue aujourd'hui la réserve.

Comme nous le verrons plus loin, d'importants phénomènes de colonisation liés à l'industrie pétrolière ont profondément modifié les chiffres de population. On compte en 1990 une population de 8334 habitants dans toute la réserve, qui représentent 6,2 % du total de la province de Sucumbíos.

Avant l'élargissement de la réserve, la population indigène était constituée par trois groupes ethniques : les Sionas (Puerto Bolivar), Quechuas et Shuars pour un total de 192 habitants (36 familles) (INEC 1982). Ensuite, dans les nouvelles limites de la réserve se sont ajoutées les communautés Quechuas de Zancudo et des plages de Cuyabeno ainsi que la communauté Cofane de Zabalo.

Les communautés de Zabalo et de Zancudo présentent ici une importance mineure du fait de leur éloignement du champ de production Cuyabeno. La communauté Siona de Puerto Bolivar, et la communauté Quechua des plages de Cuyabeno (à l'intersection du rio Cuyabeno et de L'Aguarico) se trouvent plus directement impliquées dans la zone d'étude.

- les Quechuas : la communauté Quechua est la plus nombreuses au sein de la réserve : 237 personnes dont 130 résidant au lieu dit les plages de Cuyabeno. On peut dénommer ces familles "colons indigènes" puisque ces installations sont récentes, 20 ans pour les plages et 12 ans pour Zancudococha par des familles provenant de El Puyo et du rio San Miguel. En ce qui concerne la communauté des plages de Cuyabeno.. Cette communauté à un bon accès aux marchés urbains et à l'achat et la vente de produits à travers le transport fluvial. Les sources de revenus sont constituées ici par l'emploi occasionnel dans les activités pétrolières et touristiques, la vente de produits agricoles (maïs, café, cacao) et d'élevage, et dans une moindre mesure l'extraction de bois.

- les Cofanes : Zabalo est fondée en 1984 par des indigènes provenant de Dureno (communauté principale). Les Cofanes sont dispersés en cinq communautés. A Zabalo vivent une centaine de personnes (17 familles). Le tourisme constitue l'unique source de revenus monétaires.
- les Sionas . ils habitent la partie ouest de la réserve et sont environ 140 à Puerto Bolivar. Le tourisme est ici la principale source de revenus. Cette communauté pratique l'élevage à petite échelle et leur cultures sont destinées principalement à l'auto-consommation. La pêche et la chasse constituent les principales sources de protéines.

## 5.2 Les colons

Le développement de l'exploitation pétrolière en Amazonie a entraîné avec lui l'arrivée de populations en quête de travail et de terres. Ce phénomène, appelé colonisation, a changé radicalement les données démographiques de la Région Amazonienne Equatorienne. La région de Cuyabeno, pourtant déclarée Réserve de Production Faunistique des 1979, n'a pas échappé au phénomène de colonisation. Cinquante mille hectares colonisés ont ainsi été enlevés de la zone en 1992 et ont pris un autre statut, celui de Patrimoine Forestier de l'État.

La région de Cuyabeno compte actuellement 2198 familles organisées en 71 coopératives dont 40 sont dans la réserve et 31 en dehors (Diagnostico Sucumbios). Les familles installées dans la réserve n'ont pas de titre de propriété même si leur présence y est tolérée. Le mode de culture de ces familles, basé sur le défriche-brulis et sur une pratique de l'élevage extensif est la cause majeure de la déforestation observée dans la région, aspect que nous étudierons plus en détail dans la suite de ce travail.

## 6 Conclusion sur la présentation du site

La région d'étude est caractérisée par une grande richesse floristique et faunistique, l'une des plus importantes du monde, et d'autre part par une grande fragilité. La forêt amazonienne a réussi à se développer sur des sols pauvres en mettant au point des mécanismes nutritionnels subtils en équilibre précaire. Les conséquences de l'exploitation pétrolière et de toute perturbation anthropique seront donc importantes.

## **Partie II-La Déforestation**

## 1 La déforestation pétrolière

Le pétrole est exploité en Amazonie depuis maintenant une trentaine d'années. Le développement rapide de cette exploitation a entraîné de sérieuses altérations du milieu naturel ; pollution, contamination et déforestation sont les points communs des zones pétrolières.

L'installation des infrastructures pétrolières s'est faite au détriment de la forêt primaire. On entend ici par forêt primaire, une forêt qui n'a jamais connu de perturbation anthropique autre que celle des populations amérindiennes.

Que ce soit lors des travaux de sismique ou de l'installation des infrastructures pétrolières, il a fallu déforester d'importantes surfaces. Pour rendre compte de l'importance des superficies affectées pour la construction du champ pétrolier de Cuyabeno, nous avons réalisé une évaluation de celle-ci grâce à une visite de toutes les installations.

### 1.1 DÉFORESTATION PERMANENTE

#### 1.1.1 Les plates-formes

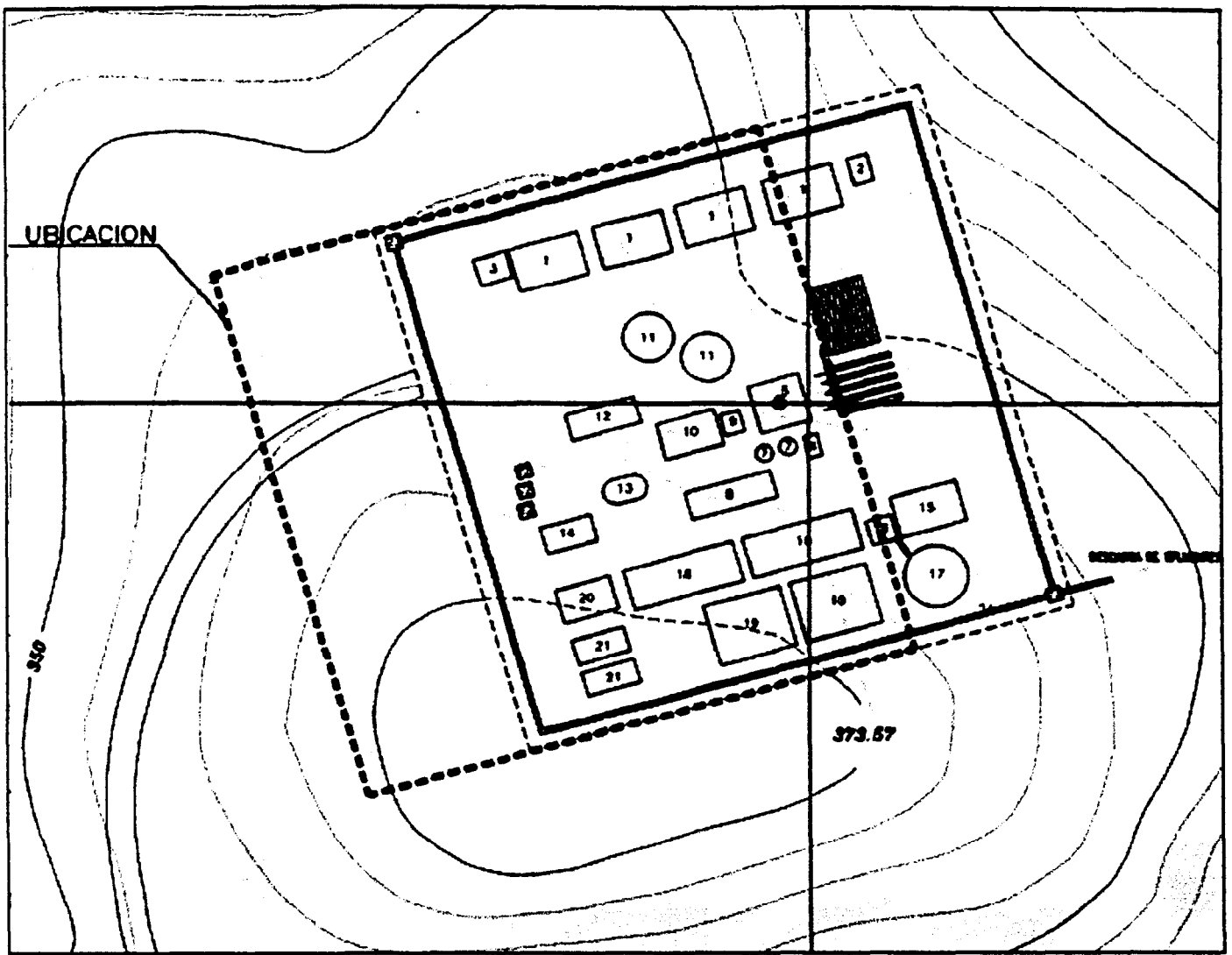
L'exploitation du champ pétrolier de Cuyabeno commence réellement en 1979 avec la perforation du puits Cuyabeno 2. A partir de cette date une vingtaine de nouveaux puits vont être perforés ; le dernier en date a été "inauguré" le 10 Septembre 1996. Le tableau VII montre l'intensité et la vitesse avec laquelle a été exploité le champ de Cuyabeno.

Tableau VII. Dates de création des puits de Cuyabeno

Puits	Date d'entrée en production	Puits	Date d'entrée en production
2	11/12/1979	12	18/02/1985
3	22/07/1981	14	21/09/1988
7	06/09/1981	15	23/11/1988
5	12/02/1982	16	30/09/1990
6	07/03/1982	17	09/11/1990
4	22/03/1982	18	16/06/1991
8	11/06/1982	19	02/12/1994
9	12/05/1984	20	19/12/1994
10	01/08/1984	21	05/10/1995
11	07/01/1985	23	10/09/1996

Source : Petroproducción.

La perforation d'un puits nécessite la mise en place d'une infrastructure et d'une logistique importante. La plate-forme de perforation doit être assez grande pour permettre l'installation de tout l'équipement. Une plate-forme type est illustrée par la figure 4.



Source : CORPCONSUL (1997)

0 100m

- |                                    |                                                     |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1-CAMPEMENT                        | 13-CITERNE DE COMBUSTIBLE                           |
| 2-SANITAIRES                       | 14-GENERATEURS                                      |
| 3-TRAITEMENT DES EAUX USAGEES      | 15-UNITE DE CONTROLE DES EFFLUENTS                  |
| 4-TUBERIES DE PERFORATION          | 16-CENTRIFUGEUSE DE BOUES                           |
| 5-TOUR DE PERFORATION              | 17-TANKER D'EAU RECYCLEE                            |
| 6-POSTE DE COMMANDE DE PERFORATION | 18-TANKERS DE BOUES                                 |
| 7-CONTROLE DE LA PRESSION          | 19-PISCINES DE BOUES                                |
| 8-POMPE DE BOUE                    | 20-FABRICATION CIMENT                               |
| 9-POULIES                          | 21-CITERNES D'EAUX                                  |
| 10-GENERATEUR POUR LA PERFORATION  | 22-PRODUITS CHIMIQUES POUR LA PREPARATION DES BOUES |
| 11-TANKER DE CIMENTATION           | 23-SEPARATEUR D'HUILES                              |
| 12-ATELIER MECANIQUE               | 24-DRAINAGE DE LA PLATE-FORME                       |

Figure. 4. Plate-forme type

L'installation de ces plate-formes se fait au détriment de la végétation présente, forêt primaire dans la majorité des cas, car il est nécessaire de raser et d'aplanir le terrain pour permettre aux engins lourds de pénétrer sur le site. Certains puits sont parfois installés sur des fincas comme c'est le cas pour le puits 19 à proximité du campement.

Depuis l'établissement des premiers puits au début des années 70, les normes de construction ont quelque peu évolué dans le sens d'une diminution des dimensions des plates-formes. Actuellement, une plate-forme en production a des dimensions moyennes de 120 m x 120 m, chiffres variant selon les sites d'installation.

Il est possible de faire une évaluation de la déforestation engendrée par la construction de tous les puits de Cuyabeno en considérant une surface moyenne déforestée de 2 hectares (valeur moyenne obtenue par observation sur le terrain et étude de plans de "Ingeniera Civil"). Il s'en suit une valeur d'environ **50 hectares** déforestés pour la totalité des puits (abandonnés et en production) de Cuyabeno.

Afin d'accéder à ces plates-formes, de nombreuses voies d'accès ont été construites à partir de la voie principale Tarapoa-Tipishca.

### 1.1.2 Les infrastructures routières

L'acheminement du matériel de perforation ainsi que des autres infrastructures a été rendu possible par la construction d'une route joignant Lago Agrio, le centre névralgique de Petroecuador, à Cuyabeno.

Initialement existait la route Lago Agrio/Tarapoa. C'est entre 1981 et 1983 que la jonction est faite entre Tarapoa et Tipishca dans le but de desservir les puits de Cuyabeno et Sansahuari (et plus récemment les puits du champ pétrolier de VHR).

Pour rendre compte de la déforestation imputée à l'exploitation du champ pétrolier de Cuyabeno, il est nécessaire de faire un choix quant à la partie de route à prendre en compte pour le calcul des aires déforestées. Nous prendrons ici comme tronçon de route, la partie allant de la "Ye" de Tarapoa jusqu'à l'entrée des puits 9 et 14, les derniers avant le champ de Sansahuari, car cette route n'avait été construite initialement que pour permettre l'accès aux puits de Cuyabeno. A partir de ce tronçon, nous calculerons la surface totale déforestée pour la construction des voies d'accès aux puits. La localisation de tous les puits est donnée sur la carte de situation (fig. 5.).

Afin d'obtenir des valeurs précises pour la largeur de la route, nous avons différencié la voie principale des voies secondaires d'accès aux puits.

Selon les normes du constructeur (conditions inscrites dans le contrat), les voies d'accès au puits ont une largeur de 5 mètres, avec un élargissement de 2 mètres tous les 200 mètres pour permettre aux véhicules de se croiser. D'autre part, les abords de la route doivent être dégagés et maintenus en l'état sur une distance de 5 mètres de chaque côté de la route.

La largeur moyenne des voies d'accès est donc de 15,30 mètres (en tenant compte de l'élargissement nécessaire pour le croisement des véhicules).

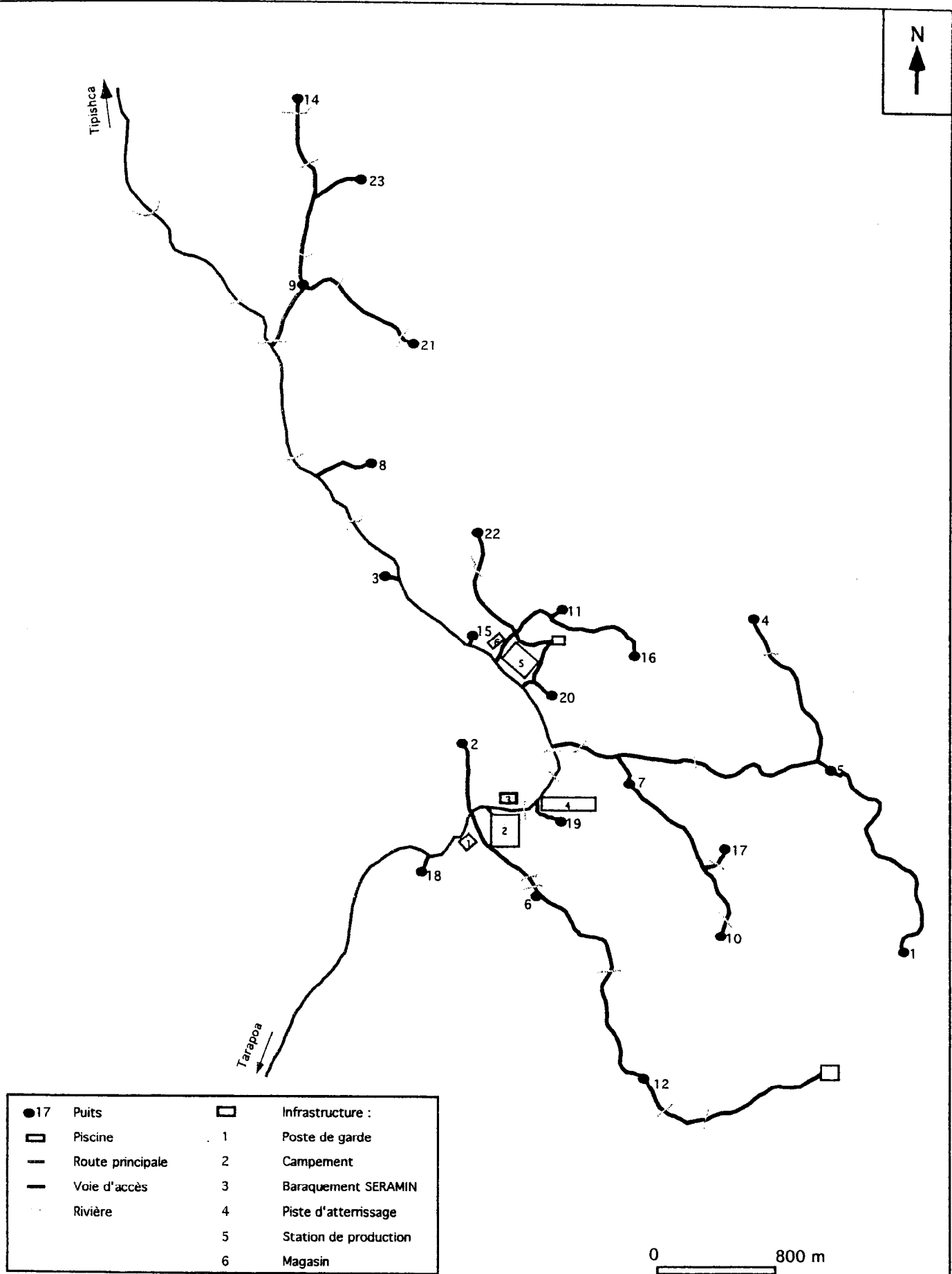


Figure.5. Infrastructures routières dans le champ pétrolier de Cuyabeno

La longueur totale des voies d'accès calculée sur le terrain (comprenant toutes les portions de route existantes) est de 18300 mètres.

La surface déforestée pour la construction des voies d'accès est donc de 280 539 m<sup>2</sup> (28,05 hectares).

Pour ce qui est des caractéristiques de la voie principale, il s'agit principalement de mesures effectuées à différents endroits de la voie Tarapoa-Tipishca. La voie a une largeur de 20 mètres en moyenne ; avec les bas-côtés et la partie réservée au passage de l'Oléoduc.

La longueur de route entre le croisement principal de Tarapoa (la "Ye" de Tarapoa) et la voie d'accès aux puits 9, 14, 21 et 23 est donc de 25 km.

Cette distance a été calculée à partir des cartes au 1/100000 de Petroproducción.

L'aire déforestée pour la construction de la route principale Tarapoa-Tipishca, entre la "Ye" et la voie d'accès aux derniers puits est donc de : 25000 x 20 = 500 000m<sup>2</sup>.

La surface déforestée pour la portion de route entre la "Ye" de Tarapoa et la limite du champ Cuyabeno est de 50 hectares.

**Les infrastructures routières ont entraîné le déboisement de 78,05 hectares de forêt.**

### 1.1.3 Les autres infrastructures

Afin de dresser un bilan plus précis de la déforestation dûe directement à la construction des infrastructures pétrolières, il est important de comptabiliser la piste d'atterrissage, le campement, la station de production, le poste de garde, le campement de SERAMIN (logement du personnel d'entretien) :

- **la piste d'atterrissage de Cuyabeno** : elle est située à côté du campement, à 50 mètres de la route Tarapoa-Tipishca. Selon les plans de l'Ingénierie civile et après vérification sur le terrain, la surface de la piste est de 5500,00 m<sup>2</sup>, auxquels il faut ajouter les bordures, elles aussi maintenues dégagées. La piste peut donc être considérée comme formant un rectangle de 65 m x 300 m. La surface déforestée pour cette construction est donc de 19 500 m<sup>2</sup> (2 has).
- **le campement** : il est situé juste à côté du poste de garde. Il comprend tous les baraquements des employés de Petroproducción, ainsi que la cantine, des terrains de sport . . . Le campement correspond à un rectangle de 200m x 100m (2 hectares).
- **la station de production** : elle est située le long de la voie Tarapoa-Tipishca, à 2 km du campement. En prenant tout en compte (l'espace réservé à la boutique, le bâtiment du service d'entretien, les bureaux .....), on arrive à une surface occupée de : 200m x 200m = 40 000 m<sup>2</sup>

- **baraquement de SERAMIN** : 25m x 20m = 500 m<sup>2</sup>
- **poste de garde** : 50m x 50m = 2 500 m<sup>2</sup>
- **fosse servant anciennement de décharge au bout de la route des puits 5 et 12** : 100m x 100m = 10 000 m<sup>2</sup>

D'après ces calculs, la déforestation totale due à la construction des infrastructures autres que les puits et les voies d'accès est égale à : 72500 m<sup>2</sup> (7,25 has).

#### 1.1.4 Conclusion sur la déforestation permanente

La déforestation totale directe et permanente engendrée par l'exploitation pétrolière du champ de Cuyabeno, calculée à partir des données de Petroproducción et des observations sur le terrain est de : 135,3 hectares approximés à 135 hectares qui se répartissent comme suit :

Tableau VIII. La déforestation permanente

Type de déforestation	Surface déforestée (Has)
Les plate-formes	50
Route principale et voie d'accès	78
Autres infrastructures	7
<i>Total</i>	<i>135</i>

## 1.2 UNE DÉFORESTATION TEMPORAIRE : LES ÉTUDES DE MESURES SISMIQUES

La première forme d'intervention de l'industrie pétrolière en Amazonie est la pénétration des équipes de sismique dans la forêt. Ces équipes sont chargées de faire exploser des charges de dynamite le long de lignes sismiques pré-définies par les géologues et de recueillir les ondes réfléchies par les formations géologiques à l'aide de géophones. A l'aide de cette information, les géologues pourront déterminer la présence de réserves pétrolières éventuelles. La surface sondée doit être la plus importante possible pour permettre une localisation précise du pétrole.

Les équipes de sismique se déplacent en ouvrant des layons rectilignes de 1,5 m à 3 m de large à l'intérieur de la forêt. D'autre part, il est nécessaire de déposer ces équipes et le matériel par hélicoptère, ce qui nécessite la construction d'héliports à des distances assez rapprochées.

Ces opérations entraînent une disparition du couvert végétal importante que l'on peut chiffrer grâce à l'étude des cartes de sismique de la zone de Cuyabeno (fig. 6).

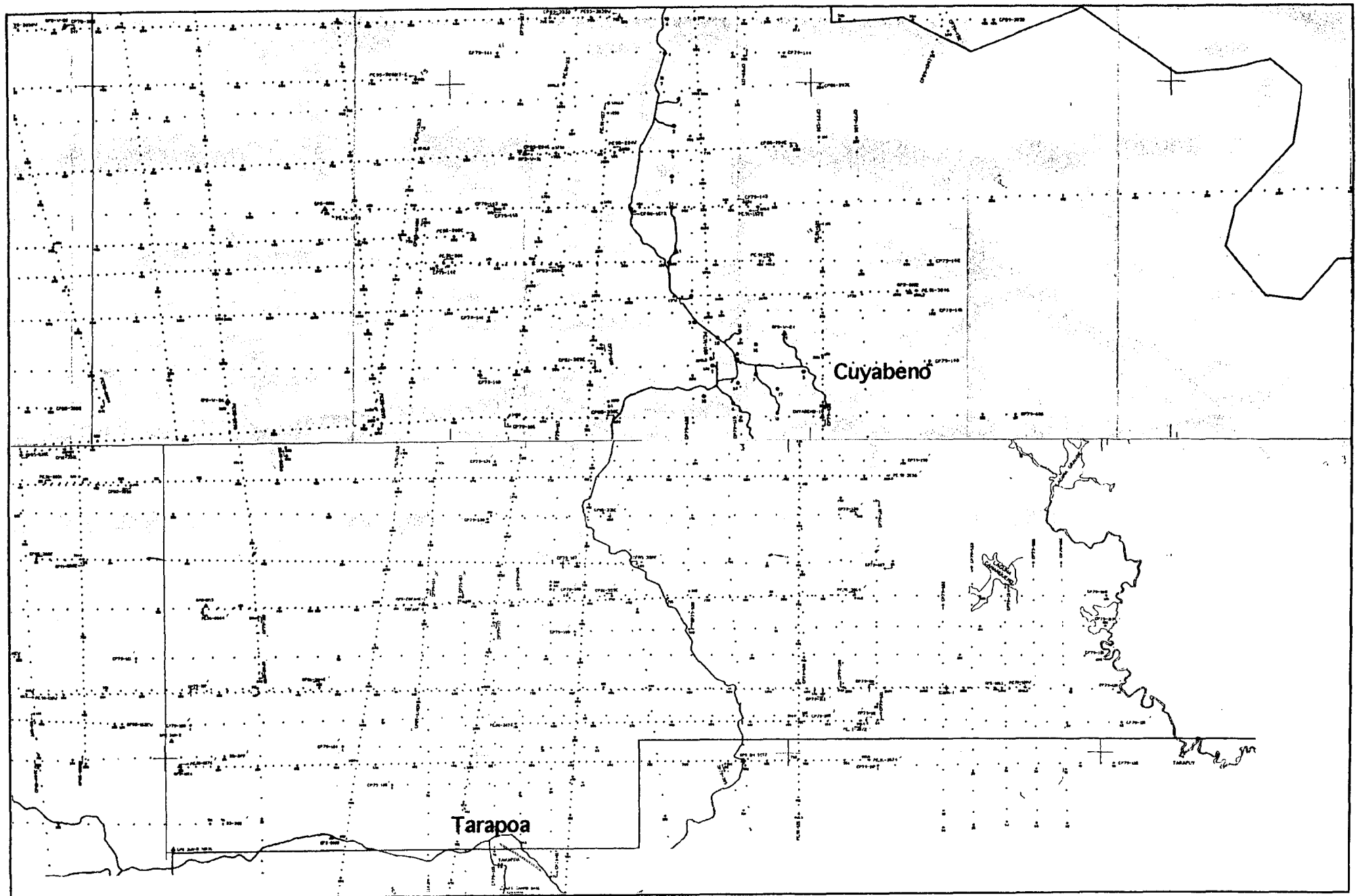


Figure. 6. Lignes sismiques effectuées de 1978 à 1995 à Cuyabeno

### 1.2.1 Les lignes sismiques

Après avoir répertorié le kilométrage des lignes sismiques en fonction de la date des campagnes sur les cartes de sismique, il a été possible de calculer une valeur approximative de la surface déforestée :

- de 1978 à 1989, 616 km de tranchées de trois mètres de large ont entraîné la disparition de 184,8 hectares.
- de 1991 à 1995, 233,5 km de tranchées de deux mètres de large ont entraîné la disparition de 46,7 hectares.
- en 1995, 74 km de tranchées de 1 m 50 de large ont entraîné la disparition de 11,1 hectares.

La différence observée dans la largeur des tranchées de sismique est due aux changements survenus dans les lois de protection du milieu naturel (Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, 1995).

La surface totale déforestée par le tracé des lignes sismiques est de **242,6 hectares** auxquels il faut ajouter la surface totale déforestée pour la construction des héliports.

### 1.2.2 Les héliports

Comme pour les tranchées, il existe des lois limitant la surface des héliports ; jusqu'en 1991, celle-ci était en moyenne de 5000 m<sup>2</sup> alors qu'elle est maintenant proche de 3600 m<sup>2</sup>.

La valeur de la déforestation pour la construction des héliports :

- de 1978 à 1995, 283 héliports de 5000 m<sup>2</sup> construits : 142 hectares.
- en 1995, 25 héliports de 3600 m<sup>2</sup> : 9 hectares.

Ce qui fait un total de **151 hectares**.

L'ensemble des travaux de sismique ont donc entraîné une déforestation de **393,6 hectares** pour ce qui concerne le champ de Cuyabeno.

La différence entre cette déforestation et celle entraînée par l'implantation des infrastructures pétrolières est qu'elle n'est pas permanente. La régénération naturelle permet une disparition d'une majorité de ces tranchées. L'impact des très nombreuses explosions sur la faune et les populations locales est bien pire que la disparition temporaire de la végétation le long des lignes de sismique.

Lors de la sortie de terrain, nous n'avons cependant pas vu beaucoup de restes de tranchées ce qui indiquerait une bonne récupération de l'écosystème. Certaines de ces lignes sismiques ont cependant été transformées en chemin de chasse ou en voie de pénétration pour les colons, ce qui aura des conséquences importantes sur l'évolution du milieu forestier.

### 1.3 CONCLUSIONS SUR LA DÉFORESTATION PÉTROLIÈRE

Il est possible de différencier deux types de déforestation dans la région de Cuyabeno : une déforestation permanente qui résulte de l'installation de toute l'infrastructure pétrolière (plate-forme, routes, campements) et une déforestation temporaire due aux travaux pré-exploitatifs que sont les études de sismique. Les résultats sont résumés ici dans le tableau IX.

Tableau IX. Bilan de la Déforestation à Cuyabeno

Type de déforestation	Surface déforestée (ha)
Plate-forme	50
Route principale et Voie d'accès	78
Autres infrastructures	7
Lignes sismiques	242
Héliports	151
TOTAL	528

Les 135 hectares de forêt déforestés pour l'installation de toute l'infrastructure de Cuyabeno représente une surface relativement réduite à l'échelle de l'Amazonie. Il est cependant nécessaire d'observer les conséquences de ces installations sur le milieu naturel environnant pour comprendre le danger d'une mauvaise exploitation du pétrole.

Cette valeur de déforestation est évidemment une approximation qui pourrait être améliorée par une étude beaucoup plus précise des photographies aériennes de la zone. Malheureusement, les seules photographies aériennes disponibles actuellement à l'IGM sont de 1976, date à laquelle le champ de Cuyabeno n'avait pas encore été mis en exploitation. L'observation de ces photographies aériennes a cependant permis de constater la présence d'une forêt primaire couvrant totalement la zone à cette époque récente.

L'impact direct de l'industrie pétrolière du point de vue de la déforestation de la région reste limité, la contamination du milieu naturel par les fuites de produits toxiques est bien plus grave, tant pour la faune que pour la flore. Les populations locales qui utilisent les ressources naturelles sont victimes de maladies directement imputables à l'industrie pétrolière.

L'observation de photographies satellites du 23 Août 1986 et du 3 Septembre 1996 est beaucoup plus intéressante car elle permet de suivre l'évolution d'un phénomène intimement lié à l'industrie pétrolière : la colonisation.

Ce phénomène, directement imputable à la construction des routes pétrolières qui représentent de véritables voies de pénétration, est le principal responsable de la déforestation de la région amazonienne équatorienne en général.

## **2 La déforestation par les colons**

La découverte de pièces archéologiques dans le haut du Napo révèle la présence de populations dans cette région à partir de 10000 BP. Il s'agit de matériel lithique très proche de celui que l'on peut rencontrer à l'Inga dans la plaine de Quito. Cela confirmerait que les premiers habitants de l'Amazonie sont descendus des Andes suivant un itinéraire qui sera maintes fois utilisé par la suite. La révolution néolithique passe par la domestication de plantes comme la yucca et l'établissement d'un mode de vie basé sur l'utilisation des ressources sylvicoles et sur l'horticulture. Déjà à cette époque, le sel de la côte arrive en Amazonie.

Les études linguistiques des langues actuelles peuvent renseigner sur la diversité ethnique qui prévalait à cette époque précolombienne. Cette émigration est la seule à avoir pris ce caractère définitif jusqu'à présent et les colons de l'ère pétrolière dont nous parlerons plus tard.

Fransisco de Orellana tente en 1541 une conquête de l'Amazonie en montant une expédition gigantesque qui se solde par la perte de centaines d'indigènes des Andes, de plus de trois cent mulets et chevaux et de quatre mille lamas. A sa suite, de nombreux conquistadors espagnols se lancent à la recherche du précieux métal jaune. Cette fièvre de l'or ne dure qu'une cinquantaine d'années et ne laisse que peu de traces dans la région.

Finalement, la pénétration la plus durable des espagnols a été rendue possible par la venue de missionnaires et en 1642, sur décision royale, le partage de l'Amazonie entre les ordres fransiscains et républicains est effectué. A la fin du XVII<sup>ème</sup> siècle, plus de cent mille indiens seront contrôlés par 161 prêtres regroupés dans dix missions. Les indiens soumis doivent abandonner leur mode de vie traditionnel de chasseur-cueilleur pour se sédentariser.

Il faudra attendre la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle pour que l'Amazonie revienne sur la scène équatorienne avec l'exportation de cannelle mais surtout celle de caoutchouc. Ce boom économique va durer quelques années jusqu'à ce que les plantations d'hévéas asiatiques entraînent une crise du caoutchouc dans tous les pays producteurs d'Amérique du Sud.

Ce n'est qu'avec la découverte du pétrole que l'Amazonie réaffirme son rôle dans la vie économique du pays avec le début d'un processus de colonisation à grande échelle.

### **2.1 LES CAUSES DE LA COLONISATION**

#### **2.1.1 Le développement de l'industrie pétrolière**

Avant d'être un pays pétrolier, l'Equateur est avant tout un pays agricole. La côte a pendant très longtemps assuré une part importante des revenus nationaux grâce à l'exploitation intense de la banane, ayant profité de la crise de l'offre après la destruction des plantations bananières d'Amérique centrale. Cette industrie a permis à quelques familles de s'enrichir phénoménalement comme c'est d'ailleurs le cas de la famille de Alvaro Noboa, candidat à la présidence de la république battu de peu aux dernières élections de Juillet 1998.

Avec la découverte des gisements pétroliers de la région amazonienne dans les années soixante dix, la géopolitique interne comme externe du pays se trouve radicalement changée. Au niveau national, les flux financiers vont changer et l'Amazonie va se retrouver au centre de la vie économique du pays. L'exportation de pétrole permet une rentrée d'argent dans le pays qui amène des changements radicaux dans le processus de développement économique. Cette région, autrefois inexistante, devient une terre de richesse, objet de toutes les convoitises.

### **2.1.2 Facteurs structurels**

A cette même période, le pays est en proie à une grave crise du système agraire. La sierra est particulièrement touchée. Les paysans ne peuvent accéder à la terre alors que la pression démographique se fait de plus en plus forte. Les échecs répétés des politiques de réforme agraire augmentent le nombre de mécontents. Les gros propriétaires des haciendas profitent de cette situation car ils trouvent une main d'oeuvre nombreuse qu'ils peuvent employer pour de très faibles salaires. Le nombre de paysans mécontents augmente dans les régions les plus touchées de Bolivar, Loja et dans les provinces de la côte.

Les conditions météorologiques vont augmenter le nombre de candidats à l'émigration. En effet, des alternances de sécheresse et de périodes de pluies intenses, dûes une fois de plus à un Niño particulièrement violent, font chuter les productions agricoles dans les provinces de la cote. Le nombre d'agriculteurs miséreux augmente. L'ouverture des frontières amazoniennes par l'industrie pétrolière représentent alors le déclencheur d'un mouvement migratoire sans précédent en Equateur. La terre promise semble alors à portée de main pour cette population de mécontents.

### **2.1.3 Le déclencheur : l'ouverture des routes**

Avant la construction de routes en Amazonie, cette partie du pays n'est visitée que par des explorateurs un peu fous à la recherche de sensations fortes. Quelques scientifiques s'y aventurent aussi pour en ramener des spécimens jusqu'alors inconnus. Il faut cependant être prêt à affronter les sauvages coupeurs de têtes, les indiens Jivaros (rendus célèbres par Hergé dans Tintin et les Picaros). Le terme Jivaro ayant été inventé par les premiers conquistadors espagnols et signifiant "sauvage".

Les conditions climatiques sont difficiles, il fait très chaud, l'humidité est proche de 100% en permanence, il pleut presque tous les jours. Il est d'autre part très difficile de se repérer dans ce milieu couvert d'une végétation dense. Ajouté à cela, l'existence de nombreux animaux inconnus comme les serpents, les tigres, les caïmans et autres mygales mortelles : l'Amazonie n'attire pas grand monde.

Lorsque les compagnies pétrolières commencent la construction de la première route permettant de joindre les villes de Quito et Nueva Loja, une grande partie des légendes amazoniennes s'effondre. Il est alors possible de gagner des terres vierges par des routes beaucoup plus sûres que les anciennes voies terrestres ou fluviales. La conquête de l'Amazonie peut alors commencer.

## 2.2-UNE DYNAMIQUE DE COLONISATION ORGANISEE AUTOUR DU RESEAU ROUTIER

### 2.2.1 L'installation le long des routes

Nous avons pu voir dans la première partie consacrée à l'étude de l'impact des infrastructures pétrolières sur le milieu forestier, tout le réseau routier qui a été implanté pour la mise en exploitation du champ pétrolier de Cuyabeno. En nous plaçant à une échelle plus grande de la province du Sucumbíos, nous pourrions mieux comprendre la dynamique globale de la colonisation.

L'observation d'une photographie satellite de la périphérie de Nueva Loja révèle une organisation calquée sur celle des infrastructures routières (cf. fig. 7.).

Les routes représentent pour les nouveaux arrivants le moyen de rester en contact avec les réseaux de distribution commerciaux habituels. En restant le plus proche possible des infrastructures routières et pétrolières, les colons espèrent profiter de la demande de main d'oeuvre. Celle-ci est très forte dans les premiers temps de la mise en place des structures de production et de transport du pétrole (Oléoduc Transéquatorien).

Il est important à ce niveau d'étudier le phénomène de la colonisation à l'échelle de la province. C'est pourquoi nous parlerons souvent dans ce qui suit de la province de Sucumbíos. Les particularités de la région d'études seront soulignées quand il le faut.

Dans toute la province de Sucumbios, on compte en 1993, 945,2 km de routes, chiffre incluant les routes principales, les chemins vicinaux, les chemins piétonniers ainsi que les sentiers.

Tableau X. Réseau routier de la province de Sucumbíos

TYPE DE VOIE	LONGUEUR (Km.)	%
Route principale	197	20,8
Chemins vicinaux	634,8	67,1
Chemins piétonniers et sentiers	113,4	12,1
TOTAL	945,2	100,0

Source : Ministerio de Obras Públicas

Chiffres que l'on peut aussi préciser à l'échelle des cantons (sans les chemins piétonniers) :

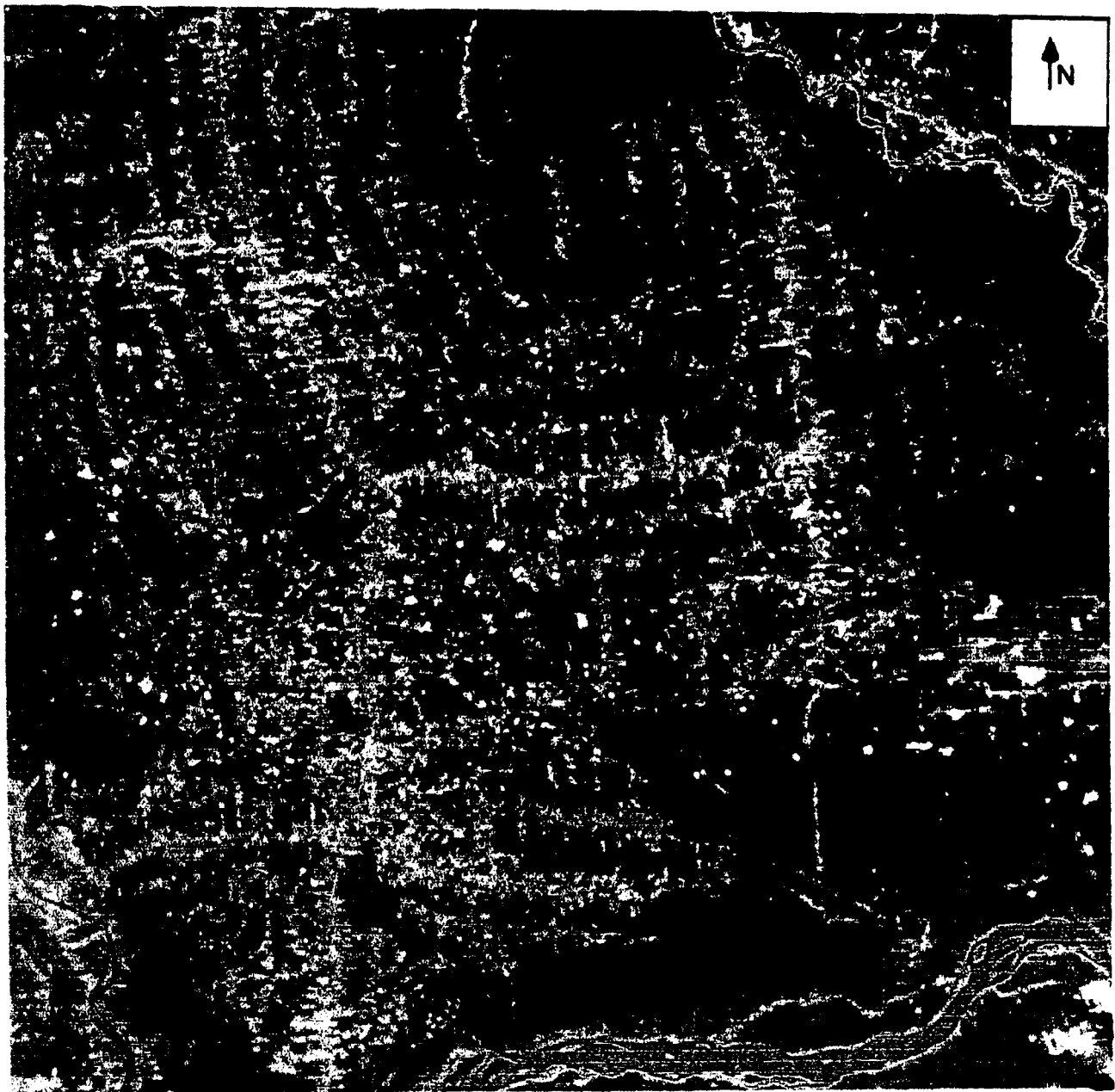


Figure.7. Organisation de la colonisation le long des routes pétrolières

Tableau XI. Kilométrage par canton

CANTON	LONGUEUR (Km.)	POURCENTAGE (%)	AIRE (Km2)	DENSITE (Km/Km2)
Sucumbíos	98,0	11,8	1525	0,0643
Gonzalo Pizarro	76,4	9,2	2225	0,0343
Cascales	55,9	6,7	1275	0,0438
<b>Putumayo</b>	<b>61,0</b>	<b>7,3</b>	<b>3650</b>	<b>0,0167</b>
Lago Agrio	420,5	50,6	7025	0,0599
Shushufindi	120,0	14,4	2425	0,0495
<b>TOTAL</b>	<b>831,8</b>	<b>100,0</b>	<b>18125</b>	<b>0,0459</b>

Source : Ministerio de Obras Públicas

Remarque : dans ce tableau ainsi que dans ceux qui suivront, les données concernant le canton de Putumayo apparaîtront en caractères gras afin de faire ressortir les particularités de Cuyabeno.

Les routes principales ont été construites par les compagnies pétrolières et les chemins vicinaux par les populations regroupées en petites communautés ou villages plus ou moins reconnus officiellement. Les colons arrivés par les routes s'installent alors selon un schéma simple et clairement établi dans toutes les zones pétrolières équatoriennes.

## 2.2.2 Les lignes de colonisation

### 2.2.2.1 Une spécificité des zones pétrolières équatoriennes

L'observation des photographies satellites de la zone révèle un maillage des surfaces autour des routes. C'est ce qu'avait noté, dès 1977, Henri Barral dans le cadre d'une étude de la colonisation amazonienne sous le patronnage de l'ORSTOM-PRONAREG :

*"Les premiers à arriver occupent les bords des routes nouvelles, à raison d'une finca tous les 250 m, sur les deux côtés. Quand les nouveaux colons s'installent ils choisissent les lignes parallèles à la route, mais à une distance de 2000 mètres (où 1600 mètres dans le secteur de Coca). Cette bande s'appelle respaldo, on dira par conséquent qu'une finca se trouve en seconde ligne ou sur le premier respaldo en troisième ou en deuxième respaldo".*

Le terme de respaldo a été délaissé au profit de celui de ligne de colonisation. L'adresse des colons se résume ainsi par le numéro de ligne précédé du nom de la route principale et du kilométrage. Milton, colon rencontré près de Cuyabeno habite ainsi sur la deuxième ligne au km 17 de la voie Tarapoa-Tipishca. Dans certaines régions fortement colonisées, on peut observer jusqu'à 7 lignes de colonisation de chaque cote de la route principale. On peut schématiser ces lignes de colonisation (cf. fig. 8.).

Cette organisation très géométrique de la colonisation fait la spécificité de ce que l'on peut appeler l'aire de colonisation pétrolière de l'Amazonie équatorienne. La région colombienne qui se trouve à une vingtaine de km de Lago Agrio présente un plan d'occupation des sols totalement anarchique comme on peut le voir sur la photographie satellite (cf. fig. 9.).

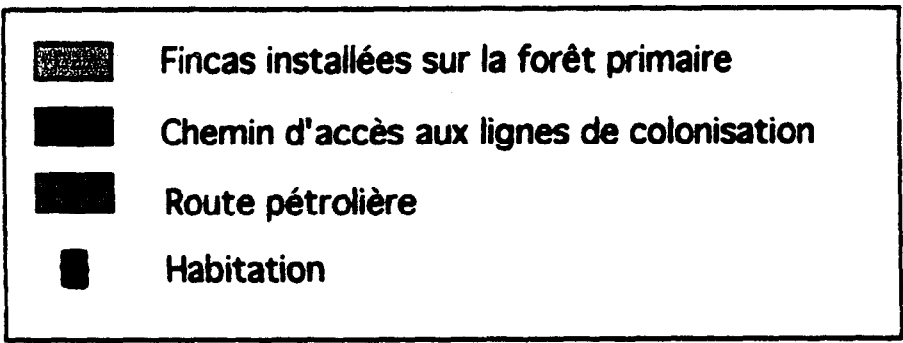
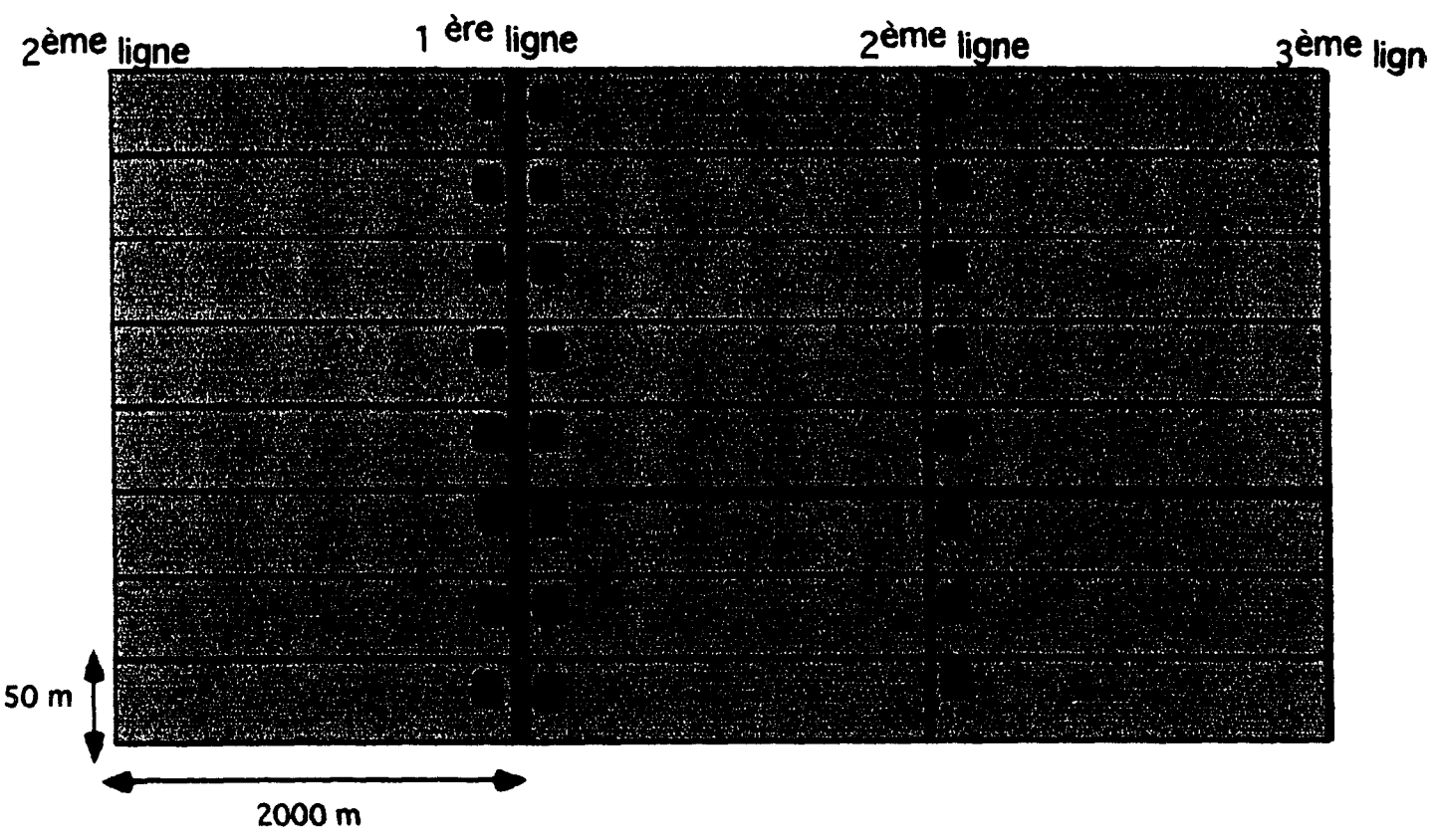


Figure.8. La mise en place des lignes de colonisation

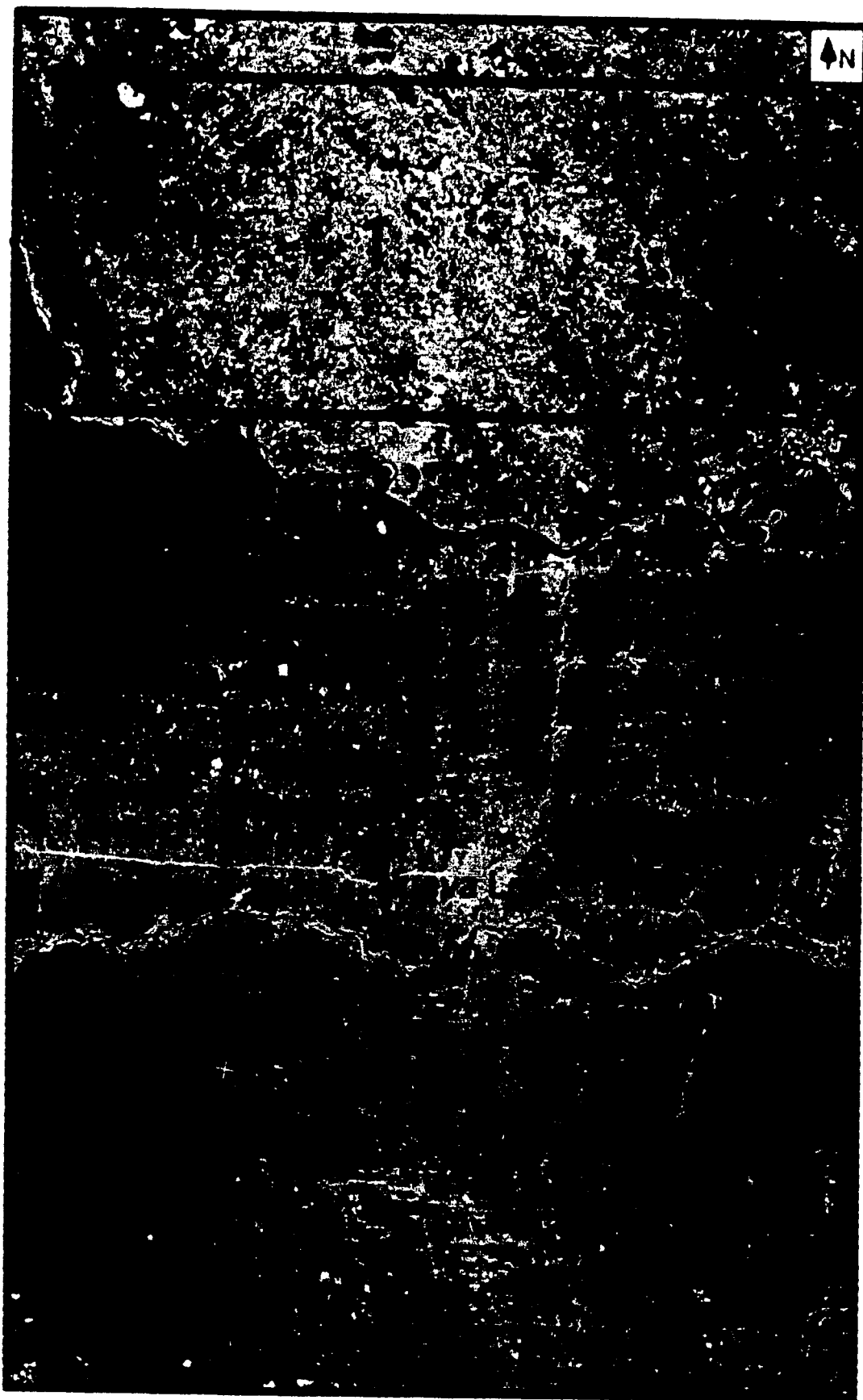


Figure.9. Comparaison de la colonisation en Amazonie colombienne (1) et équatorienne (2)

### **2.2.2.2 L'importance de la première ligne**

Les premiers colons arrivés sont donc les plus proches de la voie principale ce qui leur procure de nombreux avantages tant pour la vente de leur production que pour la scolarisation des enfants ou des possibilités de monter des commerces. Les colons les plus éloignés ont parfois 12 km à parcourir pour rejoindre la voie principale ce qui limite la possibilité d'échanges d'autant que les sentiers qu'ils empruntent ne sont pas carrossables. Le type d'utilisation agro-sylvo-pastorale variera ainsi beaucoup entre les différentes lignes de colonisation.

Les colons arrivent par les routes sans beaucoup de bagages et décident de s'installer lorsque le terrain leur paraît propice ou dès qu'ils trouvent un espace libre. Dans les premiers temps de la colonisation, les nouveaux arrivants se sont installés à proximité des centres pétroliers comme Lago Agrio ou Coca afin de profiter de la demande d'emplois très forte dans les débuts de l'exploitation pétrolière, c'est ce qu'on appelle les impacts positifs de l'exploitation pétrolière (dans lesquels on peut d'ailleurs faire figurer la prostitution, très forte dans ces aires de pétroliers célibataires).

Cependant, les colons à la recherche de terres à cultiver se sont prioritairement installés le long des routes, en s'éloignant de plus en plus des centres urbains pour pouvoir trouver des espaces encore inoccupés. L'alternative étant de rester dans des zones peuplées mais sur des lignes éloignées des artères principales ou de chercher des terres vierges en s'enfonçant à l'Est vers des régions peu peuplées, ce qui est le cas de Hanibal, colon venu de la région de Bolivar qui nous a raconté son histoire :

*"lorsque je suis arrivé en Amazonie, en 1975, je suis d'abord allé dans la région de Coca et comme il y avait déjà beaucoup de monde, je me suis installé sur la sixième ligne, à 12 km de la voie principale. Les conditions étaient difficiles car il fallait parcourir les 12 km pour aller vendre le café ou acheter les produits. Quand j'ai entendu dire qu'il y avait des possibilités de s'installer dans la région de Cuyabeno, je suis parti avec toute la famille pour m'y installer"*

Aujourd'hui, Hanibal, sa femme et ses six enfants habitent sur la première ligne à côté du campement pétrolier de Cuyabeno.

### **2.2.3 La finca : l'espace de vie des nouveaux arrivants**

Les colons habitent des fincas, terme typiquement Sud-Américain désignant l'ensemble de la propriété, incluant la maison, les cultures et la forêt qu'ils n'ont pas coupée. L'organisation de la finca est très similaire dans toutes les parties amazoniennes visitées et leur taille varie très peu (tab. XII).

Tableau XII. Taille moyenne des fincas dans la province de Sucumbíos

CANTON	SUPERFICIE MOYENNE (has)
Lago Agrio	60,0
Cascales	53,0
Gonzalo Pizarro	59,5
Shushufindi	48,0
<b>Putumayo</b>	<b>65,0</b>
Sucumbíos	58,0

Source . PROFORS

La finca est l'espace dans lequel les colons vont vivre et travailler la terre. Toute la famille travaille, y compris les enfants que l'on retrouve parfois seuls au milieu de la forêt tirant des mules chargées de café. L'homme est responsable des cultures alors que la femme garde la maison, fait à manger, s'occupe des enfants et tient parfois un petit commerce lorsque la finca est sur la première ligne.

Les cultures que l'on trouve à l'échelle de la région sont très similaires, quels que soient les cantons : le café est le produit le plus cultivé suivi par le riz ; on trouve ensuite d'autres produits comme le yuca, le maïs, la banane ou des agrumes. En plus de cette agriculture, l'élevage tient une place très importante. La mise en place de ces cultures se fait après défriche de l'espace forestier selon des modalités qui diffèrent en fonction du type de cultures.

## 2.3 L'UTILISATION DU SOL PAR LES COLONS

### 2.3.1 Des cultures bien différentes de celles pratiquées par les Indiens

Avant que les colons arrivent, des peuples amérindiens, ethnies sionas-secoyas, shuars et quichuas principalement cultivaient la terre beaucoup plus rationnellement. Il faut dire aussi que la pression démographique était moins forte avec des taux de croissance très faibles voir nuls dans certaines parties. L'agriculture pratiquée était basée sur l'utilisation extensive durable de toutes les classes de ressources naturelles et sur l'exploitation migrante rotative de petites surfaces avec de larges cycles de repos et de régénération de l'écosystème. Les indiens connaissaient extrêmement bien leur milieu naturel, et avaient adapté leurs pratiques agricoles au cours du temps. La technicité des pratiques était extrêmement faible, mais les rendements obtenus suffisants pour assurer la nutrition des populations.

Les colons sont arrivés et se sont installés en cassant le système traditionnel. La densité de population est très élevée, bien supérieure à la capacité de charge que peut supporter un écosystème aussi fragile. Le taux de croissance pour la période 1982-1990, observé dans les régions de forte colonisation varie selon les sources : 4% selon le Diagnostico Socioeconomico de la Provincia de Sucumbíos, 4,9% pour Kimmerling qui cite une valeur de 8% pour les régions de plus forte colonisation. Ces valeurs sont à comparer aux 2% de taux de croissance nationale.

Les colons travaillent la terre avec des optiques plus commerciales que les populations autochtones. L'agriculture est basée sur une exploitation unilatérale extractive et exhaustive des ressources dans un but de rendement commercial. L'occupation des

terres perd son caractère rotatif et devient quasi-permanente. La terre n'est plus laissée au repos, ce qui empêche la récupération de l'écosystème. Il n'y a pas de connaissance suffisante ni même de considération pour le milieu. L'adaptation aux conditions particulières de l'écosystème amazonien est faible, voire inexistante.

La colonisation a donc apporté des populations totalement étrangères au milieu amazonien, qui vont développer des cultures inadaptées avec des méthodes inadéquates.

## 2.3.2 Les différentes cultures

### 2.3.2.1 Une culture de rente : le café

#### a-Les raisons du succès

Les colons, arrivés de leur province de Bolivar ou de Loja ont rapidement dû développer des cultures de rente pour pouvoir obtenir des ressources financières. La culture du café s'est imposée pour plusieurs raisons :

- les colons originaires de la côte connaissaient cette plante, cultivée dans leur région
- le mode de culture de cette plante est extensif et sans capital
- il n'y a pas besoin de mécanisation ni de travail précultural
- la seule opération culturale est la récolte et éventuellement la fumigation du café pour lutter contre la Broca.

La faible main d'oeuvre nécessaire, le faible entretien et les faibles investissements ont donc fait que le café s'est développé très rapidement. D'autre part, les colons ne font pas preuve de beaucoup d'originalité et copient volontiers ce qui se fait chez le voisin. La diffusion de cette culture peut être très rapide si elle a prouvé sa rentabilité dans la finca d'à côté et même les communautés indigènes se sont mises à en cultiver.

La vente de café est un moyen très rapide d'obtenir de l'argent. Bien souvent, les colons vont au marché vendre uniquement un quintal afin d'obtenir de quoi faire les courses le jour même. Entre le producteur et l'exportateur, il est difficile de connaître le nombre exact d'intermédiaires. Il semblerait qu'il y en ait cinq : le paysan commerçant qui, situé sur une route ou dans un hameau ramasse une partie des récoltes environnantes, le commerçant grossiste de la ville (Lago Agrio), le grossiste de Santo Domingo et enfin l'exportateur de Guayaquil, port de la côte.

Les routes pétrolières jouent encore ici un rôle primordial dans l'extension de ces cultures de café. Elles servent d'axes de commercialisation privilégiés pour ces cultures qui sont parfois dans des coins très reculés de l'Amazonie (dans le cas des colons de cinquième et sixième ligne).

## **b-La pratique culturale du café**

Afin d'obtenir des descriptions précises des techniques employées par les agriculteurs, nous sommes allés enquêter dans différentes familles proches du campement de Cuyabeno. Sur les premières et deuxième lignes, les itinéraires techniques sont les mêmes. Les changements s'opèrent au niveau de la superficie plantée. Plus les fincas sont proches de la route, plus le nombre d'hectares de café est important. Les superficies plantées varient entre 4 et 10 hectares

L'itinéraire technique :

- la première étape consiste à couper tous les arbres, cette opération se fait à la tronçonneuse qui est la plus part du temps empruntée à des voisins. Les arbres maderables comme le Chunchu, l'Arenillo, le Cedro, le Canello, ou le Jigua principalement, sont débités en planches utilisées pour la construction de la maison ou entreposées sur le bord de la route en attendant un acheteur (cf. photo. 2).
- les arbres qui restent sont laissés sur place où ils se décomposeront rapidement.
- des trous de 10 cm de profondeur sont ensuite creusés à l'aide d'un pic en bois ou d'une machete la plupart du temps avec une densité moyenne de 1 trou/m<sup>2</sup>.
- des plantules de 50 cm de moyenne sont alors plantées, opération qui est effectuée par les membres de la famille en un temps très court.
- les cultures sont laissées pendant 3 à 4 ans, pendant lesquels quelques nettoyages sont effectués pour éliminer la compétition des graminées.
- après ces quelques années, le café commence à produire
- le principal de la récolte s'effectue d'Août à Novembre mais une bonne partie est cueillie tout au long de l'année. Le café récolté est un mélange de grains rouges et verts, ce qui explique la qualité médiocre du café équatorien.
- après une dizaine d'années, les caféiers deviennent moins productifs et il faut alors replanter. Généralement, la plantation de jeunes plants vigoureux se fait en même temps sur une autre parcelle pour éviter des périodes improductives.
- les productions sont variables en fonction de l'âge de la plantation, des conditions climatiques et de la présence de la broca, parasite qui mange l'intérieur des cerises de café.

Il est difficile d'estimer le rendement de café car tous les chiffres divergent, les colons ne savent pas toujours les quantités exactes qu'ils ont récoltées et les problèmes de conversion entre les quintaux, les livres, les tonnes métriques et les kilogrammes entraînent souvent de grossières erreurs d'appréciation. On peut cependant estimer que les rendements sont compris entre 20 et 30 Quintaux par hectare (Diagnostico Sucumbios).

Un quintal de café est vendu 40.000 sucres sur le marché de Aguas Negras, ce qui permet de chiffrer les revenus entre 600.000 et 1.200.000 de sucres par hectares (le Sucre étant une monnaie très instable actuellement, nous prendrons une valeur moyenne de 1 Franc = 800 Sucres).

Les superficies de café sont plus importantes dans les fincas situées au bord des routes mais dépassent rarement 10 hectares car il serait alors nécessaire d'embaucher des journaliers pour les récoltes.

### *2.3.2.2 Une culture vivrière : le riz*

Le riz est le produit le plus cultivé après le café. Elle n'est cependant pas une culture de rente comme peut l'être le café. Elle assure la base de l'alimentation pour toute la famille, souvent très nombreuse. Le riz est cultivé dans toutes les fincas selon une méthode de défriche-brûlis identique :

- en Octobre, 1 à 2 hectares de forêt est coupé puis tout est laissé à sécher. Les arbres madérables sont débités et utilisés comme bois d'oeuvre.
- en janvier, tout est brûlé. Le terrain est alors recouvert d'un tapis de cendre et de trons calcinés.
- la plantation du riz s'effectue par groupes de deux personnes ; la première tient un pic dans chaque main et effectue deux trous tous les 40 cm dans lesquels la deuxième personne introduit une dizaine de grains de riz. A huit personnes, un hectare par jour peut être planté.
- jusqu'à la récolte, il faudra effectuer des sarclages assez régulièrement pour éliminer les mauvaises herbes
- la fumigation à l'aide de MALATION est assez répandue pour la lutte contre les parasites.
- la récolte a lieu en Juillet-Août. Les tiges sont coupées et battues sur une grande bâche, les tiges sont laissées sur le terrain.
- le riz est ensuite trié, nettoyé, séché et emmené au "pilador". Il pourra alors être consommé.

En général, les familles ne produisent que pour leur consommation personnelle. Dans le cas de production exceptionnelle, une partie de la récolte pourra être vendue mais cela est très rare. La production moyenne de riz pilé est de 0,77 Tonnes/ha et la superficie semée de 2,4 hectares pour le canton de Putumayo. Au niveau de la province les valeurs varient sensiblement.

Tableau XIII. Superficie et rendement du riz semée dans la région et par finca

CANTON	SUPERFICIE SEMEE (ha)	SUPERFICIE SEMEE PAR FINCA (ha)	RENDEMENT (T de riz pillé/ha)
Cascales	108	0,6	0,64
Lago Agrio	650	3,0	0,64
<b>Putumayo</b>	<b>270</b>	<b>2,4</b>	<b>0,77</b>
Shushufindi	380	1,0	0,77
Gonzalo Pizarro	-	-	-
Sucumbíos	60	1,0	0,73
<b>TOTAL</b>	<b>1468</b>	<b>1,6</b>	<b>0,70</b>

Source : Diagnostico Socioeconomico de la Provincia de Sucumbíos, 1993.

Après une récolte, le terrain est abandonné et est transformé en pâturage ou en système agroforestier composé principalement de bananier, de yuca, d'agrumes et d'autres arbres fruitiers. Le riz n'est jamais cultivé plusieurs années de suite au même endroit, ce qui en fait une culture consommatrice d'espace forestier.

### 2.3.2.3 Les autres cultures

Autour des maisons se trouvent des vergers caractérisés par une grande diversité. On y trouve principalement des espèces fruitières comme le bananier, le manguier, l'arbre à pain ou le guaba ; quelques ananas et un grand nombre de Citriques comme le mandarinier, plusieurs espèces de citronnier et le citronnier-mandarinier.

Les colons cultivent la yucca (autre nom du manioc) pour leur consommation ainsi que de la banane verte (platano). Le maïs n'est pas très répandu dans la région à part dans quelques fincas pour nourrir la volaille. Toutes ces plantes ne servent qu'à la consommation familiale. Quelques familles proches des routes vendent parfois des régimes de banane ou quelques pieds de Yucca mais on ne peut parler de culture de rente.

### 2.3.2.4 Les pâturages

Ils constituent la majorité des paysages de la région avec une superficie de 60.000 hectares en 1993. On peut les trouver soit dans les parties basses inondables soit dans les parties hautes comme succession à la culture du riz. Les principales espèces de pâturage sont la "dallis" (*Brachiaria decumbens* Ztapf.), la "gramalote" (*Axonopus scoparios*), la "saboya" (*Panicum maximum* Jacq.), la "elefante" (*Pennisetum purpureum* Schum.), la "kikuyo" (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt.) et la "Alemán" (*Echinochloa polystachya* Rojas).

On ne compte que des bovins même si des essais sont actuellement en cours pour introduire la chèvre africaine. Les espèces prédominantes à Cuyabeno sont les vaches Brahaman et Cebú, le reste du cheptel étant composé de croisements entre Holstein Criollo, Brown Suis, Santa Gertrudis, Charolais, Hereford et Criollo.

L'élevage bovin est actuellement un des secteurs les plus porteurs dans le domaine agricole et l'on peut s'en inquiéter étant données les faibles capacités des sols et la

fragilité écologique de la région. Les pâturages sont utilisés trop intensément pour permettre une régénération de la fertilité des sols, ce type de pâturages ayant une capacité de charge de 0,37 unité bovine/ha. (PROFOGAN, 1991). Au bout de 7-8 ans, les pâturages ne peuvent plus assurer la nutrition du cheptel. Il faut ajouter à cela les maladies qui attaquent les pâturages et baissent encore la capacité de charge des champs.

Ces zones de pâturages ne sont pas arborées et perdent très vite la capacité de se régénérer. Les processus naturels de restauration et de reprise du couvert forestier sont faibles. Des pâturages abandonnés ne présentent pas de forme de régénération naturelle. Ces zones de pâturages sont des aires de déforestation que l'on pourrait qualifier de permanentes qui connaissent une expansion alarmante dans toute la région.

Les chiffres produits par PROFORS (Programa Forestal Sucumbíos) pour la région amazonienne montrent la tendance à la hausse du nombre de têtes de bétail.

Tableau XIV. Évolution du taux de croissance du nombre de têtes de bétail pour la période 1954-1987

Période	Taux de croissance du nombre de têtes de bétail (en %)
1954-74	≈0
1974-86	5,1
1986-87	8,2

Source : Diagnostico Canton Gonzalo Pizarro PROFORS, 1990.

Les pâturages varient de 5 à 15 hectares en fonction de la ligne de colonisation. Certains colons, plus riches que les autres peuvent être propriétaires de plusieurs fincas et posséder alors des surfaces de pâturages de plus de 50 hectares.

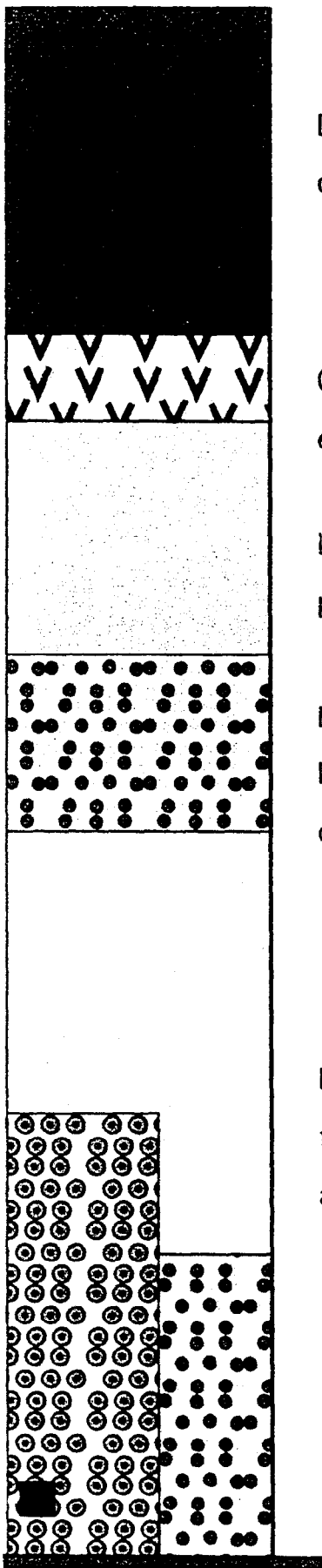
## 2.4 CONSEQUENCES DE LA COLONISATION


### 2.4.1 Étude qualitative : les conséquences des pratiques agro-sylvo-pastorales


“Il n'est pas d'agriculture entre les tropiques sans destruction de la forêt” (Neboit, 1993)


Les colons sont responsables de la plus grande partie de la déforestation en Amazonie. Ceci est essentiellement dû au type d'utilisation des terres par les paysans (fig. 10.). Cette déforestation est amenée à augmenter encore car les terres cultivées après défriche perdent en quelques années leur fertilité. Cette perte de fertilité est due à une mauvaise utilisation de sols n'ayant pas d'aptitudes agricoles. Nous ne reviendrons pas ici sur les caractéristiques pédologiques des sols qui ont déjà été décrites plus avant. Nous pouvons signaler rapidement les quelques conséquences agronomiques de la mauvaise gestion des sols des systèmes agro-sylvo-pastoraux.


La pratique du défriche-brûlis (cf. photo 3 et 4) : cette pratique a été très étudiée dans de nombreuses régions du globe et il n'est pas question de faire ici une étude détaillée des conséquences




Dans le fond de la finca, il reste parfois quelques hectares de forêt primaire 

Chaque année, 1 à 2 hectares de forêt sont défrichés, brûlés et plantés en riz 

La forêt dégradée pour la culture du riz est transformée en pâturages 

Des caféiers sont aussi plantés sur les surfaces défrichées les plus jeunes se trouvent dans le fond de la finca alors que les plus vieux sont plus proches de la route 

Proche de la maison, les colons plantent de nombreux arbres fruitiers qu'ils associent souvent à du yucca  on trouve aussi des bananiers et parfois un peu de maïs

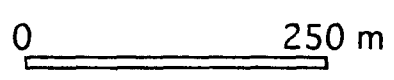


Figure.10. Organisation d'une finca type de Cuyabeno

agronomiques de cette pratique culturale. On peut cependant dégager rapidement les quelques points importants :

- Les réserves minérales stockées dans les arbres sur pied sont libérées dans le sol sous forme directement assimilable. La majorité de ces réserves est cependant entraînée dans le sol par lixiviation. Les sols perdent ainsi immédiatement le stock de fertilité issu du brûlis. Cela explique que les agriculteurs ne cultivent le riz que pendant un an.
- Lors de l'opération de brûlis, les températures atteintes au dessus du sol peuvent excéder les 590°C, et 170°C dans le premier cm (Uhl et al., 1981). Ces fortes températures causent la mort d'une grande partie du stock semencier et des pousses ce qui limite les possibilités de régénération naturelle après abandon de la parcelle.
- Des phénomènes d'érosion par ruissellement apparaissent sur les parties mises à nu.
- A un niveau moindre mais non négligeable, le soleil peut jouer le même rôle que le feu sur des surfaces dénudées.
- Les principales actions de nettoyage, sarclage changent la composition floristique du milieu. Les espèces pionnières disparaissent au bénéfice des adventices qui envahissent le terrain après l'abandon de la parcelle.
- Après l'abandon de la parcelle, certains chercheurs estiment qu'il faut à peu près 200 ans pour récupérer l'écosystème original (Saldaniaga, 1986), cette valeur étant un minimum.

Les pâturages sont utilisés sans respecter des temps de repos nécessaires à la récupération de l'écosystème. Les aires de pâturage sont d'autre part dépourvues d'arbres. On va donc observer :

- Baisse de la productivité et de la qualité des espèces fourragères
- Stérilisation du sol par le tassement dû au piétinement des animaux, principalement dans les zones basses inondables.
- Disparition de la biodiversité par broutage excessif.
- Faible dissémination des graines d'espèces forestières à l'intérieur des pâturages.
- Forte prédation des semences tombées au sol
- Forte mortalité des plantules à cause d'une trop forte compétition pour l'eau et la lumière avec la végétation herbacée existante.

Lorsque les pâturages sont abandonnés, la reprise du couvert végétal va être extrêmement lente ce qui va faire de ces aires des aires de déforestation quasi-permanentes.

## 2.4.2 Étude quantitative

Il était très important d'analyser les pratiques culturelles des colons pour en saisir les conséquences sur le milieu forestier. Il était d'autre part nécessaire d'observer celles-ci à l'échelle de la région dans laquelle s'inscrivent tous les flux commerciaux qui soutiennent l'économie de notre région d'étude, les abords du champ pétrolier de Cuyabeno.

Le mode d'installation et les pratiques culturelles des colons sont sans conteste les facteurs les plus actifs dans le processus de déforestation. La caféiculture et le pastoralisme extensifs sont responsables de la déforestation de grandes surfaces. Les cultures de café permettent de maintenir un couvert végétal dense mais la biodiversité est perdue. Les pâturages constituent la principale forme de paysage observable dans la zone, et la majorité d'entre-eux sont abandonnées faute de pouvoir assurer la nutrition du bétail.

Pour ce qui concerne la riziculture : la nécessité de planter chaque année sur une parcelle nouvellement défrichée en fait une culture de déforestation, d'autant que les superficies rizicoles sont transformées en pâturages après une seule récolte.

Bien qu'il soit difficile d'évaluer les dégâts exacts perpétrés par la colonisation en terme de déforestation, il est possible d'avancer quelques chiffres. Selon Myers (1990), le taux de déforestation au niveau de la région Amazonienne Equatorienne est égal à 4%, ce qui correspond à une disparition de 3000 km<sup>2</sup>/an. A ce rythme, il n'y aura plus de forêt dans 25 Ans.

La comparaison des photographies satellites prises le 23 Août 1986 et le 3 septembre 1996 montre bien l'évolution du front de déforestation pour la région de Cuyabeno (fig. 11).

A partir de ces deux photographies, on peut noter l'augmentation des surfaces occupées par la colonisation qui correspond à une zone de plus en plus déforestée. Les limites de cette déforestation sont clairement celles des routes et infrastructures pétrolières. Par rapport à d'autres zones pétrolières comme Lago Agrio ou Coca, les dégâts sont assez limités. Il n'existe qu'une ligne de colonisation continue des deux côtés de la route et quelques lignes secondaires sporadiques. Il faut dire que la zone de Cuyabeno a le statut de Réserve Naturelle, et est soumise normalement à une législation très stricte qui interdit toute forme de colonisation. Cela n'a pas empêché l'installation de nombreux colons dans les limites officielles du parc qui a eu pour conséquence un changement de statut de la zone colonisée qui est devenue zone de "Patrimonio Forestal del Estado". Cinquante mille hectares, situés au milieu de la réserve ont ainsi été retirés de la réserve de Cuyabeno. On peut tirer de la comparaison des deux photographies satellites précédentes un schéma de l'évolution du front de déforestation (fig. 12).

Le statut des colons de Cuyabeno n'est cependant pas réglé pour autant car pour le moment, et contrairement à ce qui s'est fait dans d'autres parties de la province, aucun

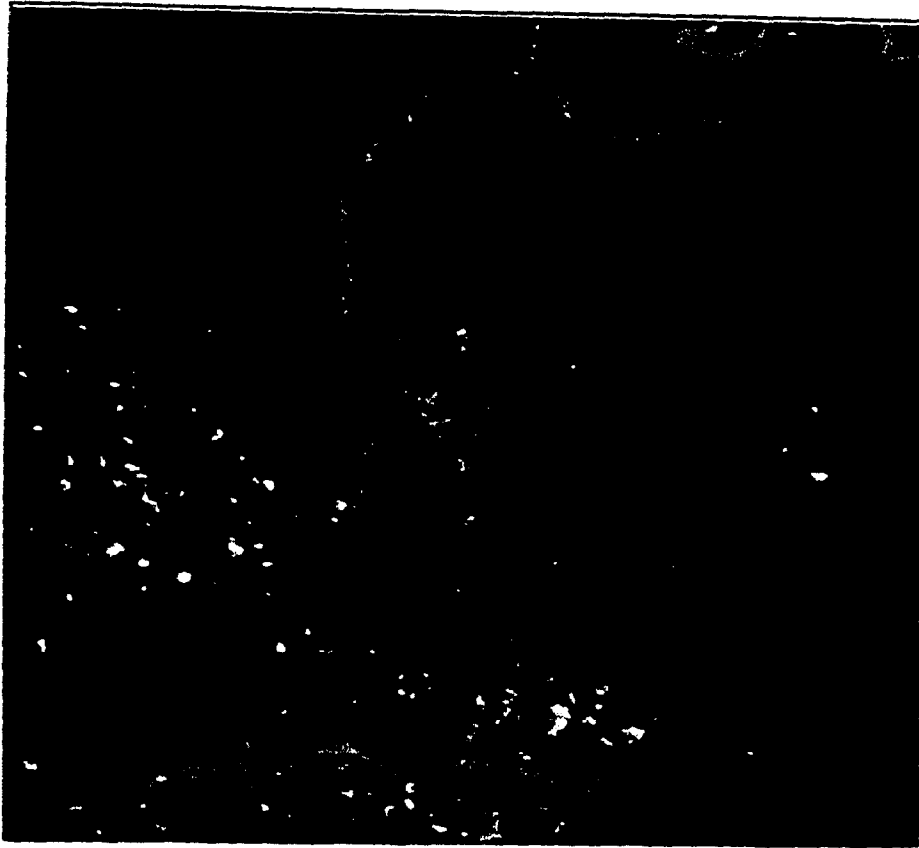


Figure 13.a. Photo Landsat du 23 Août 1986

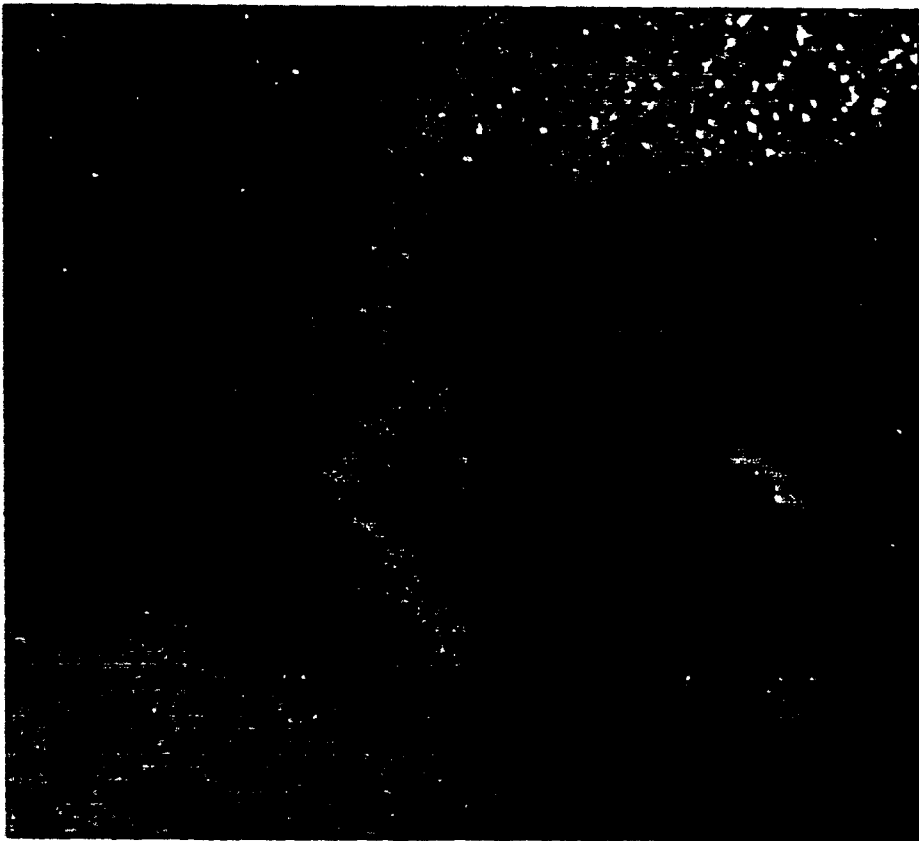


Figure.13.b Photo Landast du 3 Septembre 1996 0 10 km

Figure.11. Photographies satellites de la région de Cuyabeno

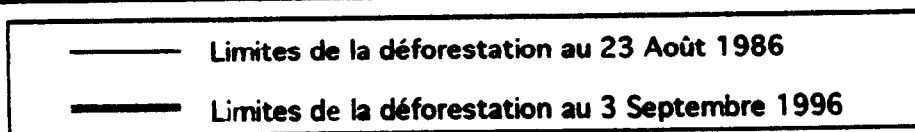
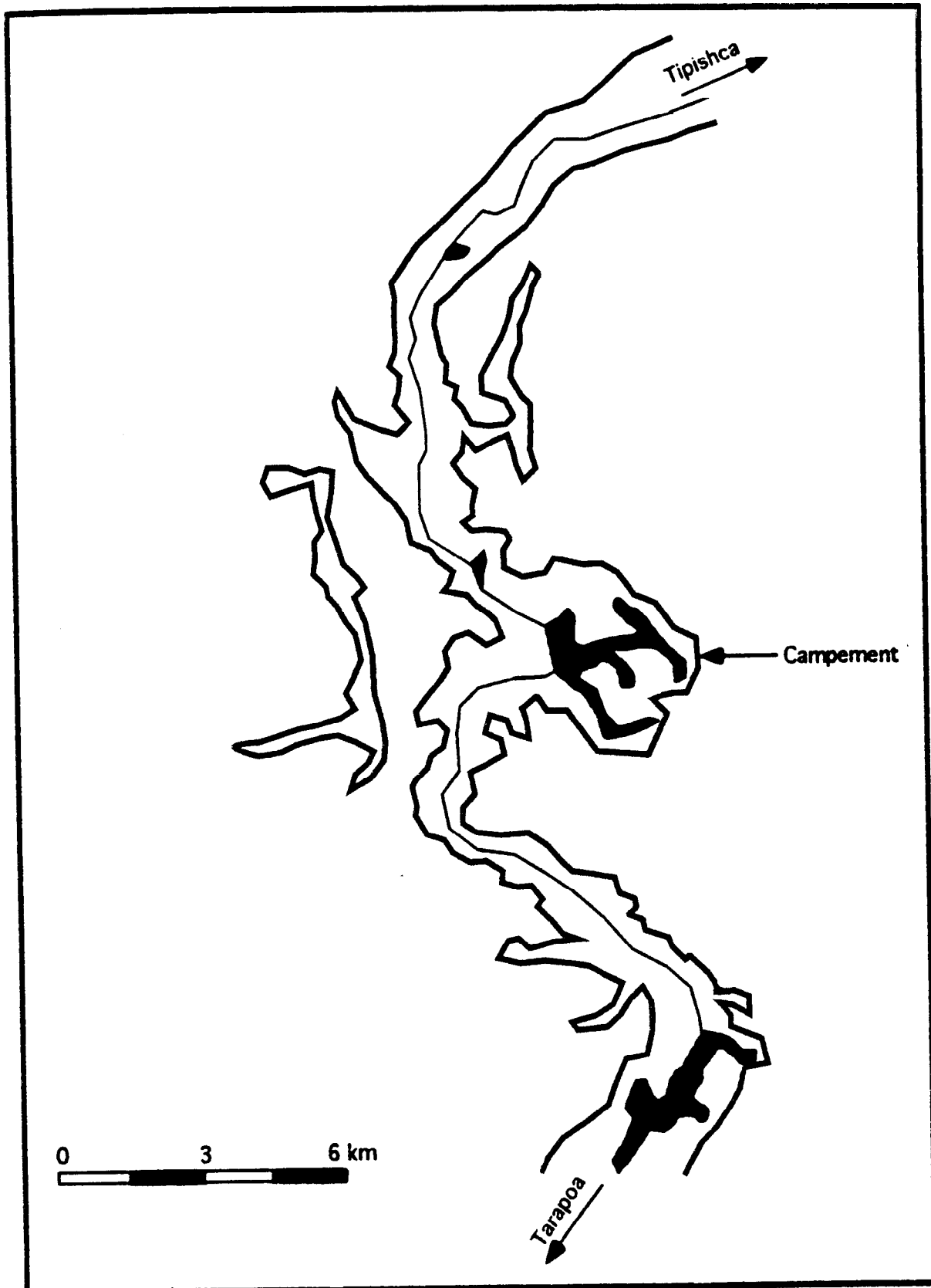


Figure.12. Evolution du front de déforestation entre 1986 et 1996 à Cuyabeno

colon n'a de titre de propriété valable. Leur présence est acceptée officieusement par les organismes responsables mais ils ne sont pas près d'être régularisés, cela pour plusieurs raisons : les autorités craignent l'arrivée de nouveaux colons, attirés par une campagne de régularisation et les pétroliers, rois de la zone veulent garder leur liberté d'intervention dans la zone et ne pas avoir à indemniser des colons propriétaires légaux dans le cas de dommages causés par l'exploitation pétrolière.

Il faudrait, pour plus de précision, faire une étude détaillée des données satellitaires qui existent et observer leur évolution dans le temps. Cela permettrait d'obtenir des données chiffrées précises. Il aurait d'autre part été intéressant de faire des observations de photographies aériennes, malheureusement, l'IGM (Instituto Geografico Militar) n'a pas réalisé de campagne photographique de la zone de Cuyabeno depuis 1970, date à laquelle l'exploitation n'avait pas débuté. La réalisation d'un inventaire chiffré de la déforestation serait intéressante afin de suivre précisément l'avancée du front de colonisation.

### 3-Conclusion générale sur la déforestation à Cuyabeno

Il existe donc deux types de déforestation à Cuyabeno : une déforestation directement imputable à l'exploitation pétrolière et une déforestation due à la colonisation qui dépend directement de la première.

La quantification de la déforestation pétrolière est possible dans la mesure où elle est délimitable facilement. Pour la quantifier, il s'agit de calculer directement sur le terrain les aires occupées par toutes les infrastructures. Il peut y avoir eu des erreurs d'appréciation mais les valeurs obtenues sont très proches de la réalité. Il apparaît ainsi que les dommages causés par l'exploitation pétrolière sont assez limités à l'échelle de la région amazonienne. Nous parlons ici uniquement de la déforestation et non des effets de l'exploitation pétrolière en général sur le milieu naturel et les populations (il faudrait sinon ouvrir un chapitre bien noir pour les pétroliers).

Pour ce qui est de la déforestation par la colonisation, il n'a pas été possible de la quantifier dans cette étude. Comme nous l'avons dit, il serait nécessaire de faire une analyse des données satellitaires pour obtenir des données fiables. En revanche, les causes de cette déforestation ont pu être identifiées. Cette déforestation correspond à une avancée de la frontière agricole sous l'effet de pratiques extensives non adaptées à la fragilité du milieu tropical amazonien, et principalement l'élevage extensif.

La déforestation engendrée par cette colonisation apparaît bien plus importante que celle causée directement par l'exploitation pétrolière. Certains en font une description dramatique comme Dourojeanni "*la surabondance de population qui descend des Andes jusqu'aux plaines amazoniennes ne reste pas ici. Elle avance à la vitesse d'un feu lent, se concentrant sur toute la longueur d'une marge serrée entre la terre qu'ils détruisent et celle qu'ils abandonnent*" (cité dans Myers, 1984). Toujours dans le même registre Dourojeanni écrit encore "*c'est un lent feu ardent*" qui "*avance inexorablement*" (Weil 1989) (cf. photo. 5)

On peut donc dégager de cette étude une typologie de la déforestation en fonction des acteurs responsables, ce qui nous permettra alors de différencier les types de reforestation à mener sur les différentes zones.

Pour ce qui est de la reforestation des aires pétrolières, il s'agit de réinstaller une végétation sur des surfaces entièrement nues. Ceci ne fait appel qu'à des solutions techniques adaptées aux conditions du milieu.

La reforestation des aires colonisées posera des problèmes d'ordre agronomique et de viabilité des exploitations agricoles en milieu tropical.

## **Partie III-La reforestation**

## 1 Étude de la reforestation sur les aires d'influence directes

Dans le cas présent, il s'agit d'étudier les possibilités de reforestation des aires affectées directement par l'industrie pétrolière et principalement les puits. Les lois environnementales régissant l'activité pétrolière imposent la reforestation des zones affectées (Reglamento Ambiental Para Las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, 1995).

Sous la pression des écologistes nationaux et internationaux, Petroproducción a lancé un programme de reforestation des aires touchées par l'industrie pétrolière. Qu'en est-il après cinq années ?

Une visite de terrain a permis de dresser un bilan des conditions rencontrées sur les aires déforestées par la mise en place des infrastructures pétrolières. Nous avons d'autre part pu observer les reforestations effectuées jusqu'à présent. A partir de toutes ces observations, nous pourrions dégager les problèmes principaux et les solutions pour y faire face.

### 1.1 LES DIFFÉRENTES ZONES A REFORESTER

La reforestation des puits ne concerne pas toute la surface occupée par la plate-forme mais seulement les pourtours de celle-ci. La plate-forme doit rester dégagée et est maintenue vierge de toute présence végétale par les équipes d'entretien, même sur les puits qui se trouvent actuellement abandonnés. Il est nécessaire de maintenir ces zones dans l'éventualité de l'intervention d'équipement lourd pour la remise en production ou le traitement de fuites de pétrole ou toute autre intervention.

Les parties à reforester sont donc les abords directs de la plate forme que l'on peut observer (cf. fig. 13. a.).

Les plate-formes sont construites la plupart du temps au sommet ou aux flancs de collines mais jamais dans les cuvettes intercollinaires qui constituent des zones classiques d'inondations. La coupe d'une plate-forme type révèle une topographie très découpée qui va donner lieu à une différenciation des types d'action de récupération à mener.

Il est possible de faire une typologie des zones de la plate-forme (cf. fig. 13. b.).

- **les talus** (cf. photo. 6) : lors du creusement de la plate-forme, les flancs de la colline sont entamés afin d'obtenir une surface de plate-forme la plus plane possible. On observe donc de très fortes pentes, entre 30 et 80 degrés (et non 30% et 80%), qu'il est indispensable de fixer pour éviter des glissements de terrain sur la plate-forme. Ces pentes sont rectilignes, aplanies au bull-dozer et surplombées par la végétation adjacente qui peut être de la forêt primaire, de la forêt secondaire ou des cultures de colons.
- **la plate-forme sensu-stricto** : la partie centrale de la plate-forme doit rester vierge. Cette zone est recouverte d'une couche de pierres permettant le drainage des eaux de pluie. Seules quelques graminées arrivent à la coloniser. La reforestation ne doit pas être effectuée sur cette partie centrale.

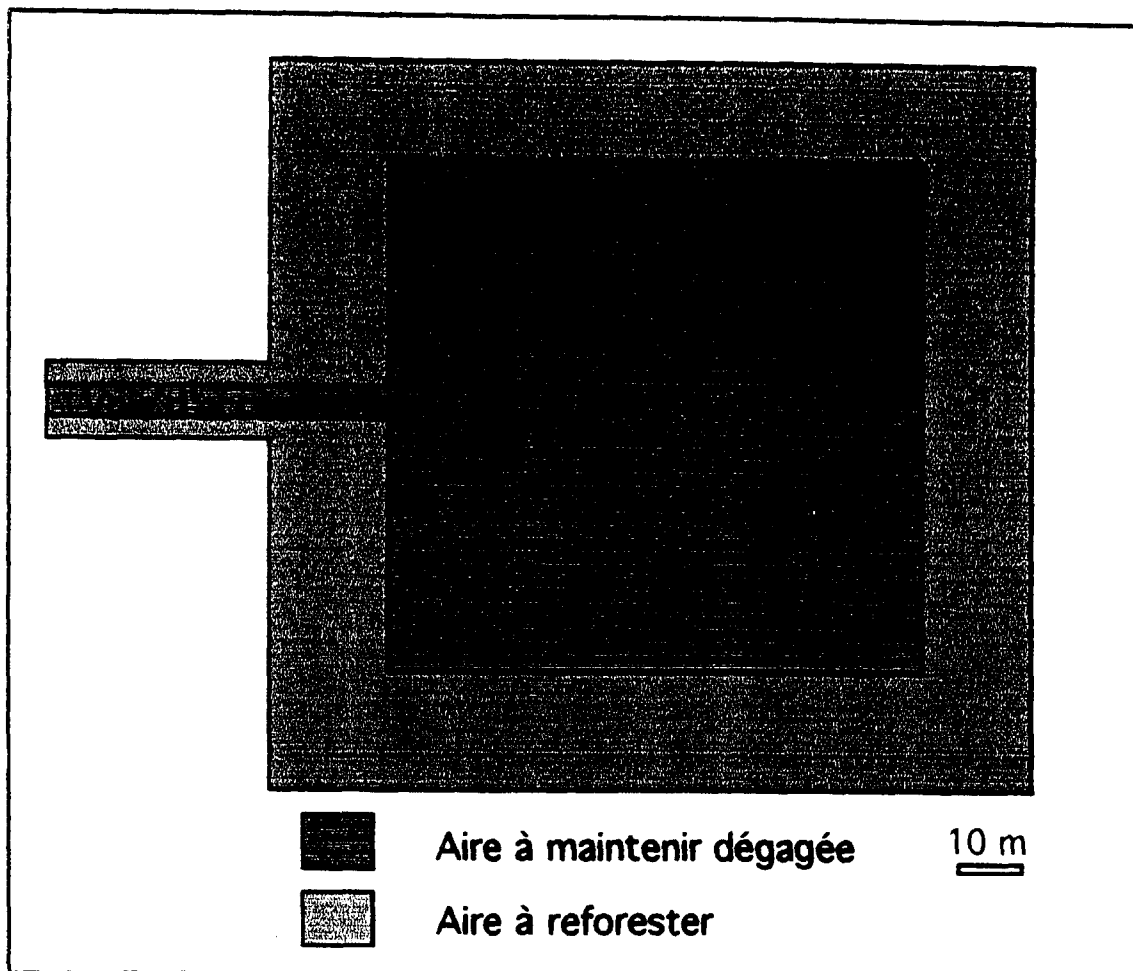


Fig. 13. a. Schéma d'une plate-forme type à reforester

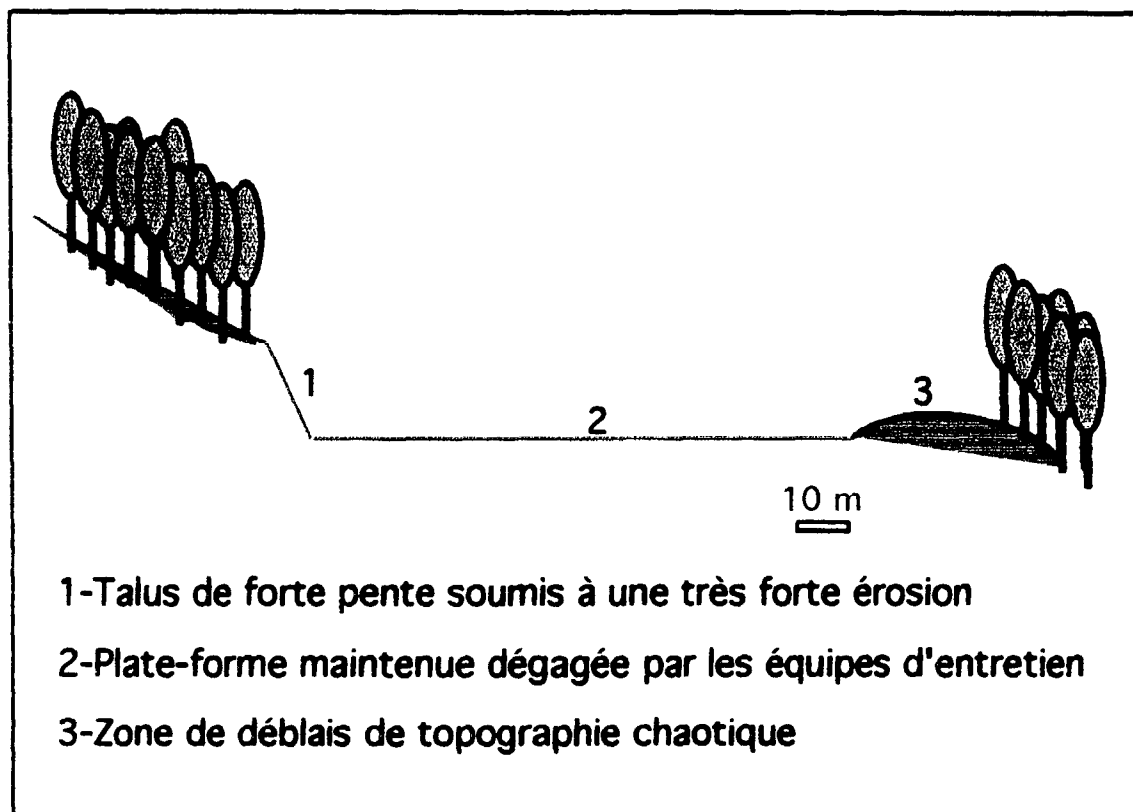


Fig.13. b. Coupe d'une plate-forme type

- **les piscines** : pendant toute la phase de perforation du puits, les déchets de perforation sont stockés dans des piscines. Une fois le puits en production, les piscines sont imperméabilisées, rebouchées et recouvertes de terre. Cet espace se prête alors à la reforestation.
- **la zone de déblais** : les tonnes de terre enlevées lors du creusement du talus sont le plus souvent déposées grossièrement de l'autre côté de la plate-forme. Il ne s'agit que de terre, les débris végétaux provenant de l'ancienne couverture végétale servant au sous-bassement de la plate-forme ou des voies d'accès.

## 1.2 LES TYPES DE REFORESTATION MENES

### 1.2.1 Les acteurs

Le programme de reforestation des aires pétrolières de PETROECUADOR est sous la responsabilité de la section "Medio Ambiente" de la filiale Petroproducción. Les plantes utilisées pour la reforestation proviennent des deux pépinières mises en place par Petroproducción : la plus ancienne à Lago Agrio et une beaucoup plus récente à Guarumo. Ces pépinières sont bien développées et les responsables font preuve d'un grand esprit d'initiative quand aux types de plantes produites.

### 1.2.2 Description de la technique employée

Dans tous les puits visités lors de la sortie de terrain (Bermejo, Lago Agrio, Libertador, Cononaco, Cuyabeno, Sansahuari), la technique de reforestation est la même (cf. photo. 7).

La technique est assez simple : tous les 4 m, un trou de 40cm de section et 40cm de profondeur est creusé à l'aide d'une barre de fer et d'une pelle. Ils sont alors remplis de terre noire organique "tierra negra" prélevée dans les sites forestiers environnants. Les plants sont alors installés et maintenus à l'aide d'un tuteur. Parfois, de la sciure provenant d'une scierie voisine est dispersée au pied de chaque plante pour assurer une meilleure stabilité structurale du sol.

- **plantes utilisées** : sur l'ensemble des puits, les plantes utilisées sont les mêmes. On compte une vingtaine de plantes différentes, toutes issues des viveros de Petroproducción : Pachaco, Guaba, Bejuco, Guaba hilta, Gemelina, Dormilón, Cadena, Orejera, Guarango, Jigua, Peine de mono, Guayaba, Cutanga, Laurel, Cedrillo, Balsa.

Cette méthode de reforestation est menée dans la majorité des puits même si l'on observe parfois quelques variantes comme c'est le cas sur le puits Cuyabeno 17 où une tentative de terrassement des sites de plantation a été entreprise (cf. photo. 9).

Les problèmes rencontrés dans ces reforestations peuvent être imputables en grande partie aux difficiles conditions du milieu comme la faible fertilité des sols, la forte

érosion et la fragilité de l'écosystème amazonien en général. Cependant, le manque de technicité et l'absence de suivi des plantations peuvent être rendus responsables de l'échec des reforestations.

## 1.3 LES PROBLÈMES RENCONTRES

### 1.3.1 Faible fertilité des sols

Les sols rencontrés majoritairement dans la zone de Cuyabeno sont des sols rouges, Oxic DYSTROPEPTS selon la Soil Taxonomy, typiques de la zone collinaire rencontrée dans le Nord-Est équatorien. Les particularités de ces sols sont décrites dans la première partie.

La forte concentration en aluminium peut s'avérer toxique pour les plantes. Elle agit au niveau des racines, induisant une baisse de la surface racinaire, ainsi que la nécrose des racines, observable par la présence de zones noires. La nutrition racinaire est ainsi diminuée provoquant alors des perturbations de la nutrition végétale. Cette baisse de l'absorption racinaire peut aussi être imputée à la carence en calcium et magnésium emportés par lixiviation.

Cette forte concentration aluminique va de pair avec une très faible valeur du pH. Cette acidité fait baisser l'activité des bactéries, des actynomicètes et de la faune du sol en général.

Ces sols sont donc caractérisés par une grande pauvreté minérale, une toxicité aluminique et un pH très faible. La végétation amazonienne supporte pourtant ces conditions édaphiques. Les plantes ont mis en place des systèmes de recyclage extrêmement efficaces, basés sur une utilisation optimale des produits de dégradation de la matière organique.

Contrairement à d'autres écosystèmes forestiers dans lesquels le stock minéral est situé au niveau du sol, il est ici contenu dans la biomasse elle-même. Ce type d'équilibre sol-végétation est extrêmement fragile et très facilement perturbable par la moindre variation des conditions du milieu. On peut donc imaginer les conséquences néfastes de la disparition du couvert végétal au niveau des caractéristiques du sol lors de la construction des infrastructures pétrolières.

La déforestation entraîne des mécanismes de perte de fertilité du sol dans un temps très rapide. Le sol qui était resté protégé jusque là se trouve exposé à des conditions climatiques très différentes.

En temps normal, l'eau de pluie est freinée par la voûte des arbres, par les arbustes, les plantes herbacées et éventuellement la litière du sol. La surface du sol est ainsi bien protégée de l'effet splash, qui détruit la structure du sol par la violence du choc des gouttes de pluie.

Les gouttes d'eau qui ruissellent le long des troncs peuvent éventuellement former de petites rigoles en se rejoignant à la surface du sol mais leur effet érosif est négligeable.

L'élimination du couvert végétal expose le sol à des conditions nouvelles beaucoup plus agressives. Le ruissellement et l'érosion en général vont très rapidement transformer le sol en une couche stérile incapable d'assurer une régénération naturelle ou artificielle.

### **1.3.2 Le processus érosif**

L'érosion est un phénomène relativement bien connu dans toutes les différentes parties du globe. Elle représente la perte des éléments de la surface du sol par l'action du vent ou de la pluie. Les régions couvertes par la forêt tropicale ont la réputation de stabilité face aux agressions climatiques mais la perte de couvert végétal lors de la déforestation change dramatiquement les conditions du milieu. Les zones jusque là stables deviennent potentiellement érodables.

L'érosion dont il s'agit ici est avant tout dûe au ruissellement des eaux de pluie sur des sols mis à nu par la déforestation. L'influence éolienne se fait sentir localement lors de la chute de grands arbres, et des minis tornades peuvent détruire des superficies importantes comme ce fut le cas dans la région Nord de la Réserve de Cuyabeno.

De nombreux auteurs ont étudié les processus engendrés par le ruissellement en milieu tropical. Nous retenons que l'absence de végétation sur un sol, associée à des pluies tropicales de forte intensité, engendre une perte des premiers horizons organiques du sol. Le transport solide par ruissellement sur des sols déforestés sera responsable de la perte de fertilité des sols.

Sur l'ensemble des puits visités, les phénomènes d'érosion observés sont extrêmement intenses. On aperçoit une érosion de type cheminée de fée (cf. photo. 9). Sur certains puits ainsi que le long des routes, de nombreux talus sont en proie à des glissements de terrain. Ceci est dû en grande partie à l'absence de terrassement et à la nudité des pentes.

### **1.3.3 Le drainage**

Le drainage est le mode d'évacuation des eaux de pluie par les formations de surface. Sur terrain "naturel", les eaux de pluie pénètrent dans le sol et rejoignent les flux souterrains qui alimentent les nappes phréatiques ou se retrouvent dans les rivières avoisinantes.

Les infrastructures pétrolières perturbent ces mécanismes par rupture des flux naturels. Le manque de drainage accentue le phénomène d'érosion décrit précédemment car l'eau qui n'est plus drainée ruisselle en lame d'eau sur les surfaces en pente ou alors stagne sur les surfaces planes.

### **1.3.4 Contamination**

Au bord de chaque plate-forme, les piscines ont été très mal taponnées et certaines montrent des traces d'affleurement de pétrole. Les puits 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 16 et 21 sont ainsi contaminés. Les conséquences sont importantes à cause du drainage naturel et de l'érosion par ruissellement de ce pétrole dans les rivières alentours.

Il sera difficile de reforester des zones contaminées par le pétrole, par les boues de perforation ou de produits chimiques utilisés pour le traitement du pétrole brut. Sur certains puits (1 et 9), des plantes tentent de coloniser les anciennes piscines. Très vite, elles subissent un arrêt de la croissance et sont rachitiques. Les plantes ne peuvent restaurer un milieu contaminé. Avant toute reforestation, les piscines devront être traitées à l'aide des techniques existantes comme celle développée actuellement par la Catolica sur le puits 9. Cette technique consiste à traiter la terre contaminée par l'adjonction de bactéries qui réduisent les molécules de pétrole.

### **1.3.5-Maintenance**

L'équipe de reforestation a en charge tout le secteur géographique du Nororient qui comprend les camps de Auca, Bermejo, Cononaco, Cuyabeno, Sansahuari, VHR , etc... Vu le nombre d'employés, il est impossible d'assurer un suivi efficace des plantations effectuées. Les reforestations des puits souffrent d'un manque de suivi, les plantes qui ne se sont pas développées ne sont pas remplacées et les graminées ne sont pas éliminées ce qui nuit aux espèces ligneuses.

### **1.3.6-Manque de spécificité**

Le schéma type de la reforestation appliquée sur tous les puits est d'une grande simplicité. Quand il s'agit de plantations paysannes, il est nécessaire de divulguer des techniques simples et de faible coût. Le but est ici de récupérer les sols des espaces déforestés dans un temps raisonnablement court. Il est donc important de tenir compte des spécificités des sols rencontrés et surtout des différences de topographie, de relief, de pente lors de la conception des plans des reforestation.

Sur certains puits, la technique appliquée sur les pentes à forte déclivité est la même que celle appliquée sur les espaces plans. Il est cependant essentiel de comprendre que les phénomènes d'érosion n'ont pas les mêmes caractéristiques suivant les critères énumérés plus avant. La lutte contre l'érosion est un préliminaire essentiel à la reforestation.

Les terrains à reforester sont entièrement à reconstruire au niveau pédologique et végétal ce qui oblige à faire preuve d'imagination et d'un minimum de technicité. Les plantes utilisées, indigènes, montrent une bonne adaptation aux conditions climatiques, comme le balsa qui se développe très bien sur l'ensemble des puits visités. Il est toutefois regrettable de ne pas observer plus d'associations ligneuses-légumineuses, il y aurait pourtant des expériences intéressantes à mener.

Les données scientifiques sur les conditions réelles du milieu rencontré manquent crucialement : études des sols ( fertilité, composants, érodabilité, structure, texture) et données climatiques spécifiques de la zone.

### **1.3.7-Manque de prise en compte des recommandations**

Tous les Plans d'Aménagement préconisent un certain nombre d'actions à mener afin d'assurer une exploitation du pétrole rationnelle et dans le respect du milieu naturel.

Concernant la végétation, il est demandé de préparer le terrain de manière à faciliter les actions de reforestation, ce qui passe par l'utilisation efficace des résidus de coupe, par la construction de terrasses le long des talus, la mise en place de réseaux de drainage . . . Il est clair que toutes ces directives ne sont pas du tout prises en compte par les entreprises chargées de la construction des plates-formes. Les forestiers sont donc obligés de travailler dans des conditions de milieu extrêmement difficiles accentuées par un manque de moyens financiers.

Nous pouvons résumer le tout par un schéma synthétique (fig. 14 .).

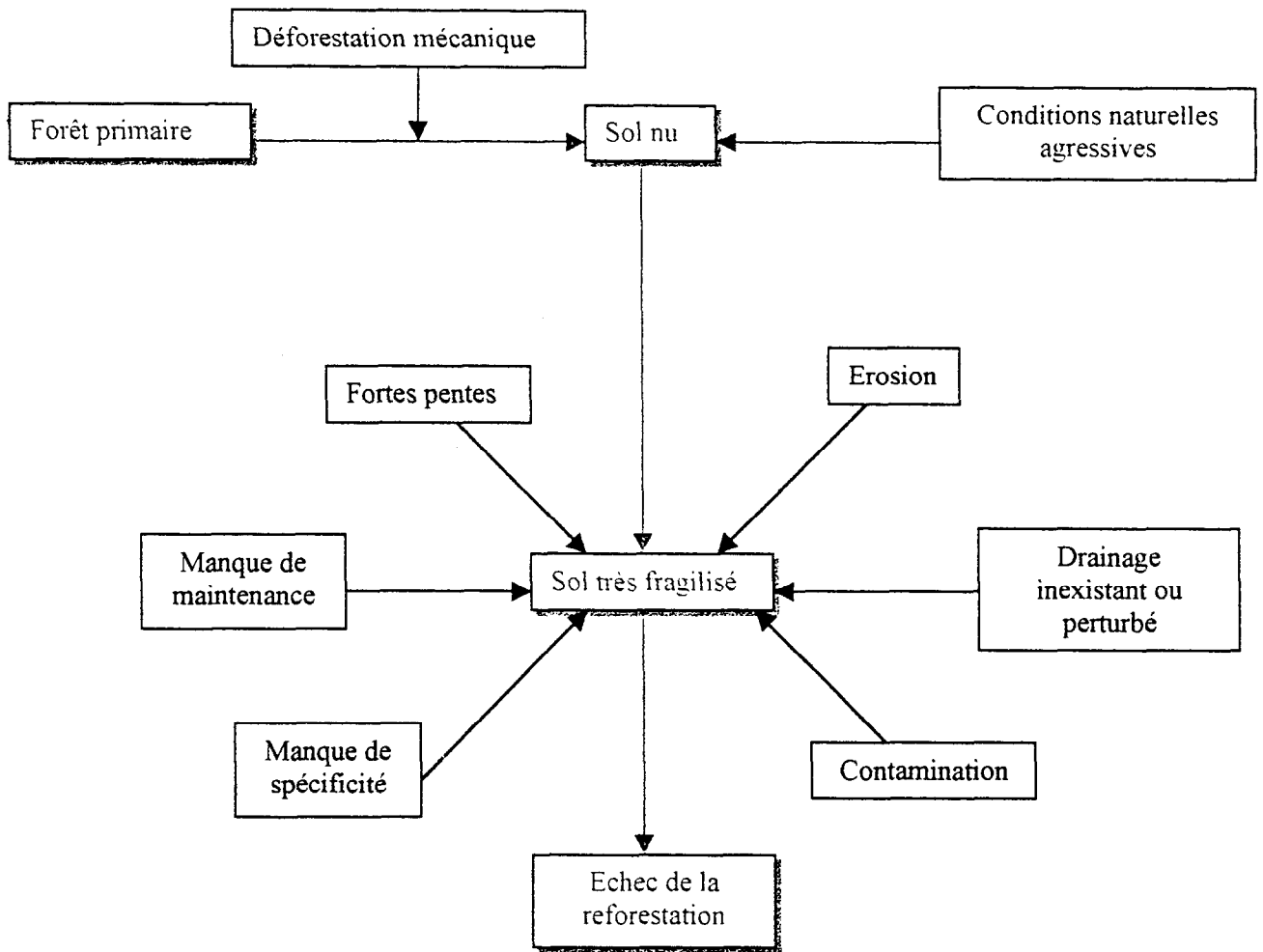


Figure. 14. Echec de la reforestation

Quelles pourraient être les méthodes à mettre en oeuvre pour permettre une amélioration des techniques actuelles ?

## 1.4 PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DES TECHNIQUES EMPLOYEES

Les aires à reforester sont soumises à deux problèmes graves qui sont l'érosion par ruissellement et la très faible fertilité des sols, paramètres eux-mêmes liés entre eux. La faible fertilité initiale des sols est presque entièrement éliminée par la perte de la matière organique lors du ruissellement. Dans un tel environnement, il n'est pas possible qu'un végétal arrive à restaurer la fertilité du sol environnant par sa production de matière organique, trop rapidement éliminée. La reforestation doit donc être avant tout pensée en terme de lutte contre l'érosion.

### 1.4.1 La lutte contre l'érosion : stabilisation mécanique

Lors de la construction de la plate-forme, la terre remaniée est laissée sur les côtés en tas grossiers. Aucun travail d'aplanissement ou de terrassage quelconque n'est effectué. Il reste donc des zones de très fortes pentes non terrassées ainsi que des zones de topographie chaotique. Cette remarque vaut aussi bien pour les puits anciens que pour les puits récents, malgré les remarques des services de reforestation quant à la nécessité de préparer le terrain.

Ce premier travail doit consister en une préparation du terrain qui minimise les effets de l'érosion. Les mouvements de surface de l'eau doivent être contrôlés afin d'éviter des pertes de matières. Il est donc nécessaire de mener des actions mécaniques sur les sites futurs de reforestation :

- **aplanir les zones en pente quand cela est possible** : avant de se retirer, les bulldozers pourraient effectuer un travail de préparation du sol rapide comme par exemple aplanir le sol en gardant une très faible pente pour éviter la stagnation des eaux de pluie, et éviter de tasser trop le sol. Cela concerne principalement la zone de déblais qui est souvent laissée avec un relief très accidenté.
- **construire des terrasses sur les talus fortement inclinés pour casser l'effet de pente** : les talus sont bien trop hauts et pentus pour espérer les fixer durablement. Toujours dans le but de lutter contre l'érosion, il faut décomposer les hauts talus en une succession de terrasses les plus rapprochées possibles qui seront bien plus faciles à fixer. Sinon, pour de tels talus, il faudrait installer des filets de maintien très serrés le long de la pente. Cette technique est cependant coûteuse et n'est que très peu pratiquée en Equateur.
- **stopper ou au moins réduire les mouvements d'eau à la surface du sol par la mise en place de structures anti-érosives** : les techniques les plus simples, pratiquées en Afrique sont basées sur la mise en place de barrières pour limiter les mouvements d'eau à la surface du sol. Ces barrages peuvent être des petits murets de pierre ou de terre séchée ou encore des troncs d'arbres placés perpendiculairement au sens de la pente. Pour Cuyabeno, il serait possible de profiter de la présence des machines type Caterpillar pour placer des troncs le long des pentes. Ces troncs doivent être fixés à l'aide de piquets pour éviter qu'ils ne roulent le long de la pente. [Les arbres morts peuvent en outre fournir de la matière organique par leur décomposition. Sur certains puits, une régénération naturelle a lieu autour d'arbres morts laissés sur place.

Une autre possibilité est de planter des bandes herbacées perpendiculairement à la pente. L'absorption de l'eau de pluie se fera alors plus fortement sur les zones couvertes ce qui limitera l'érosion. Il est possible de coupler cette technique avec la technique des murets en plantant des graminées ou des légumineuses sur les murets.

- **permettre un écoulement orienté de l'eau en recréant des formes de drainage adaptées à la topographie du milieu** : le drainage naturel est entièrement perturbé ce qui se traduit par un changement des mouvements d'eau sur les surfaces considérées. L'eau pénètre dans le sol en quantité beaucoup plus faible d'où une redistribution de l'eau par ruissellement désordonné le long des pentes. Ce phénomène peut être atténué par la construction de petits canaux de drainage en haut de pente orientés vers des zones moins fragiles. Il doit être possible de dresser un plan de drainage simple adapté aux conditions rencontrées.
- **aider à la pénétration des eaux de pluie pour minimiser les effets de ruissellement**: l'abondance et l'intensité des pluies peut créer une croûte imperméable à la surface du sol. La capacité d'absorption de l'eau des sols nus peut être rapidement dépassée lorsque les pluies sont de longue durée d'où une imperméabilisation temporaire des couches superficielles.  
Pour permettre la pénétration de l'eau dans les sols, surtout lorsqu'ils sont tassés par le passage d'engins lourds, il peut être très utile de créer des zones d'absorption artificielle en creusant des trous à l'aide d'une barre de fer sur toute la surface. Cette action devrait être pratiquée prioritairement sur les espaces où la couverture pédologique est absente. Il serait nécessaire de calculer avec précision la profondeur des trous à effectuer.

Ces quelques mesures constituent un préalable au programme de reforestation proprement dit. Elles sont une condition nécessaire mais pas suffisante pour permettre une récupération réelle des sols.

Une fois que le sol est stabilisé mécaniquement, il est important de le fixer par un couvert végétal dense dont les racines vont fixer le sol et améliorer les conditions édaphiques. Le recrû de racines permet une réorganisation des horizons supérieurs du sol grâce à l'action de la faune qui y est associée. Certaines plantes herbacées bien connues de la famille des légumineuses ont en outre la capacité de fixer l'azote atmosphérique par association symbiotique avec des bactéries. L'installation de telles plantes permettrait ainsi d'enrichir et de rétablir la fertilité du sol.

#### 1.4.2 Stabilisation végétale

- **coloniser les espaces dénudés** : ceci est très urgent sur les talus, notamment au bord des routes. La technique employée par la compagnie en charge de la construction de l'Interoceanica est intéressante (cf. photo. 10) : ils plantent une graminée (*Brachiaria*) dans des trous de 20 cm de diamètre et de 10 cm de profondeur espacés de 30 cm. Il est à noter toutefois que sur certains talus, cette méthode ne marche pas du tout et l'on peut observer des glissements de terrain. D'autre part la plante utilisée est une espèce exotique ce qui peut poser des problèmes en cas de généralisation à grande échelle de cette technique.

La fixation du sol est moins problématique sur les parcelles relativement planes qui ne sont pas sujettes à de tels phénomènes érosifs. Dans ce cas, il faut privilégier les espèces qui assurent une protection du sol vis-à-vis du soleil et de la pluie.

Le trèfle tropical (*Desmodium ovalifolium*), que l'on rencontre sur certains puits est une plante qui couvre bien les sols. Elle a l'avantage de pouvoir croître sur les sols rouges dans des conditions de faible fertilité, grâce à sa capacité à fixer l'azote gazeux contenu dans l'air.

- **enrichir le sol** : par l'installation d'un couvert de légumineuses avant de commencer à planter des espèces ligneuses. En agriculture, cette technique permet d'enrichir le terrain avant sa mise en culture.

Il faudrait aussi utiliser efficacement les résidus végétaux issus du déboisement en les incorporant à la terre ; cela permettrait d'une part d'assurer le maintien de la structure grâce à la formation de complexes argilo-humiques et d'autre part de constituer un stock de matière organique dans le sol.

- **choix des espèces** : les plantes utilisées actuellement paraissent assez bien adaptées mais il pourrait y avoir une plus grande diversité. Il serait intéressant notamment de planter des espèces fruitières dans le but d'attirer des oiseaux, principaux agents de la dissémination de graines.

La reforestation doit être basée sur une meilleure gestion de la succession végétale, ce qui implique de planter au départ des espèces pionnières, capables de se développer dans des conditions de forte luminosité et de forte température (tableau. XV)

Tableau XV : Espèces pionnières

NOM VULGAIRE	NOM SCIENTIFIQUE
Arabisco	Jacaranda copaia
Balsa	Ochroma lagopus
Bamba	Solanum sp.
Ceibo	Ceiba pentadra
Chillalde	Trichospermum mexicanum
Fernan sanchez	Triplaris guayaquilensis
Guarango	Parkia spp.
Guarumo	Cecropia spp.
Laurel	Cordia alliodora
Pachaco	Schilozobium amazonicum
Platanillo	didymopanax morototui

Source : PROFORS, Rapport d'activités.

### 1.4.3 Conclusion sur l'amélioration des techniques existantes

Le principal problème des aires à reforester est celui de la pauvreté extrême des sols alliée à l'action destructrice des facteurs climatiques. La reforestation de ces aires doit être précédée d'actions de lutte contre l'érosion, préambule essentiel à la récupération des sols. Pour lutter efficacement contre ce phénomène, il faut une volonté politique et financière volontariste, pour donner les moyens aux équipes en charge de la reforestation.

Lors de la construction des plates-formes tous les espaces à reforester devraient être aménagés de manière à permettre une reprise rapide de la végétation ce qui n'est absolument pas le cas pour le moment. Les responsables de la reforestation se retrouvent avec une tâche beaucoup trop lourde pour les moyens qu'ils ont.

## 1.5 CONCLUSION

L'installation des infrastructures pétrolières en Amazonie a impliqué la déforestation de nombreux hectares de forêt. La reforestation de ces aires pétrolières ne concerne qu'une petite partie de ce qui a été déforesté car il ne s'agit de reforester que les abords des puits et des routes. Cette reforestation s'avère extrêmement difficile à cause des agressions climatiques et de la faible fertilité des sols rouges rencontrés à Cuyabeno.

Il est possible d'améliorer l'état des reforestations actuelles en mettant l'accent sur la lutte contre l'érosion et sur une meilleure gestion de la fertilité des sols. Cela passe par des actions techniques anti-érosives de grande envergure, notamment sur les talus de fortes pentes ainsi que par une meilleure succession de la végétation pour restaurer la fertilité.

Les actions à mener sont des opérations extrêmement coûteuses car il s'agit de récupérer des sols qui n'en sont presque plus. Ces sols sont totalement dépourvus d'humus ou de débris végétaux. Si l'entreprise Petroproducción veut reforester comme elle est tenue de le faire selon la loi régissant les activités pétrolières, il faudra mettre en oeuvre un programme conséquent. Le pourra-t-elle alors que les conditions économiques actuelles de l'entreprise sont mauvaises ?

## 2 Alternatives à la déforestation des colons

En deux décennies, la région amazonienne s'est fortement peuplée de colons. L'installation de ces populations en quête de travail et de terre s'est faite au détriment de la forêt primaire. Les familles font maintenant partie d'un peuple amazonien et il ne serait pas envisageable, pour lutter contre la déforestation, de les renvoyer dans leur région d'origine ou de leur interdire d'utiliser la terre sur laquelle ils se sont installés. Le rapport de l'Office of Technology Assessment de 1984 décrit bien le sort de ces populations :

*“les personnes déplacées par les projets de développement sont souvent les agents directs de la déforestation. Bien que les agriculteurs et les éleveurs soient ceux qui ont coupé et brûlé la forêt, les causes demeurent en une chaîne d'évènements qui ont laissé ces personnes avec peu d'options, détruire les forêts ou mourir de faim”* (cité dans K. Rudel, B. Horowitz, 1996).

C'est pourquoi la seule solution viable est d'appliquer en quelque sorte une politique du “moins pire”, c'est à dire gérer la déforestation de manière la plus rationnelle possible. Il faut donc pouvoir être en mesure de proposer aux agriculteurs des systèmes agrosylvo-pastoraux qui satisfassent les besoins alimentaires et financiers de la famille tout en maintenant un équilibre du milieu.

Les questionnements des colons sont nombreux mais un certain nombre d'actions pourrait être mené afin d'améliorer leur situation. Nous verrons dans ce qui suit les principaux problèmes rencontrés par les paysans et les actions qui pourraient être menées pour améliorer la situation et éviter la disparition de la forêt amazonienne équatorienne ou du moins la retarder.

### 2.1 LES PRINCIPAUX PROBLÈMES RENCONTRES PAR LES COLONS DE CUYABENO

Comme nous l'avons vu tout au long de cette étude, le milieu naturel de la région de Cuyabeno ne se prête pas à une utilisation de type agricole. Les colons qui y sont installés ont cependant mis en place des systèmes agricoles. Ils ont donc à affronter un certain nombre de problèmes. Certains sont liés directement aux conditions naturelles comme la fertilité des sols, la pluviométrie alors que d'autres touchent à des facteurs structurels comme le manque de moyens financiers ou le manque de connaissances techniques.

Nous avons donc fait figurer ici les inquiétudes et questions des colons que nous avons rencontrés. Celles-ci concernent le domaine de l'agriculture et du pastoralisme. La région de Cuyabeno faisant partie de la Réserve de Production Faunistique de Cuyabeno et de la Zone de Patrimoine forestier, il est interdit de couper du bois ce qui explique que les colons n'aient pas posé de questions sur la gestion sylvicole de leur finca.

## 2.2 LES VOIES D'AMÉLIORATION DES SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX EXISTANTS

### 2.2.1 Améliorer la filière du café

La culture du café est la seule culture de rente des colons. La production de café est cependant basse et la qualité médiocre. Les revenus dégagés de cette culture sont très faibles et nettement en deçà de ceux qu'ils pourraient être. On a vu que les paysans n'étaient pas organisés en coopérative. On peut dire aussi, de manière générale que l'Equateur n'a pas de tradition de caféiculture. Les colons eux-mêmes ne consomment pas de café. Ce manque de culture explique la faible qualité de ce produit à l'échelle du pays. Et pourtant, il y a l'exemple tout proche de la Colombie ou du Costa-Rica ; ces pays produisent un café de qualité qui leur permet de concurrencer les cafés africains sur le marché mondial. Les revenus que ces pays tirent de l'exportation de café sont très supérieurs à ceux dégagés en Equateur.

D'un point de vue agronomique, les sols amazoniens se prêtent assez bien à cette culture. La couverture du sol est bonne, l'érosion par ruissellement est presque éliminée. La production de café peut être soutenue pendant une dizaine d'années.

Une amélioration significative des rendements à l'hectare peuvent faire baisser les surfaces plantées. Si un colon augmente sa production à l'hectare, il ne va pas être obligé de planter de grandes surfaces. Le colon ne pourra pas être tenté d'agrandir sa surface plantée en café car il ne pourrait pas assumer financièrement la prise en charge des coûts d'exploitation ( principalement l'emploi de main d'oeuvre journalière). Il faut savoir que la main d'oeuvre est le facteur le plus limitant dans les exploitations agricoles

Pour cela, il est nécessaire que les colons s'organisent mieux entre eux afin de pouvoir imposer leurs prix. Actuellement, les acheteurs ne marchandent jamais car ils savent que les petits producteurs ne peuvent se permettre de ne pas vendre leur production. Il s'agit d'un "capitalisme amazonien". Il ne faut pas oublier que la vente du café est pour le colon l'un des seuls moyens d'obtenir un revenu financier. Il peut éventuellement travailler épisodiquement pour Petroproducción ou une société contratée mais cela n'est cependant pas facile et parfois les sociétés oublient de payer leurs ouvriers comme c'était le cas lors de notre passage en Amazonie ; les ouvriers étaient en grève et bloquaient les accès d'entrée aux stations de production.

Le producteur est à la merci de l'acheteur. Tous les producteurs doivent donc s'unir en coopératives afin de fixer leurs tarifs. Il n'existe actuellement aucune organisation de ce genre à l'échelle de la province de Sucumbíos.

Une amélioration des rendements du café passe aussi évidemment par une amélioration des espèces cultivées. Les travaux de l'Institut National Autonome d'Investigations Agricoles (INIAP) sont intéressants de ce point de vue. Ils mènent de nombreuses expériences agronomiques dans leur station expérimentale de Napo-Payamino. Ils ont ainsi sélectionné des espèces de café bien plus productives que celles cultivées actuellement. De tels programmes doivent être suivis par les organismes d'aide au

développement pour qu'ils puissent proposer aux cultivateurs des espèces de café de meilleure qualité.

### 2.2.2 Améliorer la gestion des pâturages et les diminuer

Les pâturages abandonnés constituent la forme la plus répandue de dégradation de la terre. Ils peuvent d'autre part être rendus responsables de l'avance du front de déforestation en Amazonie équatorienne (et dans tout le bassin amazonien en général). Pour éviter une augmentation des surfaces déforestées par le processus classique "défriche-brulis-pâturage-abandon", il est nécessaire de mettre en place un plan de gestion des zones de pâturages.

Il faut réduire la vitesse de dégradation de ces terres et étendre leur durée de vie en améliorant la gestion de la fertilité et la qualité des espèces fourragères. Des recherches sur les qualités des espèces fourragères doivent être menées afin de proposer aux éleveurs des espèces adaptées à leurs terres.

Lorsque les pâturages sont à l'abandon, il faut pouvoir proposer des solutions de reforestation pour restaurer la fertilité.

Dans ce sens, il serait très bénéfique de développer des systèmes sylvo-pastoraux. Les arbres peuvent remplir un rôle écologique fondamental en assurant la protection du sol ainsi que l'amélioration de la diète des animaux dans le cas de ligneux fourragers. Dans certaines fincas pilotes, on trouve ainsi des espèces ligneuses telles que *Gliricidia sp.* ou *Erythrina ssp* qui font des feuilles riches en protéines.

D'autres expériences menées dans la région de Sucumbíos pour étudier l'adaptabilité de brebis africaines montrent des résultats intéressants. Ces animaux, beaucoup plus légers peuvent éviter les phénomènes de tassement des sols. D'autre part, la production de viande à l'hectare est plus importante : 134,75 kg/ha pour les brebis africaines contre 120 kg/ha pour les systèmes bovins traditionnels (Boese, 1992).

La croissance du nombre de têtes de bétail est une réponse à la très forte croissance démographique observée dans la région qui fait augmenter les besoins alimentaires. Il existe cependant d'autres moyens d'assurer la nutrition protéique des populations. Il y a bien sûr le traditionnel élevage du porc, des gallinacées ou encore celui des cochons d'Inde mais il peut être intéressant de développer la pisciculture. L'eau est présente en abondance et elle est riche en nutriments. Les problèmes rencontrés sont plus liés à la conservation et au transport qui doivent se faire en milieu réfrigéré. Un essai est mené actuellement à une dizaine de km du campement de Cuyabeno, sur la voie Tarapoa-Tipishca. Il est cependant difficile de tirer des conclusions car elle a été construite en 1997 et commence tout juste à fonctionner.

## 2.2.3 Mettre l'arbre au coeur de tous les systèmes de culture

### 2.2.3.1 L'arbre : base de l'écosystème

L'agroforesterie est un "système intégré d'usage de la terre, où les arbres se mêlent délibérément avec des cultures, pâturages et/ou des animaux, dans des arrangements spatiaux ou temporels, afin de soutenir un maximum la production et la productivité des terres cultivées" (Boese, 1992). Cette définition montre bien le rôle déterminant de l'arbre dans de tels systèmes.

Les systèmes actuellement développés par les colons ne laissent pas de place à l'arbre en tant que base de la protection des sols. Les fonctions de celui-ci sont pourtant très bénéfiques à de nombreux points de vue. Nous pouvons rappeler brièvement les principaux services et fonctions de l'écosystème forestier (Constanza et al., 1997) :

- régulation de la composition chimique de l'atmosphère
- régulation de la température, de la pluviosité et de tous les paramètres biologiques
- capacité de réponse de l'écosystème pour maintenir son intégrité face aux fluctuations et changements du milieu naturel
- retenir et stocker l'eau
- maintenir la quantité et la qualité de sol
- approvisionnement en eau
- favoriser le processus de formation des sols
- maintenir le cycle des nutriments
- récupérer les nutriments libres et réduire leur excès
- réguler la dynamique des populations et des chaînes trophiques des espèces
- proportionner une partie de la production primaire extractible de l'écosystème sous forme d'aliments (chasse, pêche, cueillette)
- maintenir la ressource génétique
- générer des activités récréatives

### 2.2.3.2 Systèmes à mettre en place

Il est important de développer des systèmes agro-forestiers et sylvo-pastoraux adaptés à la fragilité du milieu. De nombreuses expériences sont menées par la fondation allemande Gtz, au travers de son programme Profors dans différents cantons de la province de Sucumbíos. Le but de ce programme est de faire planter des arbres aux colons sur leurs propres terres. Afin de maximiser les espoirs de réussite des plantations, les paysans qui intègrent le programme sont payés pour chaque arbre planté. En contrepartie, ils doivent s'engager à remplir un certain nombre de conditions :

- acquérir les arbres
- planter ces arbres dans un délai de trois mois après la signature du contrat
- replanter en cas de mort du végétal
- entretenir les arbres
- assurer le nettoyage et l'entretien des arbres

L'organisme s'engage de son côté à donner tous les conseils techniques nécessaires ainsi que de la main d'oeuvre en cas de besoin. Ce programme a obtenu jusqu'à présent des résultats intéressants.

Les agriculteurs doivent comprendre l'intérêt d'introduire la composante ligneuse dans leurs systèmes de culture. La plupart du temps, les aires ne sont pas dégradées entièrement, il suffirait donc d'enrichir les terrains en espèces ligneuses pour récupérer partiellement la couverture forestière. Concernant les pâturages, cet enrichissement peut se faire de différentes manières :

- arbres associés aux pâturages : laisser un certain nombre d'arbres sur pieds lors de la défriche des pâturages et planter des arbres sur les pâturages totalement nus. Dans les premiers temps, il faudra insister sur la protection des replantations.
- mise en place de haies vives en choisissant des espèces ne pouvant pas attirer des animaux nuisibles pour le bétail ou ne pouvant pas être détruits par le broutement.
- plantation d'espèces fourragères comme *Erythrina sp.* et *Leucaena sp.* Selon les critères de l'Association de Paysans Primer de Mayo, située à Tarapoa, ces espèces peuvent être plantées à raison de 66 à 133 plantes/ha.

En ce qui concerne l'enrichissement des aires où la forêt n'a été que partiellement dégradée, on pourra développer des techniques d'enrichissement par groupes ou en lignes (Plan de Manejo de la Asociacion Campesina Primer de Mayo, 1995) :

- enrichissement en groupe : cette technique consiste à planter des arbres à différents endroits de la forêt selon un dessin géométrique en damier. Une première plantation sera effectuée l'année 0 et une autre cinq ans après

- enrichissement en ligne : cette méthode ne diffère de la précédente que par le dessin de la replantation. Celle-ci s'effectuera en bandes parallèles espacées d'une vingtaine de mètres.

Les espèces forestières utilisables pour les repeuplements des zones de forêt secondaire seront principalement :

Tableau XVI. Espèces principales utilisables pour l'enrichissement de la forêt dégradée

Nom commun (en espagnol)	Nom scientifique	Famille
Caimitillo	<i>Microphollis venulosa</i>	Sapotaceae
Caoba	<i>Trichilia pleeana</i>	Meliaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
Chuncho seike	<i>cedrelinga</i>	Mimosaceae
Guayacan	<i>Tabebuia guayacan</i>	Bignoniaceae
Maní de arbol	<i>Caryodendron orinocoense</i>	Euphorbiaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Borraginaceae
Mascarey	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Euphorbiaceae
Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	Caesalpinaceae
Pechiche	<i>Vitex cymosa</i>	Verbenaceae
Sangre de Gallina	<i>Virola elongata</i>	Myristiaceae
Tangare	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae

Source : Association paysanne Primer de Mayo, Tarapoa.

Cette liste n'est pas exhaustive mais elle reprend les espèces les plus employées par les colons de la zone.

#### 2.2.4 Prise en compte des réalités de la zone

Comme bien souvent dans les projets d'aide au développement, il est capital de proposer aux populations des systèmes qui leur soient adaptés. Dans le cas présent, il faudra que les techniques présentent les caractéristiques suivantes :

- techniques faciles, applicables par tous les agriculteurs et éleveurs
- exécution possible avec la main d'oeuvre de la finca, sans avoir besoin de recourir à de la main d'œuvre extérieure
- utilisation d'espèces rustiques, peu exigeantes par rapport à la qualité du site
- que les risques biotiques et abiotiques soient minimisés par l'emploi d'espèces locales
- que les nouvelles espèces soient testées en plantations expérimentales avant d'être introduites

## **2.3 AGIR A D'AUTRES NIVEAUX**

### **2.3.1 Education-formation**

Tous les enfants nés en Amazonie sont les futurs exploitants de la région. Ces enfants qui sont tous scolarisés pour la plupart peuvent être sensibilisés très tôt aux problèmes écologiques de leur région. Des programmes éducatifs sont développés dans la région notamment par l'INEFAN. Il est vital d'intensifier ce type de programmes en proposant notamment des sorties découvertes aux enfants. Nombre d'entre eux ne connaissent pas la richesse floristique et faunistique de la région. Il est vrai que la vision des populations vivant en permanence au contact d'un milieu si riche est très différente de celle des scientifiques ou écologistes sillonnant la région épisodiquement. Pour les colons, "un bon serpent est un serpent mort" comme dit un colon de Cuyabeno. La conservation de la biodiversité n'est donc pas une priorité.

Les adultes, qui ne sont pas nés dans la région ne connaissent pas bien le milieu qu'ils exploitent. Il serait donc nécessaire de leur donner des cours de formation aux techniques agro-sylvo-pastorales que l'on peut pratiquer dans la région. Ceci fait d'ailleurs partie des objectifs de la Communauté Européenne qui développe actuellement un projet de coopération avec le Ministère de l'environnement. Ce projet, appelé PETRAMAZ, a pour but la gestion durable des régions pétrolières de l'Amazonie équatorienne (PETRAMAZ, 1997).

### **2.3.2 Renforcement du contrôle des aires de colonisation potentielle**

Pour éviter la progression de la colonisation, un contrôle strict des routes pétrolières doit être mis en place. Les routes sont les points de passage obligés des candidats à la colonisation. Il existe bien une guérite de contrôle à l'entrée du champ de Cuyabeno mais cela n'a pas empêché la colonisation. Sur d'autres blocs d'exploitation pétrolière, comme celui de YPF, au sud de Cuyabeno, un contrôle extrêmement strict a été mis en place pour éviter toute pénétration de colons. Les équipes de contrôle doivent donc être appuyées financièrement pour pouvoir mener un travail efficace.

On peut dire la même chose en ce qui concerne l'Inefan. Cet organisme d'état chargé de la gestion de la Réserve de Cuyabeno a une dizaine d'employés pour veiller sur les 600 000 hectares que compte le parc. Dans ces conditions, il est difficile d'exercer un quelconque pouvoir. Des camions chargés de bois passent ainsi devant le point de contrôle de l'Inefan sans être inquiétés malgré la loi interdisant la coupe de bois dans la réserve. Le programme Petramaz essaye d'agir à ce niveau et a inscrit cette condition à son cahier des charges. Le renforcement des points de contrôle et du personnel n'est cependant pas dans les priorités actuelles.

### **2.3.3 Développer l'écotourisme**

La valorisation du milieu naturel peut permettre la génération de nouveaux types de revenus financiers. Les touristes occidentaux sont prêts à payer cher pour visiter des

régions aussi belles. La mise en valeur touristique de la région ne dépend pas des colons mais des initiatives gouvernementales. Les colons peuvent cependant être les acteurs de ce développement. Actuellement, un grand nombre de touristes visite chaque jour les lagunes de Cuyabeno mais l'argent ne profite pas aux populations de Cuyabeno. Tout est géré depuis Quito ou Lago Agrio. Des structures touristiques impliquant les colons de la zone pourraient être mises en place. Les colons pourraient ainsi trouver des intérêts à conserver le milieu naturel. Des études de valorisation économique sont actuellement en cours pour déterminer les bénéfices économiques de la biodiversité dans la région de Cuyabeno. On se retrouve cependant toujours dans la région face à une alternative : pétrole ou forêt ? la première gagnant toujours jusqu'à présent.

On peut espérer quelques changements de ce point de vue avec la nomination de deux femmes proches des milieux de défense de et de conservation de la nature aux poste de ministre du tourisme et de l'environnement dans le nouveau gouvernement formé le 10 Août 1998 par Jamil Mahuad.

#### **2.3.4 Aider financièrement les colons**

Les colons qui désirent améliorer leurs systèmes de culture sont souvent confrontés à des problèmes financiers. Le bois sur pied représente une immobilisation de capital importante qui peut faire défaut au colon s'il a un besoin de financement. Un système agroforestier peut être considéré comme un système rentable mais à plus ou moins long terme. Le maintien de la fertilité d'un espace cultivé ou d'un pâturage est une notion qui peut apparaître très abstraite à des populations recherchant un profit direct.

Il faudrait donc développer des programmes d'aide au financement des agriculteurs désireux de développer des systèmes agroforestiers durables. De tels programmes ont été mis en place dans d'autres provinces amazoniennes, notamment à côté de Coca mais rien de tel n'a pour le moment été développé à Cuyabeno.

#### **2.3.5 Intensifier la recherche**

De nombreux organismes d'aide au développement travaillent dans la zone. On peut cependant regretter que très peu de recherches soient menées au niveau agronomique dans la région. Il existe bien des cartes pédologiques de la zone mais il n'existe que peu de données scientifiques concernant les effets de la mise en valeur agricole des terres forestières. Les données qui manquent le plus concernent :

- valeurs d'érosion des sols sous les principales cultures pratiquées en Amazonie
- limites de capacité de charge des écosystèmes
- interrelations et interdépendances entre les bénéfices économiques et les conséquences et bénéfices écologiques
- les aspects socio-économiques et culturels en relation avec l'introduction et l'acceptation des systèmes agro-sylvo-pastoraux

- la reproductibilité des techniques, des systèmes et des expériences ainsi que leur possibilité d'adaptation différents sites amazoniens
- la régénération : il manque des données sur les effets de l'anthropisation des milieux forestiers tropicaux notamment sur les capacités de récupération des écosystèmes

La nombreuse littérature existant dans des pays proches de l'équateur comme le Brésil et le Costa Rica (avec les très nombreux ouvrages publiés par le CATIE), ne peut pas toujours être appliqué aux particularités de la région amazonienne équatorienne. C'est pourquoi on peut regretter qu'il n'y ait pas plus de données concernant ces régions en rapide évolution.

### **3 Conclusion : une nécessaire amélioration des systèmes agro-sylvo-pastoraux en place**

Afin d'éviter l'avancée du front de déforestation, il faut pouvoir proposer aux colons des systèmes d'exploitation durable de la terre. Les pâturages couvrent des superficies importantes et sont actuellement très mal gérés puisqu'ils perdent au bout de six ou sept ans leur fertilité. L'abandon de telles parcelles est toujours suivi du déboisement d'autres espaces de remplacement.

Une diminution de la déforestation ne pourra se faire que si l'on améliore les systèmes d'exploitation agricoles de la zone et que l'on développe une agriculture plus intensive.

## **Conclusion générale**

L'exploitation pétrolière dans la région amazonienne de Cuyabeno a entraîné la déforestation de 135 hectares de forêt primaire. Ce chiffre ne comprend que la surface durablement affectée occupée par les infrastructures pétrolières. A l'échelle de l'Amazonie, ce chiffre est ridiculement faible et certains pourraient conclure que l'exploitation pétrolière ne peut être responsable de la destruction de l'écosystème forestier équatorien. Il est donc important de faire plusieurs remarques.

Premièrement, il ne faut pas oublier que nous n'avons traité ici que de l'impact du champ pétrolier de Cuyabeno alors qu'il en existe une quarantaine disséminés dans tout le bassin amazonien. Une étude à l'échelle de toute la région amazonienne permettrait de montrer l'impact réel de l'exploitation pétrolière.

Deuxièmement, les infrastructures routières construites dès le début de l'exploitation pétrolière pour l'acheminement du matériel, se sont transformées en voies de colonisation, qui ont permis l'arrivée et l'installation de populations venant d'autres parties de l'Équateur.

Avec la création d'un front de colonisation, est apparue un front de déforestation calqué sur le premier. La déforestation de la région amazonienne s'est faite alors très rapidement, au rythme des défriches paysannes, suivant une organisation géométrique le long des routes pétrolières. Cette déforestation est quantitativement beaucoup plus importante que la première.

Lorsque l'on va parler de reforestation, il faudra donc différencier les zones pétrolières des zones de colonisation qui n'ont pas du tout les mêmes caractéristiques.

Dans le cas des aires pétrolières, il est possible de parler de reforestation : il suffirait pour cela de volonté financière de la part de Petroproducción. Les méthodes à mettre en oeuvre sont certes complexes car il n'est pas facile techniquement de récupérer des sols entièrement nus mais les aires sont localisées et de faibles superficies. Cependant, les zones à reforester sont de faible amplitude et le succès de la reforestation ne signifierait pas la fin de la déforestation en Amazonie. On pourrait dire en quelque sorte que ces reforestations ne serviraient qu'à redorer l'image d'une industrie responsable d'un désastre écologique à l'échelle de l'Amazonie.

Le problème de la reforestation des aires colonisées est à la fois beaucoup plus complexe et beaucoup plus intéressant. Beaucoup plus complexe car il fait intervenir de nombreux facteurs : écologiques, sociologiques, agronomiques, économiques, et beaucoup plus intéressant car il pose le problème de la viabilité agronomique de l'écosystème tropical.

En effet, pour lutter contre la déforestation, il faudrait soit renvoyer les colons dans leur région d'origine et faire alors de Cuyabeno et de l'Amazonie en général un vaste territoire protégé uniquement ouvert à l'écotourisme, soit proposer des systèmes d'exploitation agro-sylvo-pastoraux permettant une utilisation durable de la terre. De tels systèmes permettraient aux colons de cultiver moins extensivement leurs terres ce qui ralentirait l'avancée du front de déforestation. L'axe prioritaire doit être la recherche sur la récupération des pâturages abandonnés et l'amélioration de ceux qui se trouvent actuellement en production.

## **Références Bibliographiques**

- Anderson, A. B.(1990). **Alternativas a la Deforestacion**. Fundación Natura, Abya Yala, Museo Emilio Goeldi. Quito, 416 p.
- Boese, E.(1992). **Actividades Agroforestales y Silviculturales en la Región Amazónica Ecuatoriana**. Red Agroforestal Ecuatoriana. Quito, 138 p.
- Comité de Empresa de los Trabajadores de Petroecuador (1998). **Historia de Una Riqueza**. Quito, 197 p.
- Brandt, J. (1988). **The transformation of rainfall energy by a tropical rainforest canopy in relation to soil erosion**. *Journal of Biogeography*, 15 : 41-48.
- Comision Asesora Ambiental de la Presidencia de la Republica, Ministerio de Energia y Minas, Subsecretaria de Medio Ambiente. (1995). **Reglamento Ambiental Para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador**. Banco Mundial. Quito, 84 p.
- Constanza, R. et al (1997). **The value of the world ecosystems services and natural capital**. *Nature*, Vol. 387.
- Evans, J. (1996). **Plantation Forestry in the Tropics**, Second Edition. Oxford University Press, 403 p.
- ESEN-AMBIENTEC (1991). **Plan Integral de Manejo Ambiental de la Actividad Hidrocarburífera, Estudio del impacto ambiental**. Analisis de la problemática Ambiental en Zonas Silvestres (Caso Reserva de Producción Faunística de Cuyabeno). Quito, 119 p.
- Fisher, R.J. (1996). **Manejo Forestal Colaborativo para la Conservación y el Desarrollo**. WWF, UICN, Gland, Suiza, 69 p.
- FRANCO RIOS CONSULTORES (1995). **Estudio de impacto ambiental del pozo Sansahuari 10**. Quito, 81p.
- FRANCO RIOS CONSULTORES (1995). **Plan de manejo ambiental del pozo Sansahuari 10, Informe preliminar**. Quito, 61 p.
- Grimaldi, M. (1993). **Effets de la déforestation y des cultures sur la structure des sols argileux d'Amazonie brésilienne**. *Cahiers Agricultures*, 2 : 36-47.
- INEFAN-PROFORS-GTZ (1993). **Diagnostico socioeconomico de la provincia de Sucumbios**. Quito, 292 p.
- INEFAN-PROFORS-GTZ (1993). **Actividades Agroforestales de PROFORS en Sucumbios**. Quito, 35 p.
- INEFAN (1997). **Politica forestal y de areas naturales y vida silvestre del ecuador**. Quito, 19 p.
- INEFAN. (1998). **Movilizacion de Productos Forestales Por Regiones**. Non publié

- Kimmerling, J., (1991). **Amazon Crude**. Natural Resources Defense Council, ed Henniker. 105 p.
- Latham, M., J. Kilian y Pieri, C. (1985). **Fertilité des sols tropicaux. Une démarche pour les projets ISBRAM**. Cah. ORSTOM, sér. Pédo., vol. XXI, n°1 : 33-41.
- Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador, Comisión de las Comunidades Europeas (1997). **Gestión Ambiental : Explotación Petrolífera y Desarrollo Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana**. Quito, 133 p.
- Myers, N. (1984). **The primary Source : Tropical Forests and Our Future**. New York : Norton.
- Perrier, L., (1996). **Le Nororiente équatorien : Maturation d'un front pionnier en milieu amazonien**. Mémoire de maîtrise. Paris, 250 p..
- PETRO-CANADA, ACIDI (1992). **Guidelines for control and mitigation of environmental effects of deforestation and erosion**. Calgary, Canada, 112 p.
- PLANISOC (1992). **Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del area de influencia del pozo Cuyabeno 21**. Quito, 216 p.
- PLANISOC (1992). **Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del area de influencia del pozo Cuyabeno 21, planos**. Quito.
- Prance, G.T.(1982). **The Amazon : Earth's Most Dazzling Forest**. Garden 6 (1)
- Rudel, T. K. et B. Horowitz (1996). **La deforestacion tropical : Pequeños agricultores y desmonte agrícola en la Amazonía Ecuatoriana**. Comisión Fulbright, Fundación Jatun Sacha, Ediciones Abya-Yala. Quito, 233 p.
- Sourdat, M. (1986). **Les sols de l'Amazonie équatorienne. Situation, nature, perspectives d'exploitation**. Cah. ORSTOM, sér. Pédo., vol. XXII, n°4 : 409-428.
- Tricart, J. L. F. (1988). **L'Amazonie : milieu naturel, mise en valeur**. Ann. Géo, n°544, 667-680.
- UICN (1996). **Communities and Forest Management**. A Report of the IUCN Working Group on Community Involvement in Forest Management. Washington, D.C., 44 p.
- Uhl, C. et J. Saldarriaga (1987). **La fragilité de la forêt amazonienne**. *Pour la Science*, sept 1987.
- UICN (1998). **La diversidad biológica y su conservación en America del Sur**. Quito, 119 p.
- Vallejo, L. M. (1997). **Mapa general de clasificacion por Capacidad-Fertilidad**. IGM, Fundación Peña Durini, INPOFOS, IPGH. Quito, 57 p.

## **Annexes Photographiques**



Photo 1. Route Pétrolière en Amazonie (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 2. Bois coupé par les colons (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 3. Parcelle défrichée, brûlée par les colons . . . (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 4. . . . et plantée en riz (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 5. La déforestation par les colons vue d'avion (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 6. Talus bordant une plate-forme pétrolière (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 7. Reforestation type des aires pétrolières (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 8. Tentative de mini-terrassements pour fixer le talus (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 9. Erosion type cheminée de fée (Cl. Y. Barthélemy)



Photo 10. Talus fixé par plantation de *Brachiaria* (Cl. Y. Barthélemy)

**LA DEFORESTATION DANS UNE ZONE D'EXPLOITATION PETROLIERE  
AMAZONIENNE : CAUSES, BILAN, PERSPECTIVES  
CAS DE CUYABENO (Equateur)**

par Yves Barthélemy, Mémoire de stage de DESS, année 1997-1998

### Résumé

**Mots clefs** : Amazonie équatorienne, exploitation pétrolière, colonisation, déforestation, reforestation.

L'exploitation pétrolière a débuté en Amazonie équatorienne dans les années soixante-dix et a profondément changé le paysage écologique et socio-économique de la région. Nous nous sommes intéressés ici à la déforestation dans le champ pétrolier de Cuyabeno au nord est de la région amazonienne, exploité par l'entreprise d'état équatorienne Petroproduccion avec laquelle nous avons collaboré.

La déforestation directe causée par l'implantation de toute l'infrastructure pétrolière est de faible envergure et il suffirait que Petroproduccion mette en place un réel programme de reforestation pour en limiter l'étendue. La construction de routes pétrolières a en revanche permis l'arrivée de populations étrangères à la zone, originaires de la côte et de la sierra principalement. Ceux-ci sont responsables de la destruction à grande échelle de la forêt tropicale. Leurs pratiques culturelles sont en effet peu adaptées à la fragilité écologique de la zone et précédées systématiquement de défriche-brûlis. Cette déforestation indirecte peut être limitée par la mise en place de systèmes agro-sylvo-pastoraux basés sur une gestion durable de la fertilité des sols.

### Abstract

**Key words** : Ecuadorian Amazon, oil exploitation, colonisation, deforestation, reforestation.

The oil exploitation began in the Seventies. It strongly changed the ecological and socio-economical landscape of this area. We carried out our interest on the deforestation in the oil field of Cuyabeno, north-eastern amazonian area, exploited by the ecuadorian national company Petroproducción with which we have collaborated.

The direct deforestation caused by the implantation of the oil infrastructures is rather small and it would only be necessary to create a real reforestation programme to limit its growth. On the other hand, the construction of oil roads have allowed the arrival on the area of foreign population, coming mainly from the coast and the mountain. They are responsible for the massive destruction of the tropical rainforest. Their cultural methods are not much adapted to the ecological fragility characterizing the zone, and they are systematically using slash and burn. This indirect deforestation could be limited by the creation of sustainable agrarian systems based on soil fertility conservation.

### Resumen

**Palabras claves** : Amazonia ecuatoriana, explotación petrolera, colonización, deforestación, reforestación.

La explotación petrolera empezó en los setenta en la Amazonia ecuatoriana y cambió el contexto ecológico y socio-económico de la región. Nos interesamos a la deforestación en el campo petrolero de Cuyabeno al nororiente de la región amazónica explotado por la empresa estatal ecuatoriana Petroproducción, con la que hemos trabajado.

La deforestación directa inducida por la implantación de toda la infraestructura petrolera está de baja magnitud. Petroproducción podría recuperar estas áreas deforestadas siguiendo un plan de manejo realmente adaptado. Por otro lado, la construcción de vías de acceso ha permitido la llegada de poblaciones originarias de la costa y de la sierra. Dichas están responsables por la destrucción a gran escala de la selva tropical. Sus prácticas agropecuarias no son adaptadas a la fragilidad de la región y siempre empiezan por la corta y la quema del bosque. Esta deforestación indirecta puede ser limitada por el desarrollo de sistemas agro-silvo-pastoriles según un manejo sostenible de la fertilidad de los suelos.