

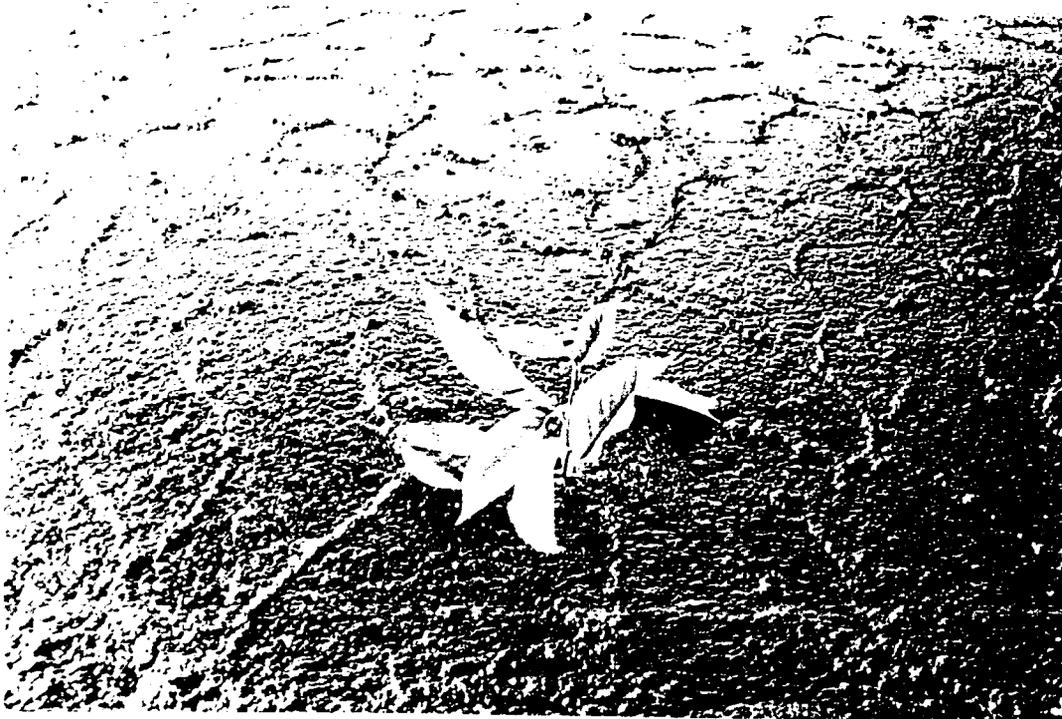
ORSTOM
Institut Français de Recherche Pour le
Développement en Coopération

PETROPRODUCCION
Filiale de PETROECUADOR

Rapport de stage

L'IMPACT DE L'ACTIVITE PETROLIERE A CUYABENO
(AMAZONIE EQUATORIENNE)
UNE TENTATIVE D'EVALUATION ECONOMIQUE

Yves-Marie GARDETTE



Septembre 1998.

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: Ax 18131 Ex: *microfilm*

RESUME :

Le pétrole semble aujourd'hui une ressource incontournable de l'Equateur, contraint par une dette extérieure forte. L'activité pétrolière est cependant génératrice de multiples dommages, tant au niveau environnemental quand elle s'installe au cœur d'aires protégées, qu'au niveau social quand elle produit ses impacts sur les populations riveraines et les indiens natifs. Pour estimer ces impacts, nous avons choisi d'étudier le site de Cuyabeno.

Cette zone, classée réserve faunistique depuis 1979, présente un grand intérêt au niveau de la diversité biologique, et abrite des communautés Shuar, Siona-Secoya, Cofane et Quechua. Le système lacustre des lagunes de Cuyabeno, menacé par la proximité de l'activité pétrolière, apparaît comme un site unique.

L'activité pétrolière se développe dans la zone dès 1972. Les activités de sismique exploratrice sont les premières à être mises en œuvre, générant des perturbations à grande échelle. S'ensuit la perforation des puits, la mise en place des infrastructures routières, la production et le transport. Toutes ces activités ont des conséquences importantes en termes d'impacts sur le milieu physique et biotique et sur les populations, comme la déforestation et la contamination des terres et des rivières. Elles entraînent de plus la colonisation du milieu forestier par des colons à la recherche de terres cultivables.

Si ces impacts sont difficiles à quantifier, une tentative de valorisation pour certains d'entre eux apparaît possible aux vues des méthodes développées par l'économie de l'environnement. Ces méthodes cherchent à valoriser des biens environnementaux afin de cerner les coûts réels d'une activité ou d'approcher la valeur de l'écosystème forestier. Elles sont fortement controversées et possèdent des limites importantes. Cependant, elles peuvent donner des résultats quand il s'agit d'évaluer la contamination pétrolière (méthode des coûts de récupération) ou les impacts sur la santé humaine par exemple. Elles nous donnent quelques idées des coûts réels d'une activité aux perspectives limitées et nous amènent à nous pencher sur des possibilités d'alternatives viables.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ici toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail et permis de mener à bien ce stage de cinq mois en Equateur.

Mes responsables,

Francis Kahn, directeur de recherche, représentant de l'ORSTOM en Equateur, et l'ingénieur **Fausto JARA** du département d'exploration et de développement de Petroproduccion.

César Ajamil Garcia du projet Petramaz de la communauté européenne qui a grandement contribué à m'éclairer sur les techniques d'évaluation économique.

L'équipe de l'**Orstom** : Patrice Baby, Fred le guide Quechua et Maria Dolores.

L'équipe de **Petroproduccion** qui m'a explicité les rouages de l'activité pétrolière :

Marco Rivadeneira,

Jorge Luje, chef du campement de Cuyabeno,

Ron Cadir, Erika, Mauricio et Fausto de l'unité de protection environnementale,

Marcelo Aguilar,

Ramiro Hernandez de la Seramin,

Mena Tena du centre de santé de Cuyabeno,

Edwin et Michel.

Frank Dominique Vivien,

Christopher Canaday,

Marco cornejo du ministère de l'énergie et des mines,

Mark kenber de la fundacion Natura,

Yves Barthelemy.

Le comité de soutien, de rédaction, et de relecture,

l'économiste Judith Raoul-Duval,

le botaniste Vincent Borgis,

le sculpteur Alexandre Grey,

mon cousin Olivier et ma sœur Céline.

INTRODUCTION GENERALE

Ce travail porte sur l'évaluation des impacts de l'activité pétrolière dans la région de Cuyabeno, en Amazonie équatorienne, et sur une tentative de valorisation de ces impacts sur la base des méthodes développées par l'économie de l'environnement. Il s'inscrit dans le cadre d'un accord entre l'Orstom et l'entreprise équatorienne Pétroproduccion.

Le pétrole est une ressource incontournable pour l'Equateur d'aujourd'hui, contraint par une dette extérieure forte. Il participe pour plus de 40% au budget de l'Etat et représente le premier poste d'exportation depuis 15 ans. Cependant, l'extension des infrastructures pétrolières en Amazonie pose de nombreux problèmes :

- au niveau environnemental, quand elle produit ses effets au sein même d'espaces protégés comme la réserve faunistique de Cuyabeno ou le parc Yasuni, classé par l'UNESCO réserve de la biosphère.*
- au niveau social, quand l'Etat équatorien cherche à mettre en valeur des ressources situées au cœur des territoires indiens, provoquant l'ouverture et la colonisation d'un espace jusqu'ici préservé.*

Dans ce cadre, il nous paraissait intéressant de nous pencher sur le problème des impacts de la production pétrolière sur l'environnement et les populations. Pour ce faire, nous avons choisi de nous intéresser au champ pétrolier de Cuyabeno, situé dans la réserve faunistique de Cuyabeno jusqu'en 1994, et exclu des limites de cette aire protégée en raison des dégradations qu'ont occasionnées l'activité pétrolière et la colonisation qui en a découlé. Ce champ pétrolier englobe les stations de production de Cuyabeno et de Sansahuari. L'étude portera plus précisément sur les infrastructures associées à la station de production Cuyabeno, ce site présentant l'avantage d'être situé dans une zone qui présente un intérêt écologique certain (la réserve faunistique de Cuyabeno est créée en 1979) associant aire protégée et exploitation pétrolière.

Dans un deuxième temps, il nous semblait important de voir dans quelles mesures ces impacts pouvaient faire l'objet d'une valorisation afin de déterminer les coûts réels de l'exploitation pétrolière. De nombreuses techniques de valorisation d'actifs environnementaux sont aujourd'hui développées dans le cadre de l'économie de l'environnement. Comment ces méthodes peuvent-elles nous permettre de mesurer les coûts réels de l'exploitation pétrolière, et quels en sont les fondements théoriques et les limites ?

L'activité pétrolière génère des revenus à court terme au prix d'importants dommages environnementaux et sociaux. Les réserves équatoriennes devraient permettre, au rythme actuel de production, une exploitation de vingt ans. La valorisation économique de l'environnement peut-elle permettre une meilleure prise en compte de l'environnement pour trouver des alternatives à terme ?

Le travail s'articulera ici autour de trois parties. Dans un premier temps, nous ferons la description du milieu physique et socio-économique dans lequel évolue l'activité pétrolière à Cuyabeno. Nous essaierons d'identifier ensuite les impacts que génère l'exploitation pétrolière sur ce milieu : chaque phase de l'activité sera ici décrite séparément. Enfin, dans une troisième partie, nous aborderons la question de la valorisation économique de ces impacts.

SOMMAIRE

Résumé

Introduction générale

PARTIE I : DESCRIPTION DU MILIEU

CH 1) DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

1.1.) LE MILIEU INERTE	
1.1.1.) DONNEES SUR LE CLIMAT	9.
A) Températures	
B) Pluviométrie	
1.1.2.) TERRE ET SOLS	10.
A) Relief et topographie	
B) Géomorphologie	
C) Sols	
D) Ressources minérales et énergétiques	
1.1.3.) LES DONNEES SUR L'EAU	13.
A) Hydrographie et hydrologie	
B) Qualité des eaux	
C) Nappes souterraines et points d'eaux	
1.2.) LE MILIEU BIOTIQUE	
1.2.1.) VEGETATION ET FLORE	15.
A) Diversité	
B) Densité	
C) Physionomie et répartition	
1.2.2.) FAUNE	17.
A) Ichtyologie	
B) Herpétologie	
C) Ornithologie	
D) Mammalogie	

CH 2) DESCRIPTION DU MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

2.1.) POPULATION	
2.1.1.) POPULATION INDIENNE	18.
A) Les Quechuas	
B) Les Cofanes	
C) Les Sionas	
2.1.2.) POPULATION ISSUE DU PROCESSUS DE COLONISATION	20.
A) Le processus de colonisation	
B) Recensement de population	
C) Provenance	
2.2.) UTILISATION DU SOL	
2.2.1.) TYPES DE CULTURES ET REPARTITION	23.
A) Les différents types de cultures utilisés	
B) Répartition des cultures	
C) La place de l'élevage	
2.2.2.) RENDEMENTS ET STRUCTURE DU MARCHÉ	24.
A) Les rendements	
B) La structure du marché	

PARTIE II : LES IMPACTS DE L'ACTIVITE PETROLIERE

CH 1) LES ACTIVITES SISMIQUES

1.1.) DESCRIPTION DES ACTIVITES	
1.1.1.) DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE	28.
1.1.2.) MISE EN PLACE DES TRANCHEES ET DES HELIPORTS	30.
A) Ensemble des lignes sismiques répertoriées	
B) Calcul des aires déforestées	
1.1.3.) LE SONDAGE DU SOL	33.
A) Utilisation d'explosifs	
B) Activités annexes	
1.2.) CONSEQUENCES DE L'ACTIVITE SISMIQUE SUR LE MILIEU	
1.2.1.) MILIEU PHYSIQUE	34.
A) Atmosphère	
B) Eau	
C) Sols	
1.2.2.) MILIEU BIOTIQUE	34.
A) Flore	
B) Faune	
1.2.3.) MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE	35.
A) Populations indiennes	
B) Population de colons	

CH 2) ACTIVITES DE PERFORATION

2.1.) LES ACTIVITES DE PERFORATION	
2.1.1.) MISE EN PLACE DE LA PLATE-FORME DE PERFORATION	38.
2.1.2.) LES DECHETS DE PERFORATION	38.
2.1.3.) LES PREUVES DE PRODUCTION	40.
A) Le pétrole	
B) Les eaux de formation	
2.2.) IMPACTS SUR LE MILIEU	
2.2.1.) LE MILIEU PHYSIQUE	42.
A) Atmosphère	
B) Eau	
C) Sols	
2.2.2.) MILIEU BIOTIQUE	43.
A) Flore	
B) Faune	
2.2.3.) LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE	43.
A) Populations indiennes	
B) Populations de colons	

CH 3) LA MISE EN PLACE DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES

3.1.) DESCRIPTION DES ACTIVITES	
3.1.1.) MISE EN PLACE DES ROUTES	45.
A) Expropriation	
B) Déboisement	
C) Excavation et apport de matériaux	
D) Revêtement	
E) Drainages	
F) Travaux auxiliaires	

3.1.2.) EXPLOITATION ET MAINTENANCE	49.
A) Exploitation	
B) Maintenance	
3.2.) CONSEQUENCES DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES	
3.2.1.) MILIEU PHYSIQUE	49.
A) Atmosphère	
B) Eau	
C) Sols	
3.2.2.) MILIEU BIOTIQUE	50.
A) Flore	
B) Faune	
3.2.3.) MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE	50.
A) Populations indiennes	
B) Populations de colons	
3.2.4.) CONSEQUENCES INDIRECTES	51.
A) Colonisation	
B) Tourisme	

CH 4) PRODUCTION ET INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION

4.1.) LES ACTIVITES DE PRODUCTION	
4.1.1.) DE L'EXPLORATION A LA PRODUCTION	53.
A) Le système d'oléoducs secondaires	
B) Transformation de la plate-forme	
C) Les opérations de maintenance	
4.1.2.) LA STATION DE PRODUCTION	56.
A) Descriptif de la station	
B) Le processus de séparation	
C) Activités annexes	
4.1.3.) LES AUTRES INFRASTRUCTURES	59.
A) Le campement	
B) La piste d'atterrissage	
C) Infrastructures annexes	
4.1.4.) CONSEQUENCES EN TERMES D'EMPLOIS ET DE REVENUS	60.
4.2.) LES IMPACTS SUR LE MILIEU	
4.2.1.) LE MILIEU PHYSIQUE	60.
A) Atmosphère	
B) Eau	
C) Sols	
4.2.2.) MILIEU BIOTIQUE	62.
A) Flore	
B) Faune	
4.2.3.) MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE	62.
A) Population indienne	
B) Population de colons	
C) Populations extérieures	

CH 5) TRANSPORT : UN SYSTEME VETUSTE

5.1.) LE SYSTEME DE TRANSPORT	
5.1.1.) L'OLEODUC TRANS-EQUATORIEN (SOTE)	64.
5.1.2.) LE TRANSPORT DE PETROLE A CUYABENO	64.
5.2.) DES CATASTROPHES FREQUENTES	
5.2.1.) LES DERNIERES CATASTROPHES RECENSEES	66.
5.2.2.) FUITE DE PETROLE EN AMAZONIE : LA SITUATION A CUYABENO	66.

PARTIE III : LA VALORISATION DE L'ENVIRONNEMENT

CH 1) LE CADRE THEORIQUE

1.1.) NOTIONS THEORIQUES	
1.1.1.) LES DEFAILLANCES DU MARCHE	69.
1.1.2.) LES BIENS ENVIRONNEMENTAUX DANS LA THEORIE ECONOMIQUE	69.
1.2.) LA VALEUR DE L'ENVIRONNEMENT	
1.2.1.) LES DIFFERENTS TYPES DE VALEUR	71.
1.2.2.) LA VALEUR ECONOMIQUE TOTALE	72.
1.3.) QUELQUES METHODES DE VALORISATION	
1.3.1.) LES METHODES DE VALORISATION INDIRECTE OU OBSERVABLE	72.
A) La méthode des coûts évités ou des coûts induits	
B) La méthode des coûts de transport	
1.3.2.) UNE METHODE D'EVALUATION DIRECTE : L'EVALUATION CONTINGENTE	73.

CH 2) LA VALORISATION DES IMPACTS DE L'ACTIVITE PETROLIERE

2.1.) UNE SERIE D'IMPACTS POSITIFS A PRENDRE EN COMPTE	
2.1.1.) LE PETROLE SOURCE DE RICHESSE	75.
2.1.2.) LE PETROLE SOURCE DE TRAVAIL	76.
2.1.3.) UNE SOURCE DE SERVICES	76.
A) Les infrastructures routières	
B) Autres services	
2.1.4.) DES CONSEQUENCES INDIRECTES	76.
2.2.) VALORISATION DE LA DEFORESTATION	
2.2.1.) LES CHIFFRES DE LA DEFORESTATION	77.
2.2.2.) LES SERVICES RENDUS PAR L'ECOSYSTEME FORESTIER	78.
2.2.3.) LA VALORISATION DES SERVICES	78.
A) L'exploitation des produits non ligneux	
B) Usage récréatif et tourisme	
C) Une tentative de valorisation globale des services	
2.3.) VALORISATION DE LA CONTAMINATION PETROLIERE	
2.3.1.) RECUPERATION DES ESPACES CONTAMINES	84.
2.3.2.) RECUPERATION DES PISCINES	84.
2.4.) L'IMPACT SUR LA FAUNE	
2.4.1.) L'IMPACT GLOBAL SUR LA FAUNE	84.
2.4.2.) QUELLE VALORISATION ?	85.
2.5.) VALORISATION DE LA SANTE HUMAINE	
2.5.1.) LES IMPACTS SUR LA SANTE A CUYABENO	86.
A) Incidence des pathologies dans la zone d'étude	
B) Les pathologies directement imputables à l'activité pétrolière	
2.5.2.) VALORISATION DES IMPACTS	88.
A) Coûts de traitement	
B) Jours de travail perdus et jours d'activité restreinte	
C) Les limites de l'analyse	

Conclusion générale

Références bibliographiques
Liste des tableaux, cartes, graphiques et photos
Organismes visités, Abréviations, Equivalences
Annexes

PARTIE I : DESCRIPTION DU MILIEU

*La partie occidentale de l'Amazonie est,
« sans doute, la zone biotique la plus riche de la terre ».*

Norman Myers.

Introduction

Parmi les quinze aires protégées d'Equateur, six sont situées dans la partie amazonienne. Les deux plus importantes sont la réserve faunistique de Cuyabeno et le parc Yasuni (classé réserve de la biosphère par l'UNESCO depuis 1989).

La réserve faunistique de Cuyabeno est située au nord-est de l'Amazonie équatorienne, dans la province de Sucumbios, couvrant la majeure partie du canton Putumayo. Cette partie de l'Amazonie fut déclarée réserve faunistique avec l'accord interministériel n°22 du 26 juillet 1979. Elle couvrait à cette époque 254.760 hectares. En 1991, sous la pression de groupes de tourisme (Transturi, Cemecotur), elle est élargie jusqu'au río 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 Petroproduccion). Le campement pétrolier de Cuyabeno était donc inclus dans la réserve jusqu'à cette date. La réserve s'étend depuis sur 603.380 hectares et se retrouve séparée en deux parties de part et d'autre de la route (cf. carte n°1).

DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude correspond à la zone d'influence de l'activité pétrolière autour des champs pétroliers de Cuyabeno et Sansahuari. Cette zone d'influence pourra varier en fonction des impacts. Par exemple, la contamination d'un site peut être considérée comme ayant des conséquences limitées dans l'espace ; les effets de la déforestation, en revanche, peuvent être considérés comme ayant des conséquences non seulement locales, mais aussi globales (changements climatiques par exemple) et se retrouvent de ce fait mêlés aux conséquences d'autres projets.

Les données sont souvent regroupées selon des découpages administratifs ou autres qui ne correspondront pas toujours à la zone d'étude définie :

- au niveau administratif, les infrastructures sont situées dans la province de Sucumbios, à la limite sud du canton de Putumayo ; elles ont des incidences de ce fait sur une partie du canton Putumayo mais aussi sur le proche canton de Tarapoa.

- on trouve souvent aussi des études qui prennent comme zone de référence l'ensemble de la réserve Cuyabeno. Il faudra là aussi prendre en compte dans ces informations les parties de la réserve qui sont réellement dans la zone d'étude (en se rappelant que les limites de la réserve ont varié au cours du temps) et considérer les zones proches situées hors réserve.

Cuyabeno donne son nom à un campement, à un champ pétrolier et à une réserve faunistique. Dans un souci de clarté, quand nous parlerons de Cuyabeno (sauf indications), nous parlerons de l'endroit où se trouvent le campement et les infrastructures pétrolières et non de la réserve qui ne constitue qu'une partie de notre zone d'étude.

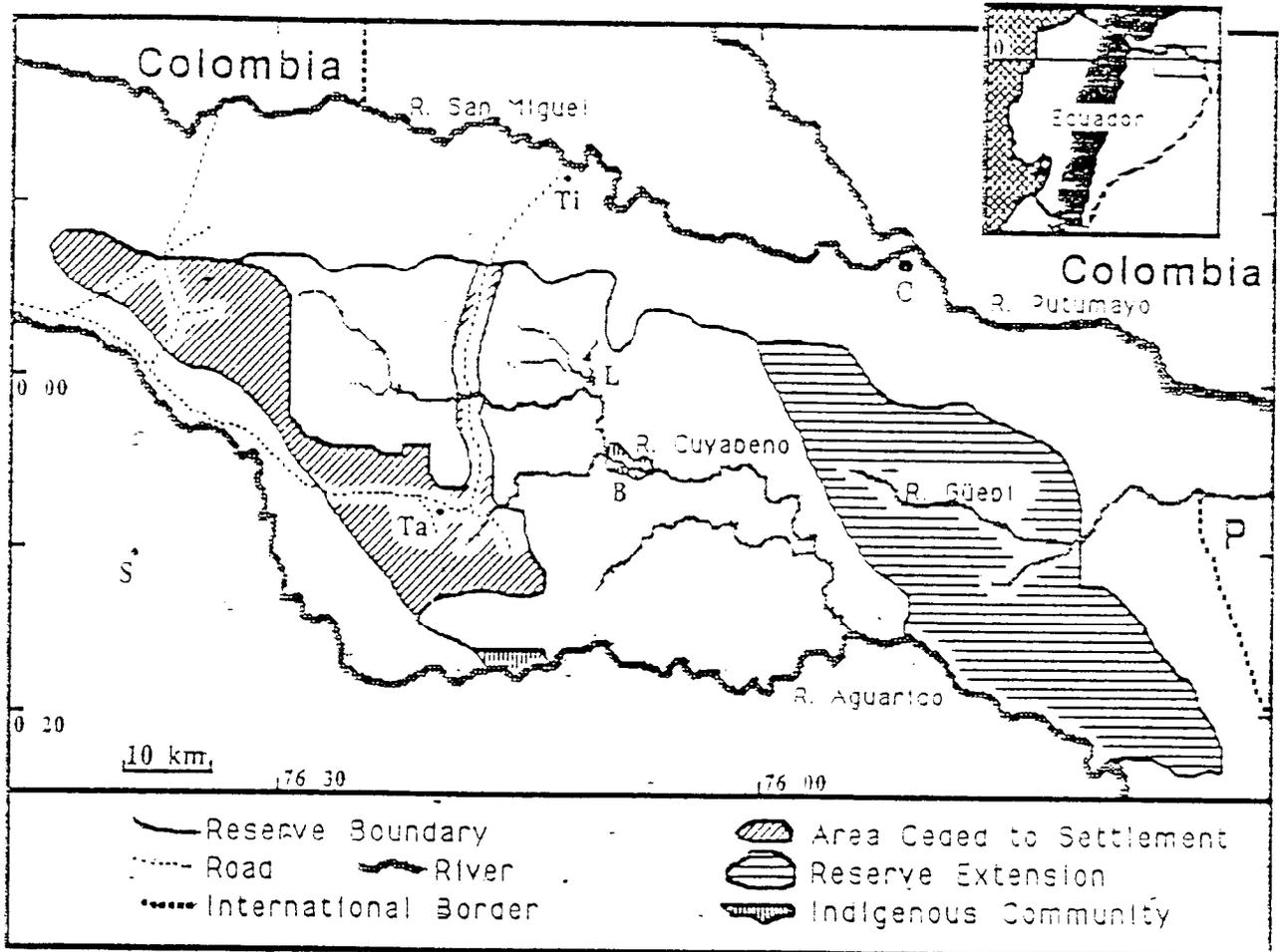
CARTE N°1: réserve faunistique de Cuyabeno.

Fig. 2.1. Map of the Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, Ecuador. Locations are marked with the following abbreviations: B-Puerto Bolívar, C-Puerto El Carmen, L-Lagunas de Cuyabeno, P-land ceded to Peru by the Treaty of Rio de Janeiro, Sh-Shushufindi, Ta-Tarapoa, Ti-Tipishca. (From a map in Coello and Nations 1987)

Source : Canaday, 1991.

Les parties exclues de la réserve en 1994 correspondent au champ Libertador à l'ouest, à la zone de Tarapoa exploitée par la City, et à la route qui relie Tarapoa à Tipishca et qui passe par le champ pétrolier Cuyabeno-Sansahuari.

CH 1) DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

Le milieu physique a beaucoup évolué entre les débuts de l'activité pétrolière dans cette zone en 1972, et la situation actuelle. Pour rendre compte du milieu physique, nous prendrons comme référence un milieu proche non altéré par les activités pétrolières, à partir des études réalisées sur la réserve faunistique de Cuyabeno.

1.1.) MILIEU INERTE

1.1.1.) DONNEES SUR LE CLIMAT

A) Températures :

L'information météorologique peut être déduite des stations existantes à Lago Agrio, Coca, Nuevo Rocafuerte et dans une moindre mesure par des informations ponctuelles de Tarapoa.

TABLEAU 1 : Températures moyennes par mois pour la région est de l'Amazonie équatorienne, à partir des séries 1985-1994.

Ms:	J	F	Ms	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	Moy
Mx	31.1	30.6	30	30.1	29.6	28.5	28.1	29.3	30.6	30.9	30.8	31.2	30.1
M	27.5	26.7	26.5	26.4	26.2	25.3	24.8	25.8	26.7	27.1	27.2	27.7	26.5
Mn	22	22	22.1	22	22	21.4	20.6	20.9	21.4	21.7	21.9	22.2	21.7

Ms (mois), Mx (temp. moy. maximale), M (temp. moy.), Mn (temp. moy. minimale)

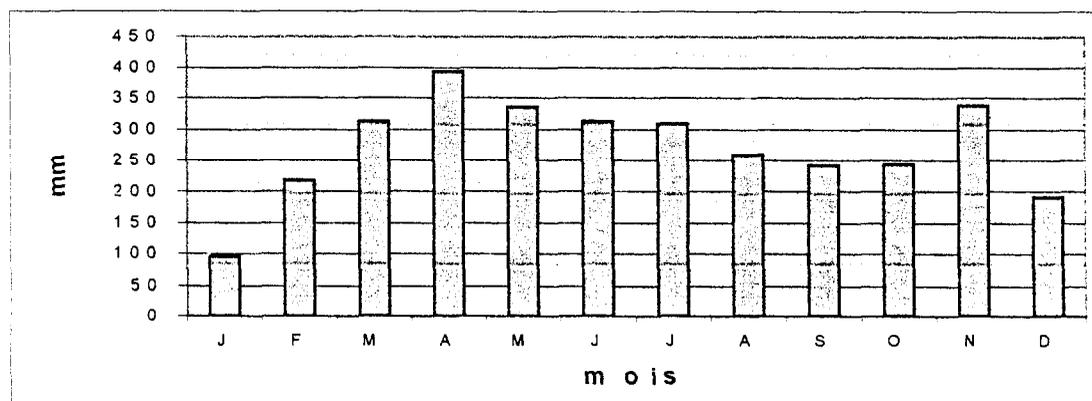
Source : Planisoc cia ltda (1994).

La température moyenne est de 26,5°C avec le mois le plus froid en juillet (24,8°C) et le mois le plus chaud en décembre (27,7°C). La variation moyenne de température reste faible (2,9°C).

B) Pluviométrie :

Les précipitations annuelles sont estimées à 3.259,8 millimètres par an. Maxima en avril (393,8 mm) et novembre (337,9 mm) et minima en janvier (95,2 mm) et septembre (241,9 mm) (Voir Graphique 1). Il pleut en moyenne 225 jours par an.

GRAPHIQUE 1 : Analyse harmonique des précipitations pour la période 1985-1994.



Source : Planisoc cia ltda ,1994.

En ce qui concerne le climat, des données plus précises peuvent être consultées dans ESEN/Ambientec (1991), Planisoc (1994) et PROFORS/INEFAN (1993).

1.1.2.) TERRE ET SOLS

A) Relief et Topographie :

L'aire d'étude est située dans la basse Amazonie et correspond à un paysage de collines douces, petites et moyennes. La majeure partie de la réserve est située entre les cotes 200 et 280m et possède un relief ondulé peu prononcé qui donnent lieu à la formation de deux dépressions : le plateau majeur où se situe le système lacustre, et le plateau mineur localisé dans la partie moyenne-inférieure du rio Cuyabeno.

B) Géomorphologie :

Les caractéristiques géomorphologiques de la zone permettent d'établir une carte de zonification (ESEN/Ambientec 91). Il existe trois directions principales de linéaments qui contrôlent l'existence de lagunes, le cours des rivières et la présence de zones inondables (*cf. carte n°2*). On peut distinguer trois zones :

- la zone déprimée correspond à une grande dépression avec des lacs quasi permanents. C'est dans cette zone que se situent les lagunes de Cuyabeno. Sa végétation caractéristique (Igapo) est constituée d'une forêt basse inondée périodiquement.
- les zones hautes constituent la partie de terre ferme, avec un niveau phréatique plus bas et une végétation arborée haute.
- les zones inondables se situent le long des linéaments et coïncident avec les cours d'eau. Sa végétation caractéristique est appelée Varzea.

C) Sols :

Les différents sols de la zone d'étude se sont formés sur des argiles sédimentaires d'origine marine de l'époque tertiaire. D'après la carte morphoédaphologique du Nororienté équatorien (*cf. carte n°3*) et d'autres études (ESEN/Ambientec 91), on peut définir différents types de sols :

unité M-1 : matériel semi-perméable constitué par des argilites rouges, sableuses et autres conglomérats.

unité B-1 : matériel imperméable, argilites rouges et bleutées, avec quelques niveaux sablonneux, tufier ou charbonneux.

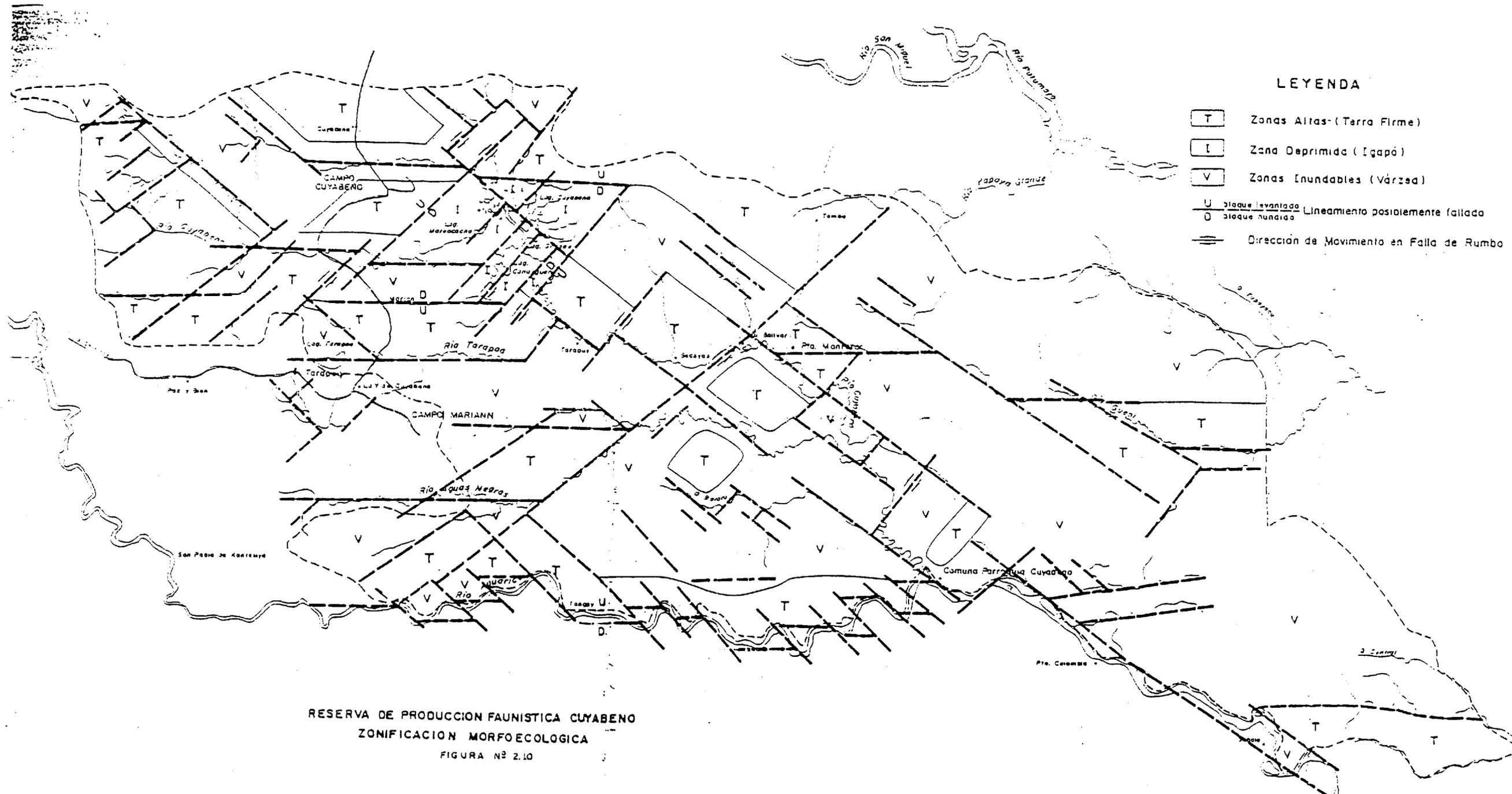
une troisième unité est constituée par l'altération des unités précédentes dans la zone inondable des lagunes et des autres cours d'eau.

Les sols argileux rouges couvrent les collines entre 300 et 600m. Ils sont compacts et peu perméables. La couche de matière organique est superficielle. Par sa grande acidité, sa relative pauvreté chimique et son taux élevé d'aluminium toxique échangeable, ce type de sol est peu adapté pour un usage de type agropastoral. Ces sols se classent dans les Oxic Dystropepts.

Les sols des dépressions marécageuses ont une matière organique plus abondante mais fibreuse. Ces zones ne se prêtent pas à une occupation à moins d'établir un système de drainage, la périphérie est utilisée quelquefois pour la pisciculture. Selon le degré d'humidité ces sols se classent entre les Hydric Tropofibrils, Hystic Tropocuepts ou Tropancuepts et Tropofluents.

Des informations complémentaires concernant les sols, description des profils, peuvent être trouvées dans Sourdat et Custode (1977,1979), ESEN/Ambientec (1991), Planisoc (1994) et PROFORS/INEFAN (1993).

CARTE N°2 : carte de zonification morfoécologique.



Source : Esen/Ambientec, 1991.

Carte n°3 : carte morfoédafologique de la province du Napo.

-  H1 Oxic ou Typic DYSTROPEPTS
-  H2 Meme sols rouges avec TROPAQUEPTS dans les zones inondables
-  K1 Typic DYSTRANDEPTS ou DYSTROPEPTS
-  K2 VITRANDEPTS, DYSTRANDEPTS, Aquic DYSTROPEPTS
-  K3 TROPAQUEPTS
-  K4 Hydric TOPOFIBRISTS
-  K5 Hydric TOPOFIBRISTS et Typic EUTROPEPTS sur les dykes
-  K6 Aquic DYSTROPEPTS
-  K7 complexes de toutes les unites K

0 30 KM

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

D) Ressources minérales et énergétiques :

Les principales ressources du sol sont constituées par les gisements pétroliers.

Le champ Cuyabeno-Sansahuari sur lequel portera notre étude a des réserves estimées à 82,027 millions de barils. 17 puits en production pour Cuyabeno et 9 pour Sansahuari.

Juste au sud se trouve le champ exploité par la compagnie américaine City qui comprend en fait plusieurs petits champs : Fanny, Mariann et Tarapoa pour un total d'environ 13 puits et des réserves estimées à 131,2 millions de barils.

Ces deux champs font partie des 50.000 hectares qui ont été amputés de la réserve en 1994. Ils se situent dans une zone qu'on appelle aujourd'hui zone d'influence de la réserve Cuyabeno.

Au nord de Cuyabeno, le champ V.H.R a des réserves estimées à 34 millions de barils.

En outre, cette partie de l'Amazonie équatorienne contient des gisements de métaux et principalement de l'or dans les rivières. Des dépôts de phosphore sont signalés (PROFORS/INEFAN 1993).

1.1.3.) LES DONNEES SUR L'EAU

Dans la partie moyenne et supérieure du rio Cuyabeno se rencontre le système lacustre de Cuyabeno formé par quatorze lagunes et alimenté par de nombreux cours d'eau (cf. carte n°4). Ces données sont importantes pour évaluer les conséquences de la contamination pétrolière.

A) Hydrographie et hydrologie :

Le système hydrographique du rio Cuyabeno prend son origine sous la cote des 300 mètres et obéit au régime pluvieux de la plaine amazonienne qui donne lieu à trois saisons différenciées : époque sèche (mi-décembre à mars), époque pluvieuse (avril-juillet) et époque de fluctuation (août à mi-décembre) (ESEN/Ambientec 1991).

L'époque sèche se caractérise par un faible niveau des cours d'eau et l'apparition de plages de sable. Le niveau des eaux du système lacustre diminue en moyenne de cinq mètres asséchant une partie des lagunes. Durant la période pluvieuse, le niveau des eaux lagunaires peut atteindre 12 mètres. L'époque de fluctuation se traduit par une variation du niveau des eaux de deux à quatre mètres selon le régime pluviométrique.

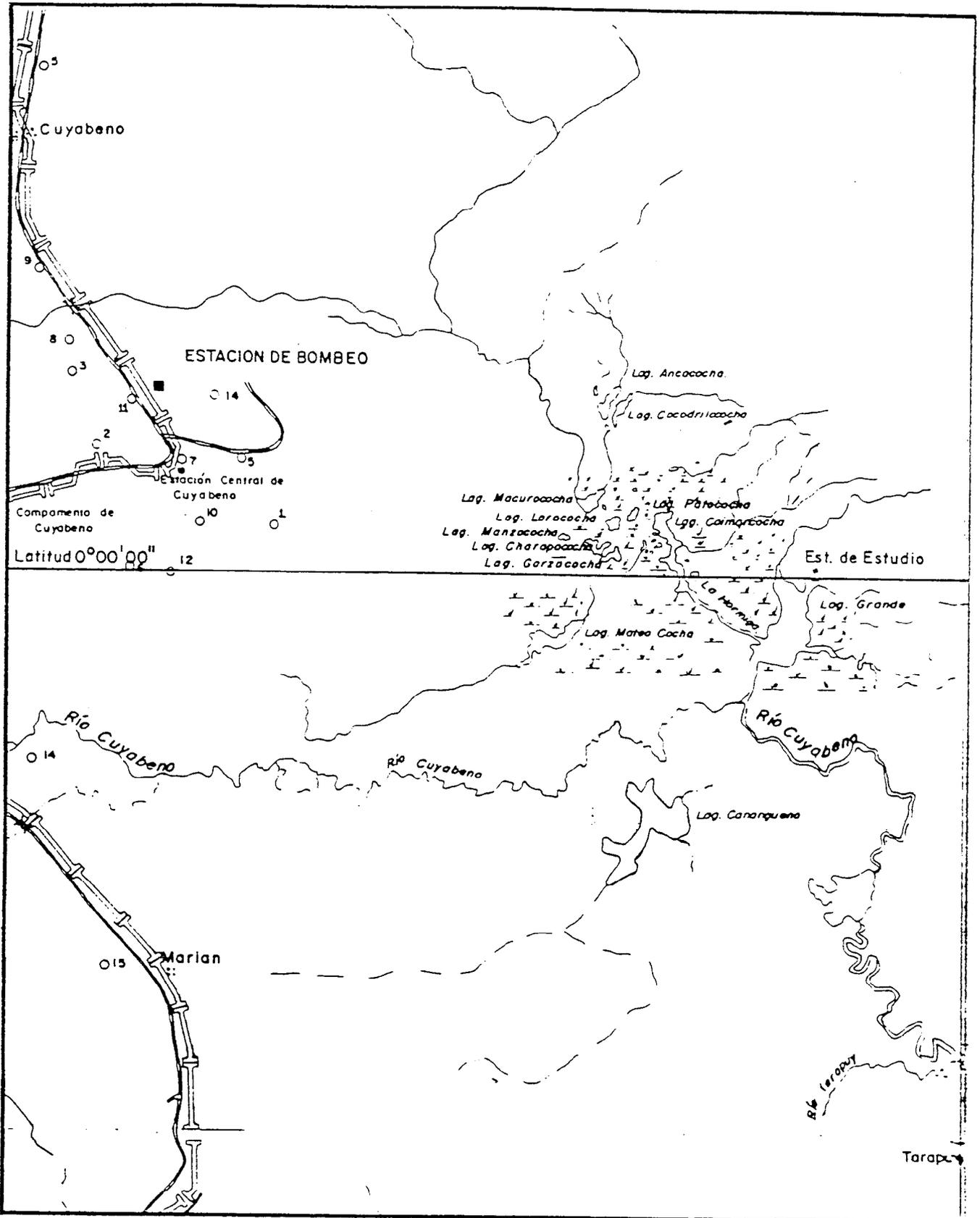
Les principaux tributaires du rio Cuyabeno sont la Quebrada, la Hormiga, et les rivières Tarapuy, Aguas Negras et Balatayacu. Il s'étire sur près de 140 km. Les rivières de cette zone sont appelées "Aguas Negras" (eaux noires), durant les périodes de faible débit la couleur des eaux s'éclaircit suite à l'entraînement des sédiments en suspension.

Les installations pétrolières sont situées en amont du système lacustre et présentent de ce fait un danger direct pour l'équilibre de ce milieu. Quand des déversements de produits toxiques se produisent, il a été calculé que ces eaux contaminées mettent environ 2 heures et 40 minutes pour atteindre les lagunes de Cuyabeno, et environ 19 heures 30 minutes avant de se déverser dans le rio Aguarico (Planisoc 1994).

B) Qualité des eaux :

Le PH varie de 4,7 à 5,8 et présente une grande quantité de tanins et de polyphénols, une absence de sédiments en suspension et des niveaux faibles d'oxygène. La quantité de nutriments est peu élevée, notamment le nitrogène ce qui en fait un écosystème relativement pauvre en production primaire (ESEN/Ambientec 1991). Une étude effectuée auprès du puits Cuyabeno 21 note la présence de nombreux cours d'eau de petite taille et de faible débit tributaires du système pluviométrique. L'analyse de ces

CARTE N°4 : système lacustre et cours d'eau de Cuyabeno.



Source : Esen/Ambientec, 1991.

eaux donne un PH qui varie entre 6,5 et 7,6 et une température moyenne autour de 26°C. La quantité d'oxygène dissout varie entre 5 et 6 mg/l. La qualité de l'eau la rend apte à la consommation humaine selon les normes de l'OMS et une grande partie des habitants de la zone (communautés indigènes et colons) sont dépendants de la qualité de ces eaux pour différents usages : consommation, cuisine, cultures, hygiène et autres. Des analyses détaillées de la qualité des eaux pourra être trouvée dans Planisoc (1994).

C) Nappes souterraines et points d'eau :

L'usage des eaux superficielles est largement majoritaire, la présence de ressources en eaux souterraines tient de ce fait une importance mineure. Il faut cependant noter qu'une partie des nappes phréatiques a pu être dégradée par les activités pétrolières. Des informations concernant l'origine des eaux aquifères et des différents points d'eau existants dans la région de Sucumbios peuvent être trouvées dans le rapport édité par PROFORS et l'INEFAN (1993).

1.2.) MILIEU BIOTIQUE

1.2.1) VEGETATION ET FLORE

A) Diversité :

L'Amazonie équatorienne est sans conteste une région qui connaît une grande richesse au niveau de la diversité de sa faune et de sa flore. Selon l'écologiste tropical Norman Myers (1988), cette partie de l'Amazonie est "sans doute, la zone biotique la plus riche de la terre" et "mérite d'être classée comme une espèce d'épicentre global de la biodiversité" (Kimerling 1993). Cette région de l'Amazonie connaît un haut niveau d'endémisme et de diversité, regroupant de 9.000 à 12.000 espèces. Le nombre d'espèces inconnues s'élèverait à près de 10.000 (Grylls 1992).

Des études effectuées au parc Yasuni tout proche notent la présence de 228 espèces d'arbre par hectare sur les zones de terre ferme, et 149 espèces d'arbre dans les zones inondables (Benavides, Varea, Pacheco, 1988).

La richesse de la végétation dans la région de Cuyabeno a été décrite dans différentes études. Des travaux de Paz y Miño recensent environ 1092 espèces et l'on dénombrait 98 espèces de lianes et 24 genres de palmiers (Acosta 94).

B) Densité :

Il existe différents types de formation végétale, une étude menée par Esen/Ambientec en 1991 avance les résultats suivants :

- la végétation de terre ferme représente 70% des superficies. En forêt primaire de terre ferme, un transect de 10*50 mètres a permis de dénombrier 212 arbres (4240/ha) avec une hauteur pouvant atteindre 40 mètres. La forêt secondaire de terre ferme se caractérise par trois strates distinctes avec une strate supérieure à 30 mètres ; il a été recensé 170 arbres (3400/ha).

- la végétation de type Varzea se trouve dans les dépressions fluviales inondables. 113 arbres (2260/ha) ont été comptabilisés avec une hauteur moyenne de 12 mètres et la présence de quelques arbres émergents à une hauteur de 25 mètres.

- la végétation de type Igapo se trouve dans la forêt inondée de la dépression principale des lagunes. Elle connaît une espèce dominante et la présence de nombreuses plantes épiphytes.

PHOTO N°1: végétation de zone inondée, lagunes de Cuyabeno.



C) Physionomie et répartition :

La physionomie de la végétation apparaît comme suit :

- forêt latifoliée avec prédominance de cimes petites et moyennes (fm).
- forêt hétérogène et palmiers (fp).
- association forestière spéciale (fs).

Dont la répartition est la suivante :

TABLEAU N°2 : Physionomie et répartition de la végétation, réserve de Cuyabeno.

Physionomie	Hectares	%
fm	81.497	32
fp	79.052	31
fs	70.849	27,8
Total	231.398	90,8

Source : Lopez, Paz y Miño (1991).

Les aires calculées dans cette étude de Lopez et Paz y Miño se rapportent à un total de 254.000 hectares ce qui correspond à l'ancienne superficie de la réserve. C'est dans cette partie de la réserve que se situe plus précisément notre zone d'étude. Les 9,2% restant soit 23.362 hectares sont occupés par les installations de colons.

1.2.2.) FAUNE

La richesse de la faune de Cuyabeno a incité les autorités équatoriennes à classer cette région comme réserve faunistique en 1979. On note la présence de nombreuses espèces qui sont aujourd'hui considérées en voie de disparition.

A) Ichtyologie :

Une idée de la diversité présente dans la région de Cuyabeno peut être donnée par les travaux de Stewart (1987) qui recense 475 espèces pour le rio Napo. On estime à 700 le nombre d'espèces d'eau douce pour l'Equateur dont 600 pour la seule Amazonie équatorienne (Barriga 1991) et 500 espèces pour le parc Yasuni (Kimerling 1991). Peu de travaux ont été effectués pour Cuyabeno qui héberge cependant le plus grand système lacustre tropical d'Equateur.

B) Herpétologie :

Selon Almendariz (1992), l'Amazonie équatorienne compterait 140 espèces d'amphibiens et 162 espèces de reptiles (Petroecuador). Les quatre espèces de caïmans de la réserve de Cuyabeno ont été étudiées par Asanza (1985) (Esen/Ambientec 1991).

C) Ornithologie :

L'Amazonie équatorienne est une zone assez spéciale en ce qui concerne l'avifaune. On trouve en Equateur quelques 1600 espèces d'oiseaux ce qui correspond à 1/6 de l'ensemble des espèces mondiales. La réserve de Cuyabeno est une des parties du monde où de très nombreuses espèces peuvent être observées sur un même site. On en dénombre 500 pour la réserve de Cuyabeno (Canaday et Jost, 1997).

D) Mammalogie :

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.

CH 2) DESCRIPTION DU MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

La question socio-économique est plus épineuse puisqu'elle met en relation une activité et ses impacts possibles sur les populations humaines. Nous aurons affaire ici à des interactions complexes : l'activité pétrolière, dont le développement a favorisé des processus de colonisation, va de ce fait avoir des conséquences sur une population qui n'était pas présente au début du projet pétrolier. La question de la variation des données socio-économiques dans le temps va donc poser un problème dans la délimitation des différents impacts. Au niveau socio-économique, nous avons décidé de décrire l'évolution de la population à travers le temps pour avoir des idées plus précises sur l'importance des effets de l'activité pétrolière.

2.1.) POPULATION

La question de la population et de son rapport avec les impacts de la production pétrolière est difficile à cerner. Au commencement de l'activité pétrolière, la population présente dans la région de Cuyabeno était quasiment limitée aux communautés indiennes. Aujourd'hui, de nombreux colons sont présents dans cette zone. Il nous faudra donc essayer ici d'avoir une vision historique pour appréhender l'évolution de l'occupation humaine au sein de notre zone d'étude.

2.1.1.) POPULATION INDIENNE

Avant l'élargissement de la réserve, la population indienne était constituée par trois groupes ethniques : 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, et la communauté Cofane de Zabalo (*cf. carte n°5* : territoires indigènes).

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.

A) Les Quechuas :

La communauté Quechua est la plus nombreuse au sein de la réserve : 237 personnes dont 130 résidant au lieu dit les plages de Cuyabeno (voir graphique n°2 et tableau n°3). On peut dénommer ces familles "colons indigènes" puisque ces installations sont récentes, 20 ans pour les plages (1976) et 12 ans pour Zancudococha (1982) par des familles provenant de El Puyo et du rio San Miguel. La communauté des plages de Cuyabeno a 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. La population a triplé entre 1984 et 1994 (Wunder 1994).

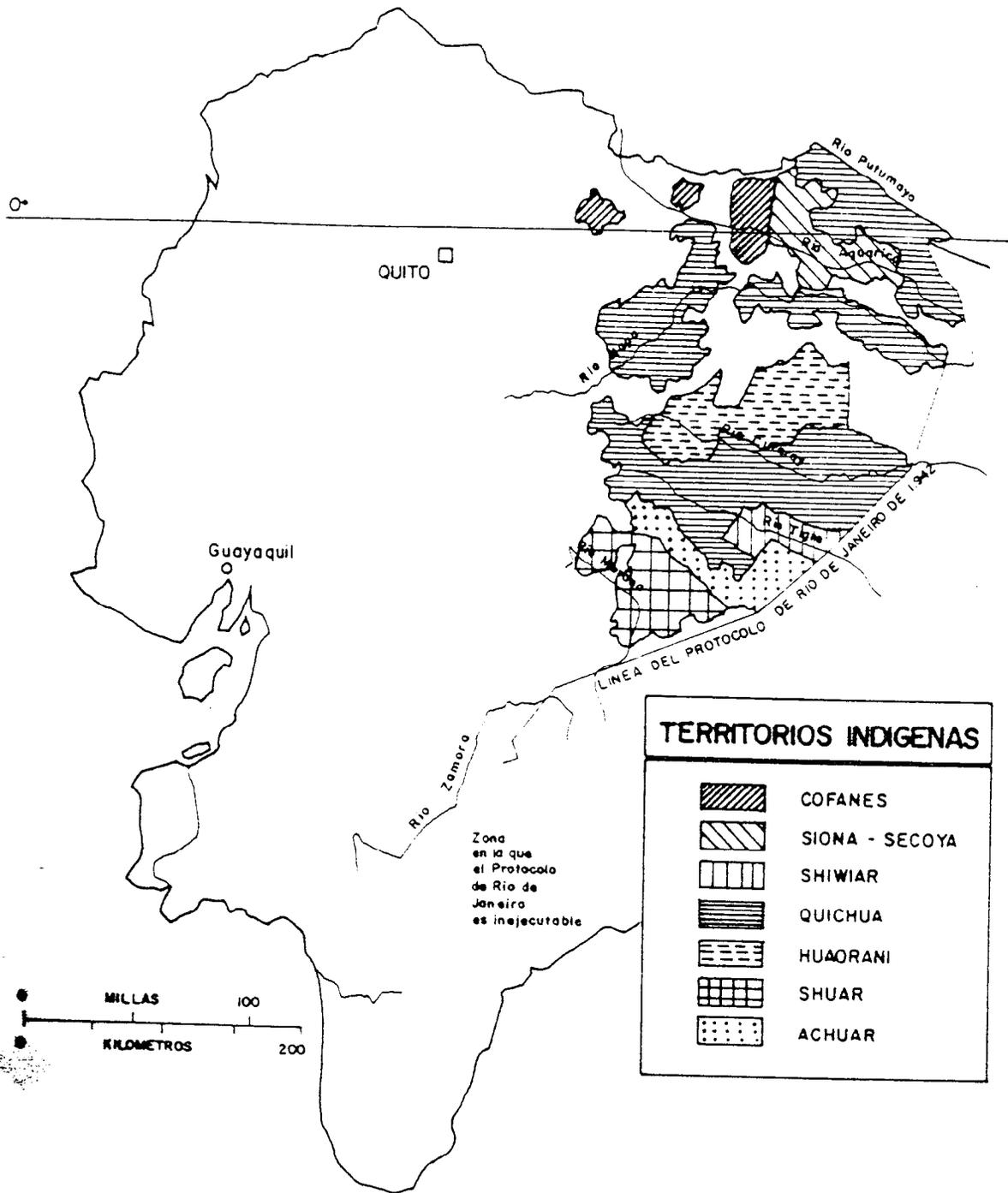
B) Les Cofanes :

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.

C) 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 leurs cultures sont destinées principalement à l'autoconsommation. La pêche et la chasse constituent les principales sources de protéines (Wunder 1994).

CARTE N°5 : territoires indigènes.

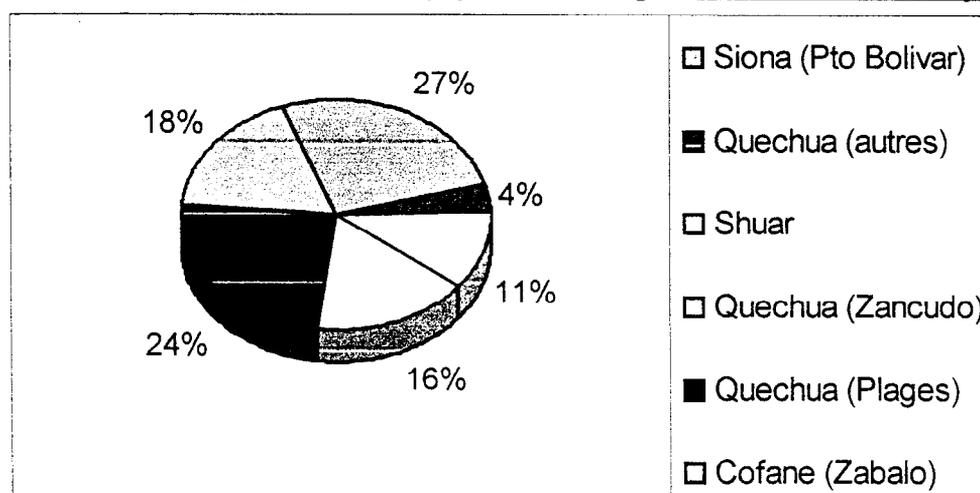


Source : Accion ecologica, 1994.

TABLEAU N°3 : Répartition des communautés indigènes de la réserve de Cuyabeno.

Ethnie	Communauté	Nombre d'hbts
Sionas	Puerto Bolivar	140
Shuars		60
Quechua	Zancudo	87
Quechua	plages de Cuyabeno	130
Quechua	Autres	20
Cofane	Zabalo	97
Total		534

Source : Divers.

GRAPHIQUE N°2 : Répartition des populations indigènes de la réserve de Cuyabeno.

2.1.2.) POPULATION ISSUE DU PROCESSUS DE COLONISATION

A) Le processus de colonisation :

L'arrivée de colons débute réellement en 1972 avec l'ouverture de la route de Tarapoa, route en partie construite par la CEPCO (City Ecuatorian Production Company) afin d'exploiter les puits situés sur sa concession, à proximité de Tarapoa. Cette route reliait simplement Tarapoa au rio Aguarico.

De 1975 à 1979 sont ouverts les tronçons vers l'ouest en direction des puits de la CEPE (ex Petroecuador). La route dessert alors Harber et Dureno à l'ouest de Tarapoa, puis les champs Secoya, Shuara et Tetete vers le nord. La route jusqu'à Tetete permet la connexion avec le rio San-Miguel. Jusqu'en 1979, aucun contrôle de l'Etat n'est effectué sur les installations de colons qui s'approprient le long des axes la zone ouest de ce qui deviendra plus tard la réserve de Cuyabeno. Il semblerait qu'à cette époque, pour ce qui concerne plus directement notre zone d'étude, existait un unique hameau de quelques 70 colons venant surtout de Putumayo et quelques familles Sionas et Secoyas (Lopez, Paz y Miño, 1991).

Entre 1981 et 1983, la CEPE habilite la route qui va de Tarapoa à Tipishca en passant par les champs de Cuyabeno et Sansahuari, permettant l'arrivée des colons dans cette partie de la réserve. La route coupe la réserve en deux parties, avec l'installation de colons tout au long de la route sur une frange de 500 mètres. Le processus de colonisation de la zone d'étude peut être considéré comme effectif à partir de l'ouverture de cette route, processus largement favorisé par la politique de l'Etat équatorien : jusqu'à récemment, l'IERAC exigeait que 50% de la surface des terres attribuées soient défrichées pour accorder l'adjudication. Les colons s'approprient rapidement ces "tierras baldias", autrement dit "terres vierges" selon le propre terme de l'Etat équatorien dans la « Ley de reforma agraria y de colonizacion » de 1974 (Perrier 1996). La description du processus de colonisation du Nororienté équatorien est largement décrite dans la thèse de Blandine Gravelin (1989).

De 1979 à 1989, aucun titre de propriété n'est accordé sur la zone. En juin 1989, les présidents des coopératives et le directeur national de l'INEFAN signent un accord en vertu duquel tous les colons installés sur la première ligne seront légalisés. En échange, les propriétaires s'engagent à surveiller et à freiner les nouvelles installations qui pourraient avoir lieu au-delà de cette première ligne (Canaday 1991).

B) Recensement de population :

TABLEAU N°4 : Population, sexe et répartition par parroquias 1982.

Parroquias	Urbaine	Rurale	Total	Hom.	Fem.
Cuyabeno	13	207	220	120	100
Palma Roja		1543	1543	824	719
Puerto Bolivar		112	112	34	78
Tarapoa	2931	237	3168	1835	1333
Total	2944	2099	5043	2813	2230

Source : INEC IV Censo de Poblacion (1982), Lopez, Paz y Miño (1991).

TABLEAU N°5 : Population, sexe et répartition par parroquias 1990.

Parroquias	Urbaine	Rurale	Total	Hom.	Fem.
Cuyabeno	-	247	247	131	116
Palma Roja	-	2066	2066	1166	900
Tarapoa	-	3275	3275	1804	1471
Total	-	5588	5588	3101	2487

Source : INEC V Censo de Poblacion (1990), PROFORS/INEFAN (1993).

Le taux de croissance annuel entre 1982 et 1990 est estimé à 4% pour la province de Sucumbios (la moyenne nationale est autour de 2,3%).

C) Provenance :

La population de colons provient majoritairement de la Sierra, des provinces de Loja et Bolivar, et de la province de Manabi sur la côte (cf. carte n°6).

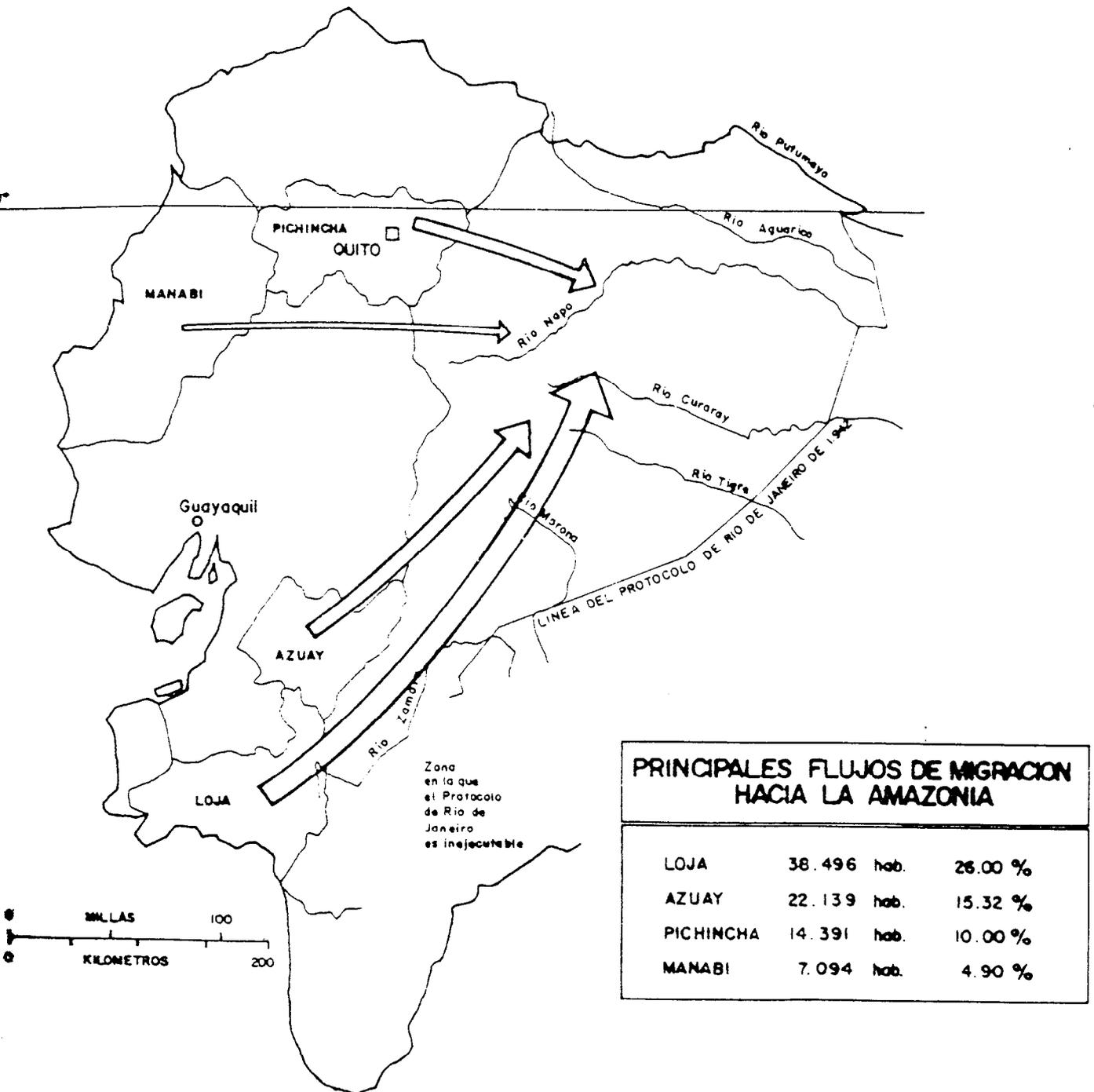
Causes de migration :

- manque de terres et mauvaise qualité des terres, déficiences dans l'application de la réforme agraire, pression démographique.
- problèmes climatiques : inondations et sécheresses qui ont affecté Loja et Manabi.
- exploitation pétrolière : ouverture de routes et possibilités d'emploi, retombées des différentes activités pétrolières.

2.2.) UTILISATION DU SOL

Il s'agit ici de décrire les types d'utilisation du sol rencontrés dans la région de Cuyabeno. Ces chiffres se basent sur différentes enquêtes réalisées dans la zone d'étude. Les pratiques culturelles développées par les communautés indigènes ont été évoquées précédemment (cf. 2.1.1. : Populations indiennes). Les enquêtes réalisées ici se basent plus directement sur les pratiques des populations de colons. Les résultats des deux types d'enquêtes réalisées (1986 et 1991) seront reportés ici en raison des résultats différents qu'elles apportent.

CARTE N°6 : principaux flux de migration vers l'Amazonie.



Source : Accion ecologica, 1994.

2.2.1.) TYPES DE CULTURES ET REPARTITION

A) Les différents types de cultures pratiqués :

TABLEAU N°6 : types de cultures utilisés.

<i>type de culture</i>	<i>espèce</i>	<i>nom scientifique</i>	<i>cycle</i>
Pâturage	Savoya	(<i>Panicum maximum</i>)	Permanent
	Gramalote	(<i>Axonopus scoparios</i>)	" "
	Elifanre		" "
	Dallis	(<i>Brachiaria decumbens</i>)	" "
Café	Robusta		Semi-permanent
Cacao			" "
Maïs	Duro		Trimestriel
Riz	Criolla		Bi-annuel

Source : Tamariz (1986).

Les cultures ne concernent en général qu'une seule espèce. La culture la plus prisée est le café, de type Robusta, la seule destinée entièrement à la commercialisation.

B) Répartition des cultures :

Le tableau suivant nous donne une estimation de la part des différents types d'utilisation du sol dans les fincas de la région de Cuyabeno. Cette enquête, réalisée par Paz y Miño en 1991, porte sur 1270 hectares et intègre la part du sol occupée par la forêt.

TABLEAU N°7 : utilisation du sol dans les fincas de Cuyabeno (1990).

<i>Type d'utilisation du sol</i>	<i>Moyenne par finca</i>	<i>Pourcentage</i>
Cultures	8,41 ha	16,9 %
Pâturages	5,85 ha	11,8 %
Forêt	35,4 ha	71,3 %

Source : Paz y Miño (1991).

Le terme "finca" désigne une petite exploitation agricole.

La forêt occupe encore la majeure partie du sol, 25 à 30 % a été défrichée. Les fincas font en moyenne 50 hectares. Sur la partie défrichée, les cultures représentent environ 59 % contre 41 % de Pâturages. Le détail des cultures est donné dans le tableau ci-dessous. On y trouvera le type de cultures réalisées, la moyenne de chaque type de culture par finca (nombre d'hectares et pourcentage) et la destination finale (vente ou consommation).

TABLEAU N°8 : répartition des cultures par finca, et destination des produits.

<i>Cultures</i>		<i>Moy./finca</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Part vendue</i>	<i>Part consommée</i>
Permanentes	Café	6,29 ha	74,76 %	99 %	1 %
	Bananes	0,68 ha	8,1 %	10 %	90 %
Annuelles	Maïs	0,59 ha	7,05 %	20 %	80 %
	Riz	0,49 ha	5,8 %	8 %	92 %
	Manioc	0,33 ha	4,0 %	0 %	100 %

Source : Paz y Miño (1991).

Les cultures associent produits d'autoconsommation (bananes, maïs, riz, manioc) et produits destinés à la vente (café).

C) La place de l'élevage :

Selon Paz y Miño (1991), 56 % des colons pratiquent l'élevage. Les bovins sont destinés à la vente et à la production de lait. Porcins et volailles sont élevés plus directement pour la consommation familiale.

2.2.2.) **RENDEMENTS ET STRUCTURE DE MARCHÉ :**A) Les rendements :TABLEAU N°9 : rendements des différents types de cultures.

Culture	Coût/ha	Rendement/ha	Prix/s
Café	135.000	3,95 (t)	99.000
Riz	105.000	15,2 (qq.)	15.000
Mais	85.000	17 (qq.)	6.000
Banane	80.000	180 (régimes)	2.000
Manioc		70 (qq.)	

Source : Paz y Miño (1991), PROFORS/TNEFAN (1993).

Le café apparaît de loin comme la culture la plus rentable, mais les prix de vente restent faibles, ainsi que la qualité des produits distribués.

B) La structure du marché :

La culture qui génère le plus de revenus est le café, largement commercialisé et occupant la plus grande partie des surfaces cultivées. Les produits s'évacuent vers les marchés Aguas Negras et de Tarapoa. L'offre est constituée de multiples petits producteurs tandis que la demande se concentre dans les mains de quelques commerçants. Il n'y a pas d'infrastructures de stockage, et les prix du café semblent être en proie à des variations régulières. Le fond équatorien pour le progrès des peuples (FEPP), situé à la "Yé" d'Aguas Negras, assure une assistance technique et distribue des crédits auprès des colons (pour 20,5% d'entre eux environ) (Paz y Miño 1991). L'usage d'herbicide paraît encore très limité. Le riz peut être pilé à Aguas Negras, pour être vendu ou pour l'autoconsommation.

Conclusion :

La zone dans laquelle s'est développée l'activité pétrolière présente une grande richesse au niveau écologique, marquée par le classement dès 1979 en réserve faunistique. Les communautés indiennes, à l'intérieur de la réserve, subissent l'influence de l'activité de par la localisation des infrastructures en amont des villages indiens (notamment pour Puerto Bolivar et las Playas de Cuyabeno). Le processus de colonisation entraîne la lutte pour l'appropriation des terres. Les populations de colons s'installent aux abords des routes et des campements pétroliers et subissent plus directement les conséquences de l'activité. Leur présence est directement liée à l'établissement des infrastructures routières qui favorisent de plus la spéculation foncière. Les colons vivent de leur agriculture (café) et des emplois issus de l'activité pétrolière. En raison de la pauvreté des sols dans cette zone, des nouvelles parcelles de forêt sont sans cesse recherchées. Les impacts de la colonisation semblent encore maîtrisés pour le cas de Cuyabeno.

PHOTO N°2 : achat et vente de café au marché d'Agua Negra.



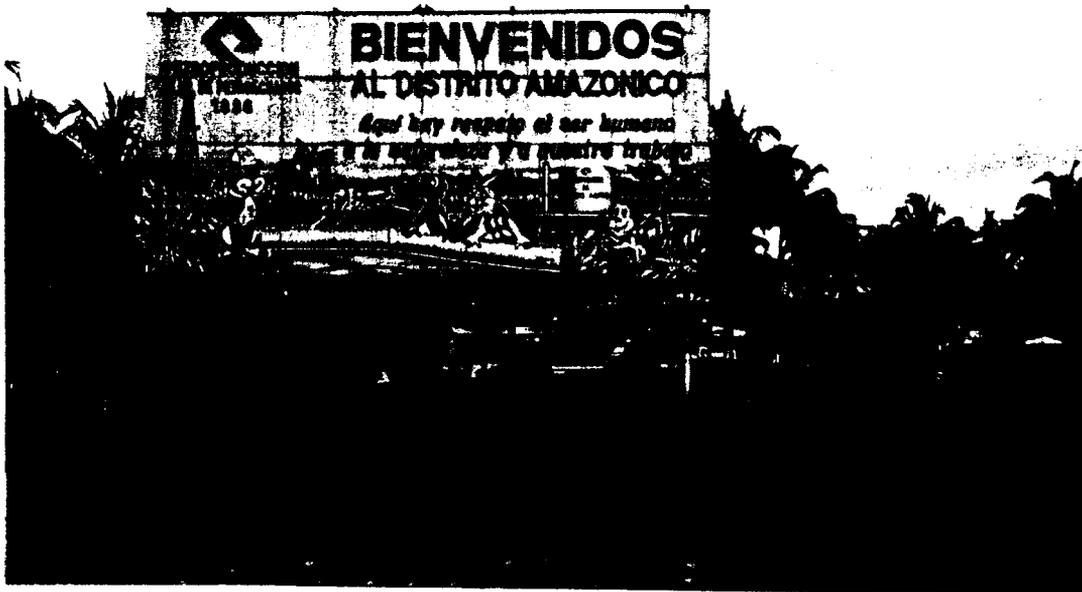
PARTIE II :
LES IMPACTS DE L'ACTIVITE PETROLIERE

Introduction

Cette partie cherche à cerner les différents impacts que peut produire l'activité pétrolière sur le milieu et les populations à Cuyabeno. Pour ce faire, chacune des activités pétrolières sera abordée séparément : sismique exploratoire, perforation, mise en place des infrastructures routières, production et transport. Pour chacune d'entre elles, les impacts provoqués seront décrits.

Ce type de travail nécessite en général la mise en place d'une équipe constituée de différents spécialistes de l'environnement. La difficulté est d'évaluer chaque conséquence pour chaque action menée. Le problème est rendu plus épineux du fait que l'étude ne porte pas sur un projet précis mais sur un grand nombre de projets réalisés depuis plus de vingt ans. Il ne s'agira donc pas d'estimer ces impacts de manière quantitative. Nous nous contenterons de mettre en avant la description des activités et les facteurs environnementaux affectés. Les impacts seront repris à la fin, de manière globale, dans la partie valorisation.

PHOTO N°3 : pancarte de bienvenue au campement de Lago-Agrio.



Il est inscrit "Bienvenus au district amazonien, ici il y a le respect de l'être humain, de la nature, et de notre travail". Tout semble se dérouler dans un monde où la nature et l'activité pétrolière vivent en harmonie.

CH 1) LES ACTIVITES SISMIQUES

La première forme d'intervention liée à l'activité pétrolière est constituée par les activités d'exploration et de sismique afin de découvrir des réserves éventuelles. Les premiers travaux de sismique pour la zone de Cuyabeno ont eu lieu en 1978 et 1979 (première campagne). Depuis, d'autres travaux ont été réalisés en 1981, 1988-1989, 1991, et 1995 (dernières données disponibles). Toutes les informations concernant ce type de travaux proviennent des cartes de sismique de Petroproduccion (cartes de localisation des lignes sismiques, n° 26 SE et 36 NE, 1995) (*cf. carte n°1*).

1.1.) DESCRIPTION DES ACTIVITES

Les travaux de sismique commencent par l'établissement de tranchées rectilignes de plusieurs kilomètres, dont la largeur varie de 1 à 3 mètres. Tout au long de ces sentiers sont creusés des trous à une profondeur de 20 pieds (environ 6 mètres) afin d'accueillir des charges explosives d'environ 5 kilos. L'information de ce sondage du sol est récupérée à l'aide de géophones. Au commencement des travaux, en 1978, la route reliant Tarapoa à Tipishca n'existait pas et matériel et hommes étaient acheminés par voie aérienne, des héliports étant aménagés tout au long de ces tranchées. Une fois explicités les différents travaux ayant eu cours au niveau sismique dans la région, nous essaierons de définir les impacts probables de ces activités sur le milieu et les populations.

1.1.1.) DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

Les cartes de sismique nous donnent l'ensemble des tranchées qui ont été creusées au cours du temps ainsi que les points d'emplacement des charges explosives et des géophones. Le travail a consisté, à partir de ces cartes, à délimiter une zone de référence correspondant à la zone d'influence du champ Cuyabeno (autrement dit, ne sont considérés que les travaux de sismique ayant trait au champ Cuyabeno). Ceci pose un premier problème étant donné que les travaux de sismique sont menés à large échelle et ne concernent pas forcément un champ précis. Il a été décidé de prendre comme référence la zone suivante :

Pour la carte nord (26SE) : Du bas de la carte jusqu'à 12 kilomètres vers le nord, ce qui correspond à la limite entre les camps Cuyabeno et Sansahuari (le camp Sansahuari n'est pas pris en compte ici (*cf. zone d'étude*)). D'est en ouest, une zone de 35 kilomètres de long a été retenue, entre les points "340" et "375" de la carte. Les travaux réalisés plus à l'ouest peuvent être considérés comme appartenant à la zone Libertador. A l'est, peu d'activités sismiques ont été réalisées au-delà de ce point. La zone nord est, correspondant aujourd'hui à la concession de l'entreprise américaine City, a été volontairement écartée de la zone de référence.

Pour la carte sud (36NE) : Du haut de la carte jusqu'à la limite de la concession de la City au sud (entre 10 et 13 kilomètres). Les mêmes points de référence ont été pris d'est en ouest. La zone englobe de ce fait le système lacustre des lagunes de Cuyabeno.

Aire de la zone de référence

Carte nord = 384 km carrés

Carte sud = 385 km carrés

Total = 769 km carrés 76.900 hectares.

1.1.2.) MISE EN PLACE DES TRANCHEES ET DES HELIPORTS :

A) Ensemble des lignes sismiques répertoriées :

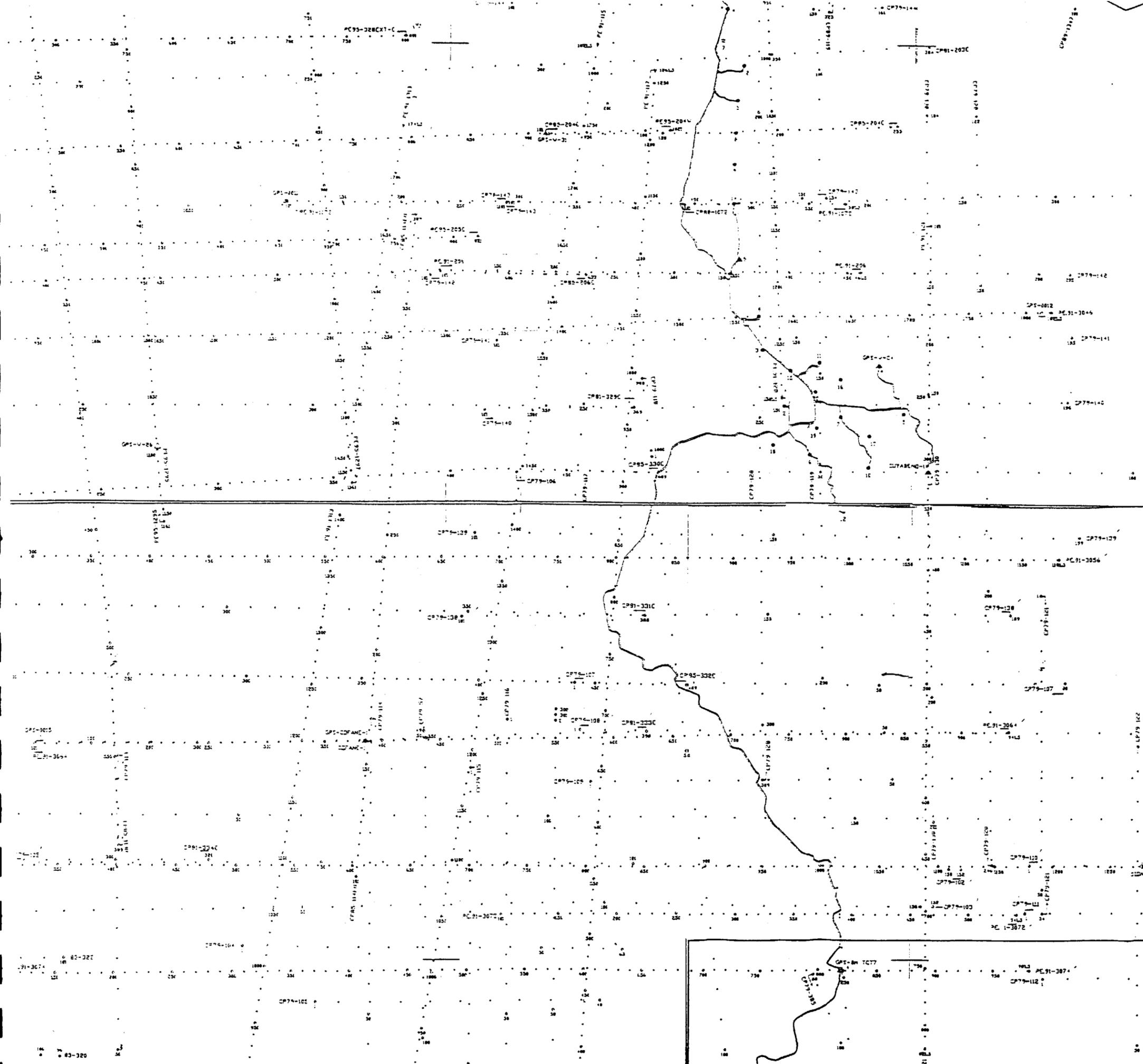
Le tableau qui suit décrit l'ensemble des lignes sismiques qui ont été mises en place dans la zone de référence, en notant la date, le numéro de la ligne, et la longueur en kilomètres de la tranchée. Il est indiqué également si cette ligne sort de la zone de référence et dans quelle direction (N, S, E, O) ou si cette ligne est interne (INT) à la zone. Pour chaque tranchée, le nombre d'explosifs utilisé est calculé.

TABLEAU N°1 : Description de l'ensemble des lignes sismiques répertoriées pour la zone de référence par campagne, de 1978 à 1995. Longueur et nombre d'explosifs.

Date	Direction	ligne	Km	sortie zone	carte	explosifs
1978-1979	Horizontale	CP101	30	O	S	225
1978-1979	Horizontale	CP102	20	INT	S	150
1978-1979	Horizontale	CP103	20	INT	S	150
1978-1979	Horizontale	CP104	8	INT	S	61
1978-1979	Horizontale	CP105	6	INT	S	46
1979	Horizontale	CP106	14	INT	N	105
1978-1979	Horizontale	CP107	10.5	INT	S	79
1978-1979	Horizontale	CP108	17	INT	S	128
1978-1979	Horizontale	CP109	17	INT	S	128
1978-1979	Horizontale	CP110	8	INT	S	61
1978-1979	Horizontale	CP111	8	INT	S	61
1978-1979	Horizontale	CP138	12	INT	S	91
1978-1979	Horizontale	CP139	13	INT	S	98
1978-1979	Horizontale	CP140	12.5	INT	N	94
1978-1979	Horizontale	CP141	12.5	INT	N	94
1978-1979	Horizontale	CP142	14	INT	N	105
1978-1979	Horizontale	CP143	7	INT	N	53
1978-1979	Horizontale	CP144	8	INT	N	61
1978	Horizontale	CP143	11.5	O	N	87
1978-1979	Verticale	CP57-EXT	8	S	S	61
1978-1979	Verticale	CP113	7.5	S	S	57
1978-1979	Verticale	CP114	8	S	S	61
1978-1979	Verticale	CP115	7	INT	S	53
1978-1979	Verticale	CP116	8	INT	S	61
1978-1979	Verticale	CP117	25	N-S	N-S	188
1978-1979	Verticale	CP118	15.5	S	N-S	117
1978-1979	Verticale	CP119	22	N-S	N-S	165
1978-1979	Verticale	CP120	16.5	INT	N-S	124
1978-1979	Verticale	CP121	6.5	INT	S	50
1978-1979	Verticale	CP122	5	S	S	38
1978-1979	Verticale	CP123	6	S	S	46
1978-1979	Verticale	CP124	5.5	S	S	42
1978-1979	Verticale	CP125	6	S	S	46
1978-1979	Verticale	CP126	6	S	S	46
1978-1979	Verticale	CP128	18	N	N-S	135
1978-1979	Verticale	CP130	15	INT	N-S	113
TOTAL	1978-1979		434.5 km			3279

1981	Horizontale	CP203-E	20	E	N	201
1981	Horizontale	CP329-E	14	O	N	141
1981	Horizontale	CP331-EXT	14	O	S	141
1981	Horizontale	CP333-EXT	13	O	S	131
1981	Horizontale	CP334-EXT	5	O	S	51
	Horizontale	CP320	2	O	S	21
	Horizontale	CP322	2	O	S	21
TOTAL	1981		70 km			707
1985	Horizontale	CP204-E	7.5	INT	N	76
1985	Horizontale	CP206-E	13	O	N	131
1985	Horizontale	CP330-E	15	O	N	151
1985	Horizontale	CP332-EXT-E	15	O	S	151
1985	Verticale	CP113-N	20	N	N-S	201
1985	Verticale	CP114-EN	14	INT	N-S	141
TOTAL	1985		84.5 km			851
1988	Horizontale	CP1072	17	E	N	214
1989	Horizontale	CP3030	10	E	N	126
TOTAL	1988-1989		27 km			340
1991	Horizontale	PE110-W	27.5	O	S	276
1991	Horizontale	PE206	9	INT	N	91
1991	Horizontale	PE1072	12	INT	N	121
1991	Horizontale	PE3046	23	O	N	231
1991	Horizontale	PE3056	23	O	S	231
1991	Horizontale	PE3064	21	INT	S	211
1991	Horizontale	PE3072	11	INT	S	111
1991	Horizontale	PE3074	15	O	S	151
1991	Verticale	PE115	23	S	N-S	231
1991	Verticale	PE117	22.5	S	N-S	226
1991	Verticale	PE121	15.5	S	N-S	156
1991	Verticale	PE128	10	N	N	101
1991	Verticale	PE1313	21	S	N-S	211
TOTAL	1991		233.5 km			2348
1995	Horizontale	PE204-W	15	O	N	301
1995	Horizontale	PE205-E	10.5	O	N	211
1995	Horizontale	PE328-EXT-E	9	O	N	181
1995	Horizontale	PE3030-W	15	O	N	301
1995	Verticale	PE1295	12.5	N	N-S	251
1995	Verticale	PE1297	12	N	N	241
TOTAL	1995		74 km			1486
TOTAL TRANCHEES SISMIQUE			923.5 km			9011

*Source : cartes de sismique n° 36NE et 26SE, Petroproduction 1995
(élaboration personnelle)*



1. POZOS

- UBICACION PROPUESTA
- ◇ POZO SECO
- ▲ POZO CON MUY POCOS INDICIOS DE PETROLEO (FALSO A LA SUPERFICIE)
- ◆ POZO CON INDICIOS DE PETROLEO O NO COMERCIAL (FALSO A LA SUPERFICIE)
- POZO PRODUCTOR DE PETROLEO
- ⊕ POZO DE PETROLEO ABANDONADO
- ⊖ POZO CON MUY POCOS INDICIOS DE GAS
- ⊗ POZO CON INDICIOS DE GAS
- ⊙ POZO PRODUCTOR DE GAS
- ⊛ POZO PRODUCTOR DE PETROLEO Y GAS
- ⊚ DETECTOR

2. CALIDAD DE LOS DATOS SISMICOS

- P POBRE
- MP MUY POBRE
- NU NO UTILIZADO EN EL HORIZONTE MAPEADO
- NR NO HAY REFLEJOS
- ND NO HAY DATOS
- NS NO DESPARADO
- (-2055) PROFUNDIDAD PROYECTADA
- 2055 DATOS NUEVOS O REVISADOS

3. DATOS TOPOGRAFICOS

- RIO
- SENDERO O CAMINO
- PISTA DE ATERRIZAJE
- PUEBLADO
- △ PUNTO SATELITE

4. LINEAS SISMICAS

- INTERVALO < 50 m PLOTEO CADA 10 ESTACAS
- INTERVALO > 50 m PLOTEO CADA 5 ESTACAS

5. CONTORNOS

- CONTABLE
- INCIDENTE
- - - DEFERIDO

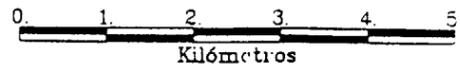
6. SIMBOLOS PARA LA DESIGNACION DE FALLAS

A.B.C.d.e.	LOCALIZACION
1	DESCONTINUA
2	CONRELACION
3	ENERGIA DIFRACTADA O DISPERSA
4	SUZAMIENTO ANORMAL
5	CONOCIDA
6	TRAZO INTERPRETADO
7	EVIDENCIA GEOLOGICA
N	FALLA NORMAL
1	FALLA INVERSA
D-400	DESPLAZAMIENTO VERTICAL
-A 75	SUZAMIENTO DE LA FALLA
1/2	FALLA

7. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- ALTO ESTRUCTURAL
- BAJO ESTRUCTURAL
- LIMITE APROXIMADO DEL CAMPO
- AREA PROSPECTIVA
- ⊗ EJE ANTICLINAL
- ⊗ EJE SINCLINAL
- SECCIONES DEMOSTRATIVAS
- AREA DE ADELGAZAMIENTO
- AREA DE ENGROSAMIENTO

NOTA: LAS LINEAS SISMICAS CP DE LOS AÑOS 1977, 1978, 1979, 1981 Y 1983 ESTAN IDENTIFICADAS CON EL NOMBRE ORIGINAL AGRIGADO EL AÑO DE REGISTRO.



Dans la zone sélectionnée, 923,5 kilomètres de tranchées sismiques ont été ouverts dans la forêt. Ce chiffre donne une idée de l'ampleur des processus mis en œuvre, et ce au cœur même des aires protégées comme celles de Cuyabeno (réserve faunistique) et de Yasuni (classé réserve de la Biosphère par l'UNESCO). Le chiffre 9011 nous donne le nombre total d'explosifs utilisés, le calcul des charges sera exposé plus avant.

B) calcul des aires déforestées :

Aires déforestées par les tranchées sismiques :

La réglementation sur l'environnement pour les activités hydrocarburifères en Equateur prévoit aujourd'hui que la taille des tranchées ne doit pas excéder 1,50 mètres de large (MEM 1995, Art. 12c). Il est vraisemblable qu'avant la sortie de ce décret en 1995, la plupart des tranchées dépassaient cette largeur. En 1989, la compagnie américaine ARCO, suite à une plainte déposée par des communautés Quechuas vivant sur sa concession, a fait réaliser une étude d'impact sur les dommages de la sismique au sein de sa concession (bloc 10). ("Comision de evaluacion del impacto ecologico de la explotacion sismica en el bloque 10", ARCO 1989 in Kimerling 1993). Les résultats de cette étude donnent une taille moyenne des tranchées de 3 mètres de large. Cette taille de référence sera prise en compte dans notre calcul des aires déforestées jusqu'à la campagne de 1989. Pour 1991, nous prendrons une taille de référence de 2 mètres, et 1,50 mètres pour 1995. Il est à noter que les travaux de sismique sont effectués par des sociétés indépendantes qui réalisent les travaux pour l'ensemble des compagnies pétrolières. Il s'agit principalement de l'entreprise française CGG (Compagnie Générale de Géophysique) et des firmes américaines Géosource et Seiscon Delta. De ce fait, les techniques utilisées d'une concession à l'autre seront considérées comme similaires.

Ensemble des campagnes de 1978 à 1989 :	$616.000 * 3 = 1.848.000 \text{ m}^2$.
Campagne 1991 :	$233.500 * 2 = 467.000 \text{ m}^2$.
Campagne 1995 :	$74.000 * 1.5 = 111.000 \text{ m}^2$.
Total : 2.426.000 m²	242,6 hectares

Aires déforestées pour la construction d'hélicoptères :

Le travail d'ARCO réalisé en 1989 nous donne les chiffres suivants : pour 1.200 kilomètres de tranchées sismiques, 1.368 hélicoptères ont été établis, soit un hélicoptère tous les 900 mètres environ. Les hélicoptères ont une surface moyenne d'1/2 hectare (Kimerling 1993). Dans le cas de Cuyabeno, après renseignement pris auprès du département de Géophysique de Petroproduccion et du personnel de la Seiscom Delta ayant travaillé sur la zone, il apparaîtrait que le nombre d'hélicoptères serait de un tous les trois kilomètres environ. D'après la réglementation actuelle, la taille des aires déforestées par hélicoptères est limitée à 40m*90m soit 3600 m² (MEM 1995). On estime à 150 hectares la taille des aires déforestées pour la construction des hélicoptères (cf. tableau n°2).

TABLEAU N°2 : Surface déboisée pour la construction d'hélicoptères.

Date	km de tranchées	Nb d'hélicoptères	Surf. Moy (m ²)	Surf. Totale (ha)
1978-1991	849.5	283	5000	142
1995	74	25	3600	9
Total	923.5	308	-	150

Source : Divers (élaboration personnelle).

Surface déforestée totale : $242,5 + 150 = 392,5$ hectares.

Si une partie des aires déforestées se recoupe (tranchées et héliports), il faut cependant noter qu'une autre partie de la déforestation n'est pas prise en compte ici (établissement de campement par exemple). Le chiffre établi ici présente un minimum.

1.1.3.) Le sondage du sol

Les activités de sismiques se déroulent dans le même temps que la mise en place des tranchées et des héliports. A intervalles réguliers sont creusés des trous d'une profondeur variable selon les campagnes (voir tableau n°3), dans lesquels sont placées les charges de dynamite. Ces activités ont des conséquences sur l'environnement proche : vibrations (perforage du sol) et bruit (explosions). L'information est récupérée à l'aide de géophones.

A) Utilisation d'explosifs :

TABLEAU N°3 : nombre et poids des charges d'explosif utilisées pour les différentes campagnes de sismique.

Campagne	Entreprise	d moy. (m)	Prof. (m)	nb charges	pd/charge (kg)	pd total
1978-1979	C.G.G	134	Var	3279	5	16395
1981	C.G.G	100	5-20	707	4	2828
1985	C.G.G	100	20	851	2	1702
1988-1989	GEOSOURCE	80	30	340	1	340
1991	SEISCOM DELTA	100	20	2348	1	2348
1995	CHINA PET.	50	20	1486	1	1486
Total				9011		25099

Source : cartes de sismique n° 36NE et 26SE, et département de Géophysique, Petroproduccion 1995. (élaboration personnelle).

Le tableau précédent nous donne des indications sur les différentes campagnes menées à Cuyabeno. Date, nom de l'entreprise qui a effectué les travaux, intervalle moyen entre chaque explosif le long des tranchées. Sont aussi indiqués la profondeur à laquelle sont placées les charges, le nombre de charges et le poids de ces dernières. Nous obtenons ainsi une idée du nombre de détonations effectuées (9011 au total) et le poids total d'explosif utilisé (un peu plus de 25 tonnes).

B) Activités annexes :

L'occupation humaine peut entraîner d'autres types d'impacts : établissement de campements provisoires, accumulation de déchets liés directement à l'activité sismique (Narvaez Q. (1998) parle de l'utilisation de matériaux radioactifs, isotopes américium, béryllium et radium 225). De même, activités de chasse et de pêche, capture d'animaux ou collecte de plantes à fin de revente, introduction d'espèces domestiques et ce, malgré la réglementation en vigueur (art. 12e).

De nombreuses personnes sont employées dans ces campagnes pour des salaires en général modiques. On retrouve parmi le personnel des populations indigènes et des colons (la mise en place des tranchées, voies d'accès directes dans la forêt, favorise de plus l'établissement de nouveaux colons). La rotation de la main d'œuvre est élevée. Des impacts positifs peuvent apparaître avec la distribution de salaires au niveau local.

1.2.) CONSEQUENCES DE L'ACTIVITE SISMIQUE SUR LE MILIEU

1.2.1.) MILIEU PHYSIQUE

A) Atmosphère :

Altération du climat : par l'action de la déforestation. Altération de même du processus d'évapotranspiration. L'impact est limité par la taille relativement faible des tranchées et les processus de régénération, cet impact est considéré comme temporaire.

Bruit : succession d'explosions (9011 répertoriées pour la zone définie) auxquelles s'ajoute le passage des hélicoptères sur la zone.

B) Eau :

Altération de la qualité de l'eau pour plusieurs raisons : la déforestation amène à des processus d'érosion, hausse de la turbidité dans certains cours d'eaux. Contamination possible par des déchets issus de l'activité sismique ou par l'activité humaine.

Modification des processus de drainage naturel, du débit des cours d'eau, en raison de la déforestation et de la compactation des sols.

C) Sol :

- Processus d'érosion.
- Compactation des sols.
- Contamination possible par les déchets issus de l'activité.
- Changement dans l'usage du sol.

1.2.2.) MILIEU BIOTIQUE

A) Flore :

Les atteintes sont diverses. La déforestation peut amener à la disparition d'espèces. L'altération des drainages modifie les formations végétales. Il peut y avoir aussi collecte d'espèces.

B) Faune :

Altération de l'habitat de la faune terrestre, de l'avifaune (déforestation, bruit, vibrations) et des espèces aquatiques (modification des drainages, débits, dégradation de la qualité de l'eau, vibrations). La hausse de la turbidité peut interférer avec la respiration de certains organismes aquatiques, et altérer la photosynthèse (principale source d'oxygène dissout) du phytoplancton et avoir des conséquences sur l'ensemble de la chaîne alimentaire.

Fuite d'espèces (bruit, vibrations).

Réduction des populations : chasse, pêche, capture.

Introduction d'espèces domestiques.

1.2.3.) MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

A) Populations indiennes :

- Détérioration des espaces de cultures (chakras), de ressources en bois ou en plantes médicinales, et possiblement d'espaces culturels ou à caractère archéologique.
- Détérioration des espaces de chasse et de pêche.
- Dégradation des espaces de vie : altération de la qualité des eaux utilisées pour le bain, la cuisine, la consommation. Bruits, vibrations.
- Confrontation avec de nouvelles maladies.
- Modification des comportements, altération culturelle suite au contact extérieur et par le fait du développement de revenus monétaires et autres gages.
- Amélioration du niveau de vie par l'accès au revenu monétaire et aux marchés.
- Développement du processus de colonisation : lutte pour l'appropriation des terres.

B) Populations de colons :

- Accès à la terre.
- Retombées des activités pétrolières permettant une installation (revenus, emplois, services).
- Altération du milieu (bruit, vibrations) au même titre que les autres populations, si ce n'est que l'usage des ressources de la forêt (pêche, chasse, plantes) ne prend pas la même importance pour cette population.

L'ensemble de ces impacts sera repris au cours de la description des conséquences des autres activités pétrolières. Il est évident qu'une grande partie des effets observables sont liés à l'interaction d'une série d'activités ; ces effets peuvent difficilement être séparés les uns des autres. Les conséquences seront donc abordées d'une manière globale, et les impacts majeurs repris dans la partie valorisation.

CH 2 : ACTIVITES DE PERFORATION
--

Introduction :

La deuxième phase du développement de l'activité pétrolière passe par le processus de perforation. Dans les zones où les travaux de sismique ont donné des espérances de réussite, des puits exploratoires sont creusés afin de débusquer et d'évaluer les ressources pétrolières. Ces activités nécessitent la mise en place d'infrastructures et de matériel plus lourds. En l'absence de routes, le matériel est acheminé par voie fluviale ou aérienne. Pour la mise en place des puits à partir de 1983, la route Tarapoa-Tipishca existant déjà, une voie d'accès fut construite en parallèle avec la construction de la plate-forme. Les activités de perforation, dans un souci de clarté, seront traitées indépendamment de la mise en place des infrastructures routières. Le premier puits exploratoire perforé sur le champ Cuyabeno a été mis en place en juillet 1972 (puits Cuyabeno 1, cf. carte n°2, localisation des puits), avant la mise en place de toute infrastructure routière dans la zone.

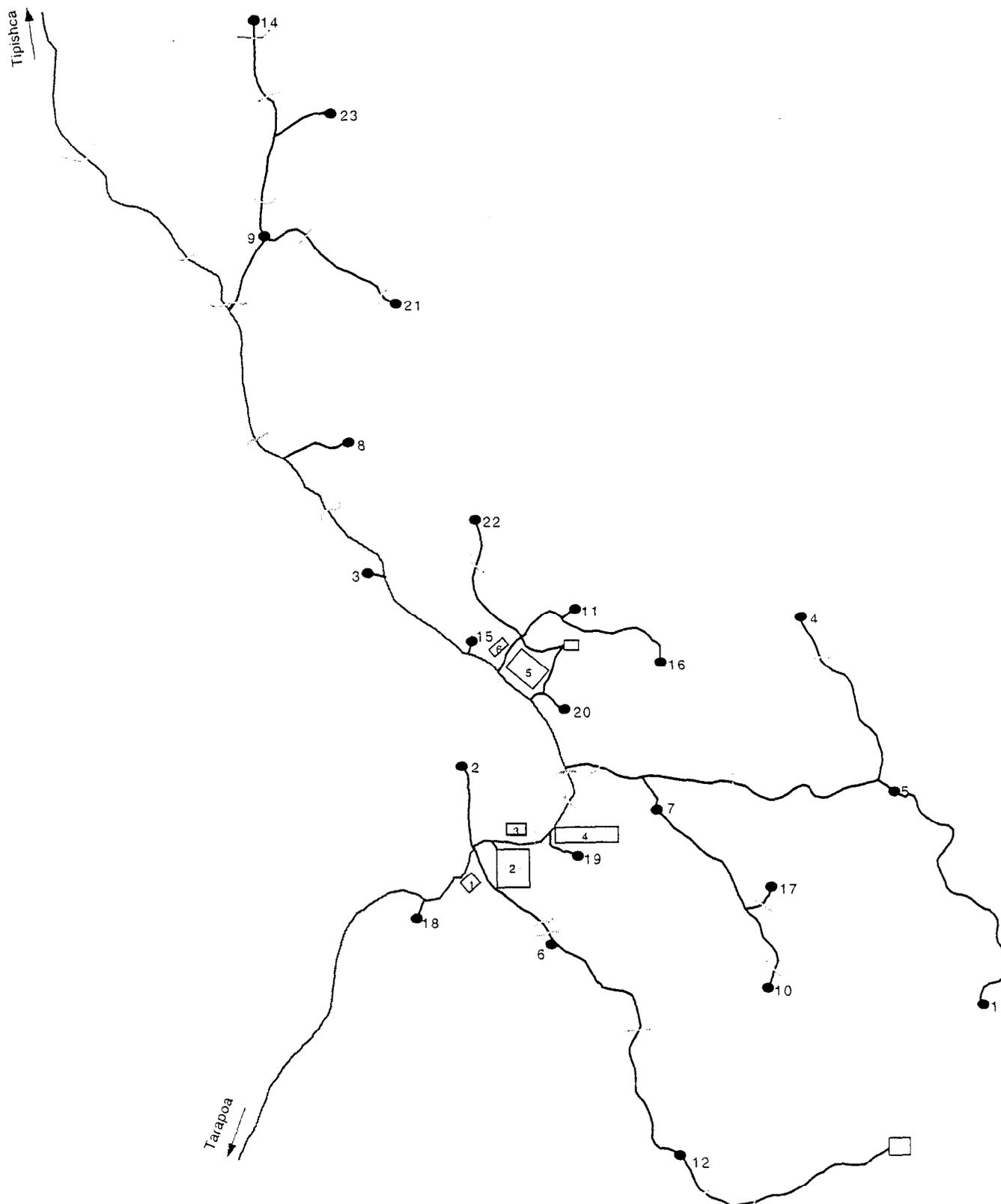
TABLEAU N°4 : dates de mise en service des puits de Cuyabeno, 1972-1998.

Nom	N°	Date de mise en service
Cuyabeno	1	Jul. 1972
Cuyabeno	2	Dec.1979
Cuyabeno	3	Jul. 1981
Cuyabeno	4	Sep. 1981
Cuyabeno	5	Fev. 1982
Cuyabeno	6	Mars 1982
Cuyabeno	7	Mars 1982
Cuyabeno	8	Juin 1982
Cuyabeno	9	Mai 1984
Cuyabeno	10	Aout 1984
Cuyabeno	11	Jan. 1985
Cuyabeno	12	Fev. 1985
Cuyabeno	14	Sep. 1988
Cuyabeno	15	Nov. 1988
Cuyabeno	16	Sep. 1990
Cuyabeno	17	Nov. 1990
Cuyabeno	18	Juin 1991
Cuyabeno	19	Dec.1994
Cuyabeno	20	Dec.1994
Cuyabeno	21	Oct. 1995
Cuyabeno	22	-
Cuyabeno	23	Sep. 1996

Source : Archives Petroproduccion.

La phase de développement réelle des activités pétrolières commence en 1979. C'est peu après que la route a été construite. Le puits Cuyabeno 13 n'existe pas. Tous ces puits ne sont pas en service actuellement, certains sont abandonnés (1, 12 et 18), d'autres fermés (puits n°5). Le puits n°22 fonctionne actuellement.

CARTE N°2 : localisation des puits de Cuyabeno.



● 17	Puits	□	Infrastructure :
□	Piscine	1	Poste de garde
—	Route principale	2	Campement
—	Voie d'accès	3	Baraquement SERAMIN
~	Rivière	4	Piste d'atterrissage
		5	Station de production
		6	Magasin

2.1.) LES ACTIVITES DE PERFORATION

2.1.1.) LA MISE EN PLACE DE LA PLATE-FORME DE PERFORATION

Les activités de perforation commencent avec la mise en place de la plate-forme de perforation sur laquelle est acheminée ensuite le matériel. (cf. carte n°3, schéma d'une plate-forme de perforation type).

La mise en place de la plate-forme nécessite la déforestation d'une aire qui varie selon l'époque, et qui pouvait atteindre 2 à 5 hectares par plate-forme (Kimerling 1993). Aujourd'hui, l'aire maximum occupée par une plate-forme est de 1,5 hectares (art. 17b du règlement environnemental (MEM 1995)) et de 0,5 hectare pour les zones classées "aires protégées" (art. 17a), ce qui n'est plus le cas de la zone du champ Cuyabeno depuis 1994. L'aire de référence pour les plates-formes de Cuyabeno sera fixée à 2 hectares, pour 22 puits, soit 44 hectares de déforestation.

Sur les deux hectares de déboisement nécessaire à la mise en place de la plate-forme, environ 1 hectare est occupée par la plate-forme en dur, le reste est utilisé pour l'aménagement des piscines et autres espaces annexes. Une partie des matériaux servant de base à la plate-forme est amenée sur les lieux de perforation et le sol compacté afin de dégager une aire plane. Ces matériaux (sable, gravats) sont généralement issus des mines proches de Chiriza et Tipishca. Le volume apporté est variable selon les plates-formes : une approximation peut être donnée avec les plans de constructions des plates-formes Cuyabeno 14 et 15 qui ont générées un apport de matériaux compris entre 2000 et 4000 m³. La moitié environ de cette surface est recouverte de rondins de bois : cette pratique peut engendrer l'altération plus large des forêts environnant la plate-forme afin de s'approvisionner en bois.

La plate-forme est ensuite aménagée : la localisation des différents équipements est donnée sur le schéma type. La tour de perforation permet de creuser le puits jusqu'à une profondeur donnée. Les puits de Cuyabeno atteignent en moyenne la profondeur de 8.000 pieds (soit environ 2.500 mètres). Afin de pouvoir traverser les différentes strates géologiques, des boues de perforation (appelées aussi fluides de perforation) sont utilisées durant le processus, et mélangées à divers produits chimiques. Les produits chimiques généralement utilisés par Petroproduccion sont les suivants (Corpoconsul 1997) :

XCD : Polymère
CMC ou Carboximéthyl cellulose
GEL : Bentonite
PAC : Polymère
Linásulfonato de calcium (ILignox)
Barite
Soude caustique
Defoam : anti-écumant

2.1.2.) LES DECHETS DE PERFORATION

Au cours de la perforation sont produits les déchets de perforation : un mélange de boues, de produits chimiques, de minéraux des formations géologiques, de pétrole, d'eaux de formation et de gaz. Ces effluents de perforation sont récupérés dans des piscines aménagées à cet effet (cf. schéma). La DINAMA (Dirección Nacional del Medio Ambiente du Ministerio de Energía y Minas) estime que 4.165 mètres cubes de boues et de déchets en moyenne sont placés dans des piscines à chaque fois que se perfore un puits dans l'Oriente, et qu'environ 30 % des boues utilisées ne sont pas récupérées (Kimerling 1993).

Ces déchets de perforation sont ensuite traités dans les piscines : les parties solides sont séparées des parties liquides par un processus gravitationnel. Les effluents solides sont compactés et généralement enterrés, les effluents liquides sont rejetés dans les cours d'eau.

Les piscines qui reçoivent les boues n'ont pas toujours été imperméabilisées, permettant la filtration de ces produits dans le sol et dans les nappes d'eau souterraines. De plus, la pluie fréquente dans cette région a amenée à des débordements de ces piscines, et à la contamination des sols et des cours d'eau.

Une fois la perforation terminée, le puits est cimenté.

2.1.3.) LES PREUVES DE PRODUCTION

Le pétrole est extrait conjointement avec d'autres éléments : il se trouve mélangé avec des eaux de formation et presque toujours avec du gaz. Une fois le puits perforé, des essais sont effectués pour observer la qualité du pétrole. Le puits est ouvert et les preuves de production récupérées. On appelle preuves de production ce mélange d'eau de formation, de gaz et de pétrole qui est extrait de la terre afin d'analyser la qualité du produit, ces preuves de production ne sont pas récupérées à des fins de production.

A) Le pétrole :

Il présente diverses qualités mesurables par le degré API, mesure conventionnelle qui se base sur la densité et la viscosité du pétrole. Les pétroles de faible degré API sont des pétroles plus dense, plus difficiles à exploiter, considérés de qualité inférieure. La qualité des pétroles équatoriens aurait tendance à décroître : en 1924, la compagnie Anglo Ecuatorian Oilfields sortait un pétrole de 34° API. Le pétrole amazonien se situe aujourd'hui dans une fourchette de 19 à 25° API. Les réserves importantes (720 millions de barils) découvertes dans l'est amazonien (projet ITTI), seraient extraites à 15° API de moyenne (Vergnon 1998). La qualité du pétrole sortie au niveau des puits de Cuyabeno oscille entre 17 et 19° API.

B) Les eaux de formation :

Elles sont extraites conjointement avec le pétrole et correspondent à des eaux souterraines d'une température moyenne de 44°C, qui peut varier entre 26 et 61°C. Ces eaux de formation contiennent des hydrocarbures (entre 500 et 5000 ppm) et ont un niveau élevé de salinisation (entre 70.000 et 110.000 ppm avec des pics jusqu'à 200.000 ppm) qui les rend toxiques pour la vie animale et végétale (Kimerling 1993).

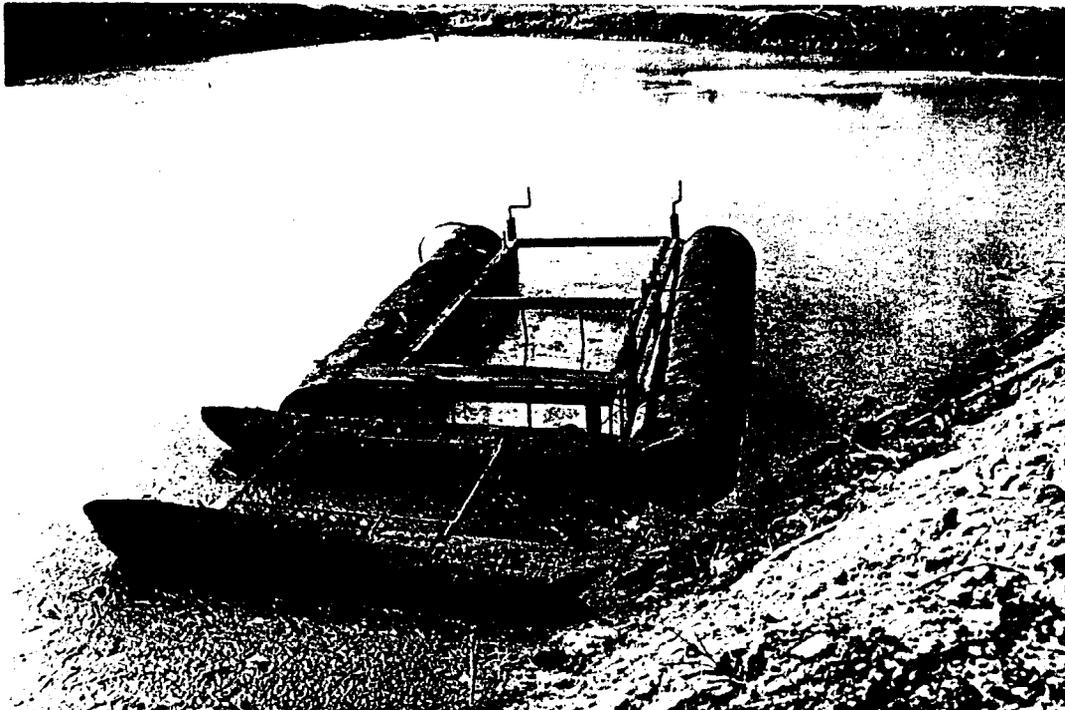
C) Le gaz

Il est séparé directement du reste des preuves de production, et canalisé dans un tube ("mechero") puis brûlé au bord de la plate-forme.

Les preuves de production sont stockées dans des tankers puis séparées : l'eau de formation rejetée dans les cours d'eau, et le pétrole restant est accumulé dans les piscines puis brûlé. Cette part de pétrole détruite est estimée à 42.000 gallons par puits selon la DINAMA (Kimerling 1993). De même que pour les boues, les piscines non imperméabilisées ont permis la filtration du pétrole à travers le sol. Les débordements liés aux pluies fréquentes amènent la contamination des sols et des rivières.

Une fois terminées ces activités de perforation, le puits peut être mis en production.

PHOTO N°4 : piscine de pétrole à Cuyabeno.



2.2.) IMPACTS SUR LE MILIEU

2.2.1.) LE MILIEU PHYSIQUE

A) Atmosphère :

Altération du climat par l'action de la déforestation. Altération, de même, du processus d'évapotranspiration.

Bruit : acheminement des équipements (hélicoptères, voie fluviale ou route), perforation et machineries.

Contamination : une partie des preuves de production (pétrole, gaz et éléments associés) est brûlée. La grande quantité de fumées noires peut entraîner des pluies post-incendie appelées "pluies noires" (lluvias negras). Oxydes de nitrogène, soufre, Carbone, métaux lourds, hydrocarbures et particules de Carbone se retrouvent dans l'air ambiant.

B) Eau :

Altération de la qualité de l'eau : la déforestation amène à des processus d'érosion, hausse de la turbidité dans certains cours d'eaux.

Contamination résultant des déchets de perforation : boues, produits chimiques, pétrole, eaux de formation, qui se retrouve dans les cours de manière voulue ou non.

Dans les systèmes de basse énergie, comme c'est le cas du système lacustre des lagunes de Cuyabeno, le pétrole à une propension plus forte à s'accumuler et à perdurer durant de nombreuses années (Kimerling 1993).

Altération des drainages naturels des sols : la mise en place des plates-formes altère les drainages naturels qui sont remplacés par des drainages artificiels qui concentrent les eaux dans une direction. Cela se traduit souvent par la formation de lagunes artificielles qui apparaissent aux cotés des plates-formes comme dans le cas des puits Cuyabeno 1, 5, 6 et 10.

C) Sols :

Processus d'érosion : ces processus sont marqués sur certaines plates-formes construites en hauteur. L'érosion vers le contrebas des plates-formes est notable dans le cas des puits Cuyabeno 5, 6, 10, 17, 22 et 23. Les plates-formes construites en contrebas amènent la formation de talus plus ou moins élevés où se développent des processus d'érosion : puits 5, 11, 17, 19, 22.

Compactation des sols.

Contamination par les boues, pétrole et déchets toxiques.

Changement dans l'usage du sol.

2.2.2.) MILIEU BIOTIQUE

A) Flore :

- Atteinte directe sur les zones déforestées, pouvant induire la disparition d'espèces.
- Modification des formations végétales (drainages, etc.). Collecte d'espèces.
- Dégradation de la flore issue de la contamination du sol, de l'air et des eaux (pluies noires).

B) Faune :

- Altération de l'habitat de la faune terrestre, de l'avifaune (déforestation, bruit, vibrations) et des espèces aquatiques (modification des drainages, débits, dégradation de la qualité de l'eau, contamination, vibrations).
- La contamination de l'eau entraîne la mort de certaines espèces animales qui s'y abreuvent.
- Fuite d'espèces (bruit, vibrations).
- Réduction des populations : chasse, pêche, capture.
- Introduction d'espèces domestiques.
- Destruction importante au niveau des insectes attirés par les "mecheros" où est brûlé le gaz, et par les incendies de piscines.

2.2.3.) MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE :

Des revenus locaux sont redistribués au moment de la construction des plates-formes, notamment au niveau de l'emploi de main-d'œuvre (en partie locale), et des apports de matières premières provenant des mines proches de Chiriza et Tipishca.

A) Populations indiennes :

Détérioration des espaces de cultures (chakras), et des ressources forestières en général.

Détérioration des espaces de chasse et de pêche.

Dégradation des espaces de vie : altération de la qualité des eaux utilisée pour le bain, la cuisine, la consommation. Bruit, vibrations.

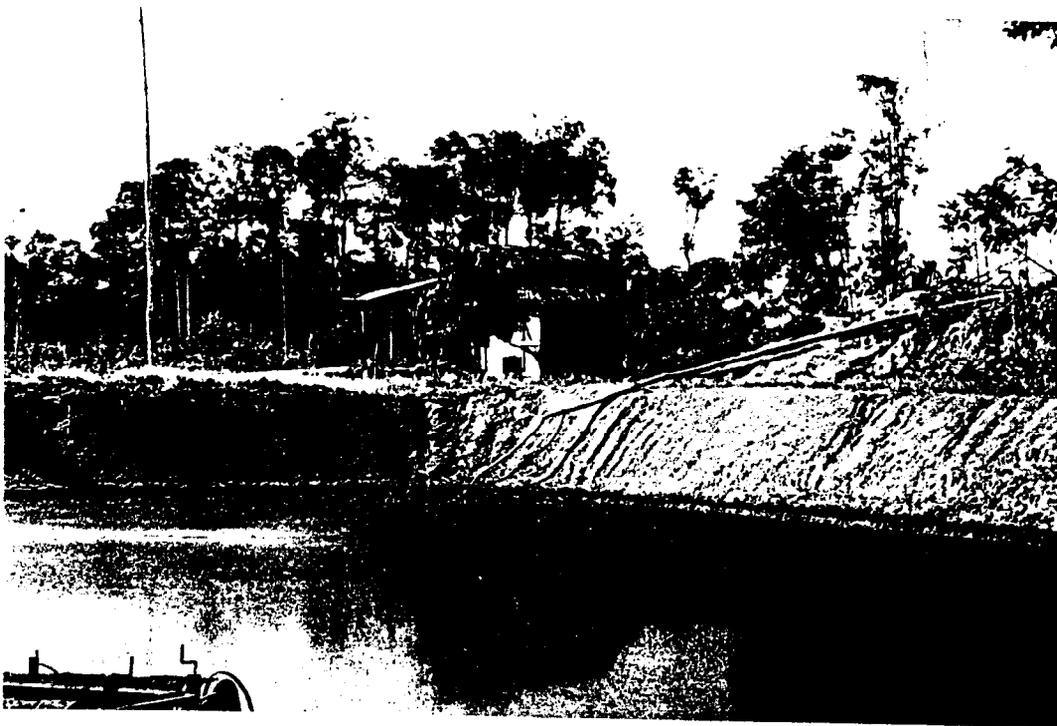
Maladies (contamination de l'air et de l'eau). Bio-accumulation du pétrole et autres composants dans la chaîne alimentaire.

Amélioration du niveau de vie par l'accès au revenu monétaire et aux marchés.

B) Populations de colons :

- Accès à la terre.
- Retombées des activités pétrolières permettant une installation (revenus, emplois).
- Pluies noires : impact sur la santé et la production.
- Altération du milieu.

PHOTO N°5 : habitation de colons près d'une piscine de pétrole.



CH 3 : LA MISE EN PLACE DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES

Introduction :

La construction des infrastructures routières de Cuyabeno s'est faite au fur et à mesure de la mise en exploitation des puits. Afin d'évaluer les conséquences des activités pétrolières dans la zone d'étude, il a été décidé de ne prendre en compte que les infrastructures routières liées directement à l'activité pétrolière du champ Cuyabeno. Ces routes sont visibles sur la carte des infrastructures routières (*cf. carte n°4*).

La première route existant dans la zone a été construite au sud du champ Cuyabeno en 1972 par la CEPCO (*cf. CH1*). Cette route reliait alors simplement le rio Aguarico à Tarapoa. Entre 1981 et 1983, la CEPE habilite la route qui va de Tarapoa à Tipishca afin de joindre les puits du champ Cuyabeno.

Le tronçon de route pris en compte se limitera à la partie de route qui relie la "Ye" d'Agua Negras à la route secondaire la plus au nord permettant l'accès aux puits Cuyabeno 9, 14, 21, et 23. Ce tronçon de route principale est long de 25 kilomètres (calcul d'après carte au 1/100.000 de Petroproduccion). La route qui poursuit vers le nord dessert les puits Sansahuari. Elle a été volontairement écartée de ce chapitre.

La longueur de l'ensemble des routes secondaires reliant la voie principale à chaque puits de Cuyabeno a été calculée sur le terrain à l'aide d'un compteur kilométrique. L'ensemble du réseau secondaire comprend 18.300 mètres de routes.

3.1.) DESCRIPTION DES ACTIVITES

La construction des voies d'accès au champ Cuyabeno, commencée en 1981, s'est prolongée jusqu'à une date récente pour la mise en place des voies d'accès aux derniers puits mis en service. Entre ces deux dates, les activités de construction et les normes établies pour les constructeurs ont évoluées. Nous allons essayer ici de prendre en compte tous les aspects liés à la construction des infrastructures routières à partir des données recueillies et de la méthode développée dans Domingo Gomez (1994).

3.1.1.) MISE EN PLACE DE LA ROUTE

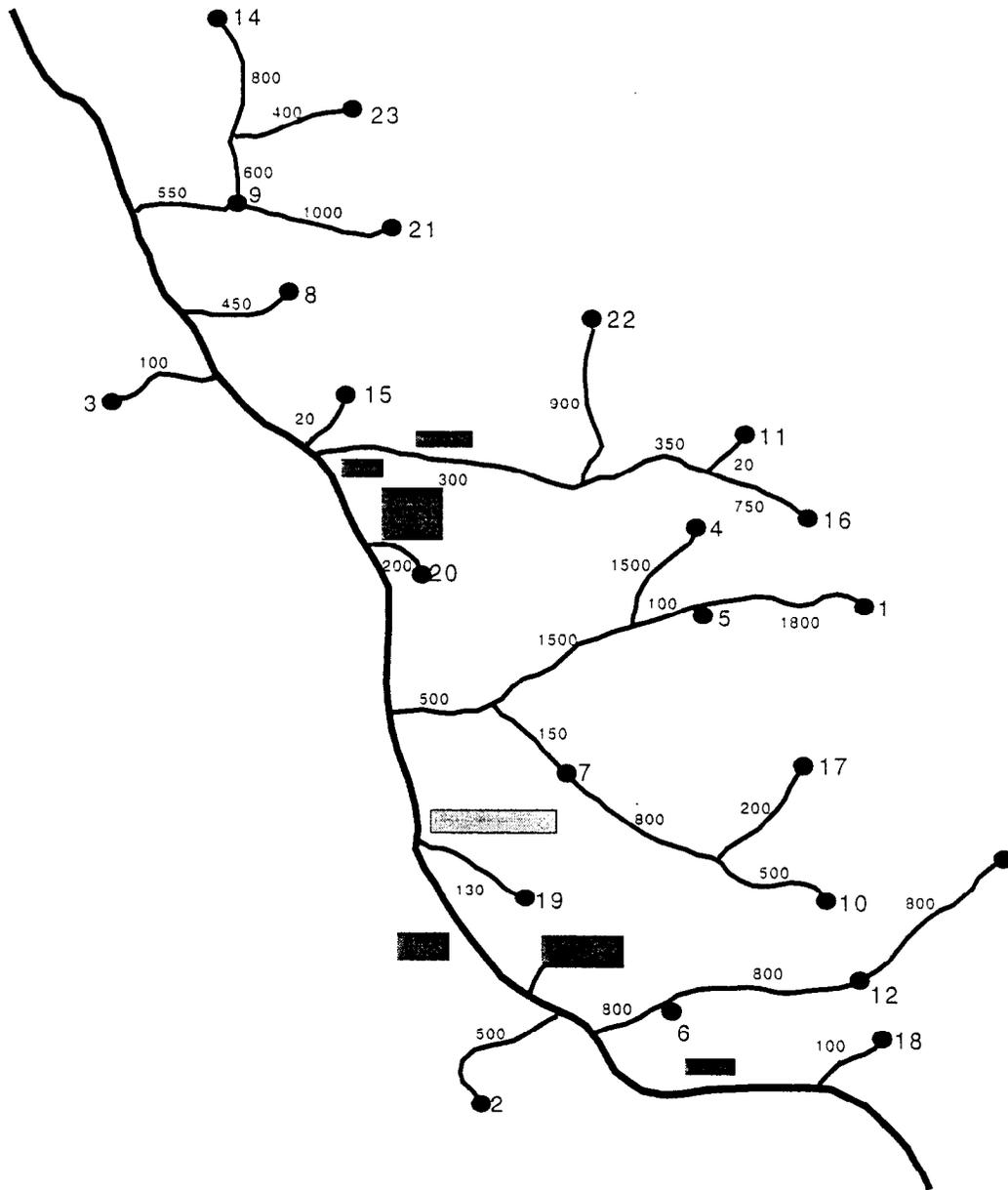
A) Expropriation :

La mise en place de la route amène à un changement dans l'occupation du sol. Au niveau des populations indigènes (territoire Siona-Secoya et Cofane), la route peut altérer des espaces de cultures, de chasse, et éventuellement des espaces à caractère culturel. Altération de même au niveau des ressources en produits ligneux et non ligneux. Pour la construction des voies d'accès plus récentes, les mêmes conséquences sont visibles au niveau des populations de colons.

B) Déboisement :

La première phase de construction commence par la coupe de la végétation afin d'éclaircir le terrain. Afin d'obtenir des valeurs précises pour les aires déforestées, il nous a fallu établir une moyenne de largeur de route : nous distinguerons ici la route principale (plus large) du réseau secondaire.

CARTE N°4 : carte des infrastructures routières.



Source : élaboration personnelle.

La voie d'accès principale :

la largeur moyenne de la route Tarapoa-Tipishca sur la partie qui nous intéresse a été estimée, d'après des mesures de terrain, à 20 mètres. Nous pouvons donc donner une approximation de l'aire déforestée pour la mise en place de cette route :

$$25.000 * 20 = 500.000 \text{ m}^2 \text{ soit } 50 \text{ hectares.}$$

- Les voies d'accès secondaires :

pour les routes secondaires, ne disposant pas de l'ensemble des données concernant leur largeur, nous avons établi une moyenne à partir des normes du contrat établi pour le constructeur.

Sur ce contrat est spécifiée la largeur de la route (5 mètres), avec un élargissement de 2 mètres de large sur 40 mètres de long tous les 200 mètres afin de faciliter le croisement des véhicules. Les normes du constructeur nous donnent donc une largeur moyenne de route de 5,33 mètres. De chaque côté de la route, sur 5 mètres, une aire est maintenue dégagée. La largeur moyenne de l'aire déboisée s'élève donc à 15,33 mètres. A titre de comparaison, selon les registres du génie civil de Cuyabeno, la largeur moyenne déboisée pour la voie d'accès au puits Cuyabeno 23 est de 16 mètres, et de 17,3 mètres pour l'accès au puits Cuyabeno 22, ces deux routes ayant été construites récemment. On peut donc estimer que le chiffre moyen de 15,33 mètres établi ici nous donne une valeur minimale de l'aire déforestée.

Le déboisement total pour l'ensemble des routes secondaires est estimé à :

$$15,33 * 18.300 = 280.539 \text{ m}^2 \text{ soit } 28,05 \text{ hectares.}$$

Déforestation totale pour l'ensemble du réseau routier de Cuyabeno : 78,05 hectares.

Ces chiffres de déforestation ne prennent pas en compte la mise en place des infrastructures nécessaires à l'installation des hommes et du matériel mobilisés pour la construction de la route.

Le déboisement a des conséquences au niveau du climat, des processus d'évapotranspiration, des processus d'érosion, de la qualité de l'eau, et de la faune entraînant la destruction des habitats et la migration des espèces. De plus, la présence de la route au milieu de l'espace forestier crée une barrière à la migration d'une bonne partie de la faune.

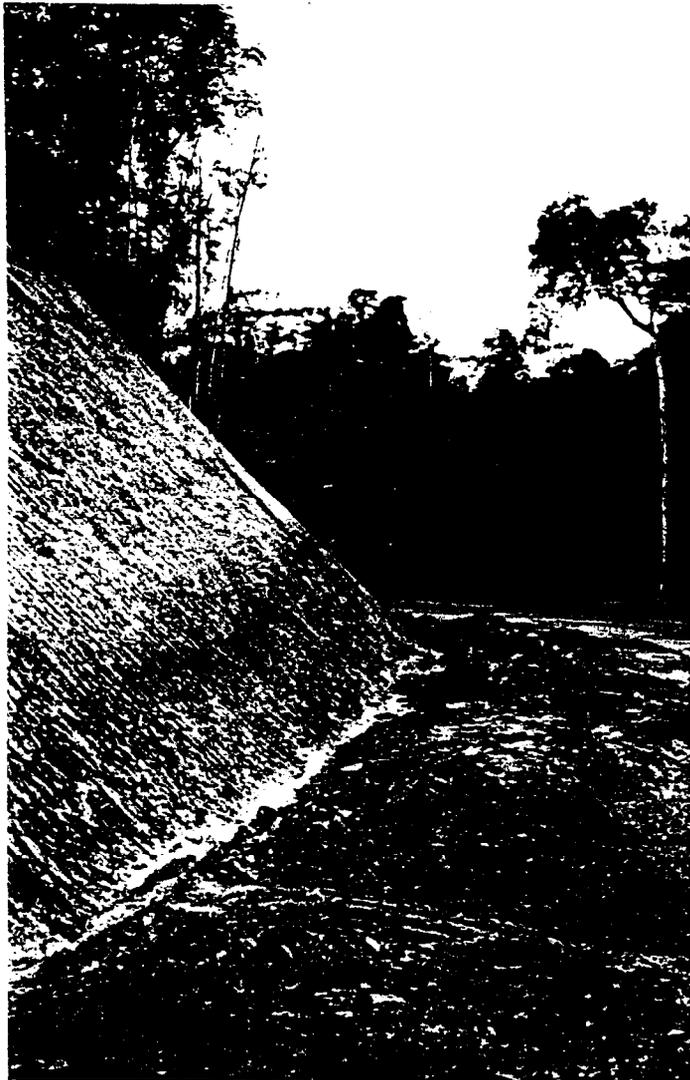
C) Excavation et apport de matériaux :

L'apport de sable et gravats provient, comme pour le cas des plates-formes, des mines de Chiriza et Tipishca. La Conoco estime l'apport de matériaux à 3.000 m³ pour chaque kilomètre de route (Kimerling 1993). La mise en place de la route entraîne la formation de talus plus ou moins pentus favorisant les processus d'érosion.

D) Revêtement :

Anciennement, on utilisait pour la construction des routes des rondins de bois. Cette utilisation massive de bois a eu des conséquences sur toutes les zones forestières au bord des routes. Aujourd'hui, les constructeurs utilisent en partie des geo-textiles.

PHOTO N°6 : formation de talus et mise en place de drainages artificiels.



E) Drainages :

L'apport de matériaux et la compactation des sols entraînent une altération des drainages naturels. Avec la mise en place de systèmes de drainages artificiels (latéraux et transversaux), une partie des eaux se concentre sur certains points. Une partie de la végétation s'altère par manque d'eau ou par excès d'eau (modification des formations végétales). Des aires inondables peuvent apparaître avec toutes les conséquences qui en découlent (sur les cultures, la faune, la santé).

F) Travaux auxiliaires :

Une partie des aires latérales et des talus sont reforestés. Ce type de reforestation a montré peu de résultats en raison de la pauvreté des sols, souvent mis à nu, et des processus d'érosion.

3.1.2.) EXPLOITATION ET MAINTENANCE

A) Exploitation :

L'utilisation des véhicules pour la construction (tracteurs, excavatrices, camions) et le trafic quotidien une fois la route terminée se traduisent par des émissions de polluants atmosphériques. Les conséquences se feront sentir sur la population riveraine, la faune et la flore.

B) Maintenance :

En raison des matériaux choisis, le passage des véhicules engendre la formation de poussière dont les conséquences se mesurent au niveau de la santé des riverains, notamment en termes de maladies respiratoires. Pour limiter en partie la présence de poussière dans l'air, un mélange de pétrole brut et d'agglomérats fluviaux ("lastre") est répandu sur les routes. Les proportions actuellement utilisées pour ce mélange sont de 60 barils de pétrole pour 70 m³ d'agglomérats (génie civil). Petroproduction utilise pour ce travail les services d'un contractant. L'épandage de ce mélange contenant du pétrole entraîne la contamination des sols et des eaux proches de la route, surtout durant les périodes pluvieuses.

3.2.) CONSEQUENCES DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES

3.2.1.) MILIEU PHYSIQUE

A) Atmosphère :

- Altération du climat et du processus d'évapotranspiration et des services que génère habituellement l'écosystème forestier.
- Bruit, vibrations en raison du trafic routier.
- Qualité de l'air : émissions de polluants par les véhicules utilisant la route, formation de poussière.

B) Eau :

- Altération de la qualité des eaux (turbidité, contamination).
- Modification des drainages naturels.

C) Sols :

- Processus d'érosion : déboisement, formation de talus.
- Compactation des sols.
- Contamination par l'épandage de pétrole.
- Changement dans l'usage du sol.

3.2.2.) MILIEU BIOTIQUEA) Flore :

- Atteinte directe sur les zones déforestées, pouvant induire la disparition d'espèces. Modification des formations végétales (drainages, etc.). Collecte d'espèces.
- Altération de la flore : Contamination du sol, de l'air.

B) Faune :

- Altération et destruction de l'habitat.
- Fuite d'espèces (bruit, vibrations).
- Réduction des populations : chasse, pêche, capture.
- Introduction d'espèces domestiques.
- Barrière à la migration avec la présence de la route, faune terrestre et aquatique.

3.2.3.) MILIEU SOCIO-ECONOMIQUEA) Populations indiennes :

- Altération des ressources (cultures, produits forestiers).
- Détérioration des espaces de chasse et de pêche.
- Dégradation des espaces de vie : qualité des eaux, de l'air.
- Confrontation avec de nouvelles maladies.
- Modification des comportements, altération culturelle
- Amélioration du niveau de vie par l'accès au revenu monétaire et aux marchés.
- Développement du processus de colonisation : accès aux territoires indiens, lutte pour l'appropriation des terres.

B) Populations de colons :

- Accès à la terre.
- Retombées des activités pétrolières (revenus, emplois, services).
- Altération des espaces de cultures.
- Impact sur la santé : poussière, épandage de pétrole, dégradation de la qualité de l'air, des sols et de l'eau.
- Altération du milieu.
- Accès au marché : la route permet l'évacuation des cultures pour la vente notamment vers les marchés proches de Tarapoa et d'Agua Negras.

3.2.4.) CONSEQUENCES INDIRECTES

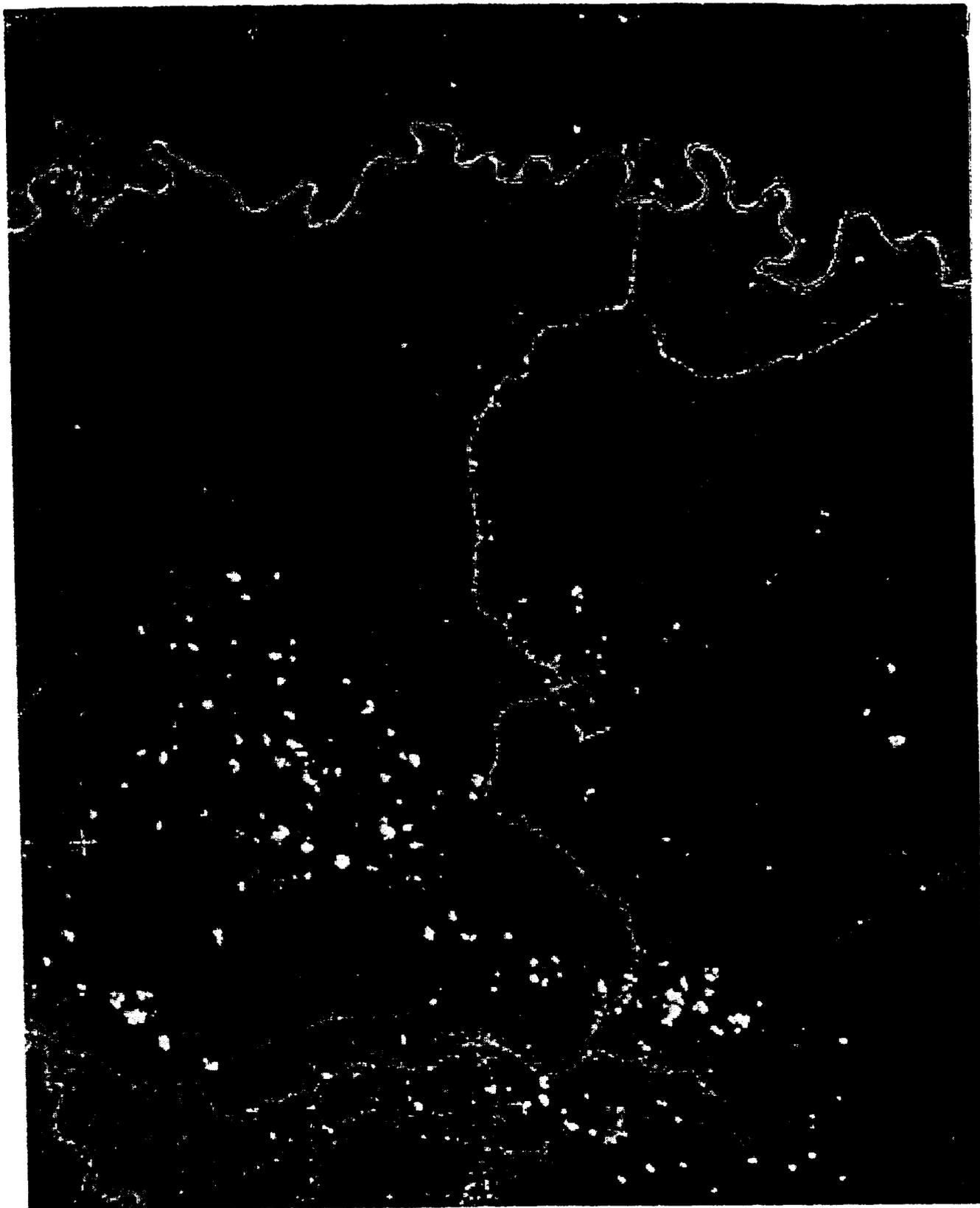
A) Colonisation :

La construction de routes est le principal moteur de la colonisation, en permettant l'accès rapide au cœur de la forêt. Chaque bord de route est rapidement colonisé. Chaque kilomètre de route dans l'Oriente permet la colonisation de 400 à 2.400 hectares de forêt (Kimerling 1993). Dans le cas de Cuyabeno, il semble que le processus de colonisation se soit limité aux abords des routes (*cf. carte n°5*) et n'ait pas provoqué la dégradation de la forêt sur de nombreuses lignes comme ce fut le cas pour d'autres zones. On voit clairement sur la carte l'apparition de lignes de colonisation dans la zone de Tarapoa, au sud, alors que celle de Cuyabeno semble jusqu'à cette date (1986) épargnée. Le front de colonisation actuel à Cuyabeno se limite à deux lignes. Il semble que le gel des titres de propriété accordés sur cette zone soit la raison principale de l'arrêt des installations et des phénomènes de spéculation.

B) Tourisme :

L'installation des infrastructures routières a eu des conséquences favorables sur le tourisme permettant un accès plus facile à la réserve et aux lagunes de Cuyabeno. Les lagunes sont accessibles en deux heures de pirogue à partir du pont Cuyabeno où se situent les installations de l'Inefan.

CARTE N°5 : le processus de colonisation.



Source : Unocal, Landsat 5-MSS, 1986.

CH 4 : PRODUCTION ET INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION

Introduction :

La production de pétrole nécessite la mise en place d'infrastructures importantes afin de récupérer, traiter, et exporter le pétrole du champ de production jusqu'aux raffineries. Elle nécessite aussi la mise en place d'une équipe et l'établissement à long terme des hommes au cœur de la région.

4.1.) LES ACTIVITES DE PRODUCTION**4.1.1.) DE L'EXPLORATION A LA PRODUCTION**

Le puits de perforation est transformé en puits de production une fois que des quantités de pétrole commercialisable sont pressenties au niveau du sous-sol. Le pétrole est extrait conjointement avec des eaux de formation et du gaz (cf. ch.3). Le puits de production est une structure simple généralement située au centre de la plate-forme. Il y a, au niveau de la plate-forme, peu d'aménagements supplémentaires à mettre en place. Un simple tube est installé au niveau du puits afin d'évacuer l'ensemble des flux vers la station de production où seront séparés pétrole, eaux de formation et gaz. Le passage à la production entraîne donc simplement quelques aménagements supplémentaires.

A) Le système d'oléoducs secondaires :

Le terme secondaire est utilisé pour différencier le réseau de petits oléoducs reliant chaque puits à la station de production, de l'oléoduc principal reliant la station de production à la ville de Lago Agrio et par lequel transite l'ensemble de la production du champ Cuyabeno.

Dans le cas de Cuyabeno, chaque puits est relié à la station par au moins deux oléoducs : le premier sert à évacuer le flux de production du puits vers la station ; le second est utilisé pour injecter du pétrole sous pression dans le puits afin d'améliorer les flux de sortie. Un schéma nous donne le détail du réseau d'oléoducs secondaires (cf. carte n°6). Certains puits sont fermés et ne sont plus reliés à la station de production (puits n°1, 12 et 18). Le tracé des oléoducs suit en général le tracé des voies d'accès mais peut s'en écarter à l'occasion, entraînant de nouvelles coupes à travers la forêt. On peut dénombrer plus d'une dizaine d'oléoducs le long de la route principale.

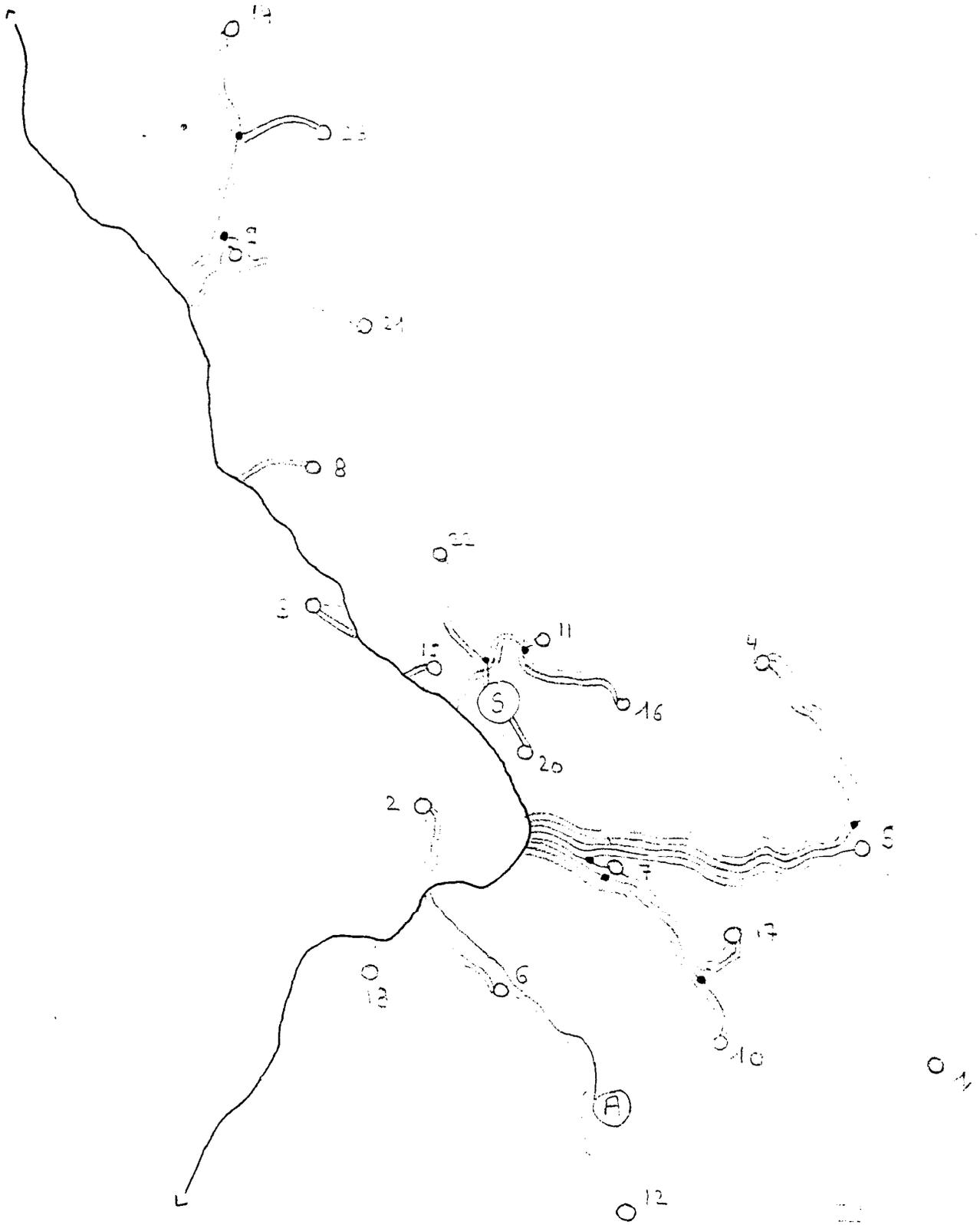
B) Transformation de la plate-forme :

Une fois la production entamée, la plate-forme va subir quelques modifications :

les piscines qui servaient à accueillir les déchets de perforation et les preuves de production sont comblées. Par le passé, de nombreuses piscines contenant encore du pétrole ont été simplement recouvertes de terre entraînant la contamination du sol, puis des eaux. Ceci pose actuellement un problème important à Cuyabeno, des affleurements de pétrole sont visibles sur certaines plates-formes (puits Cuyabeno 1 et 9).

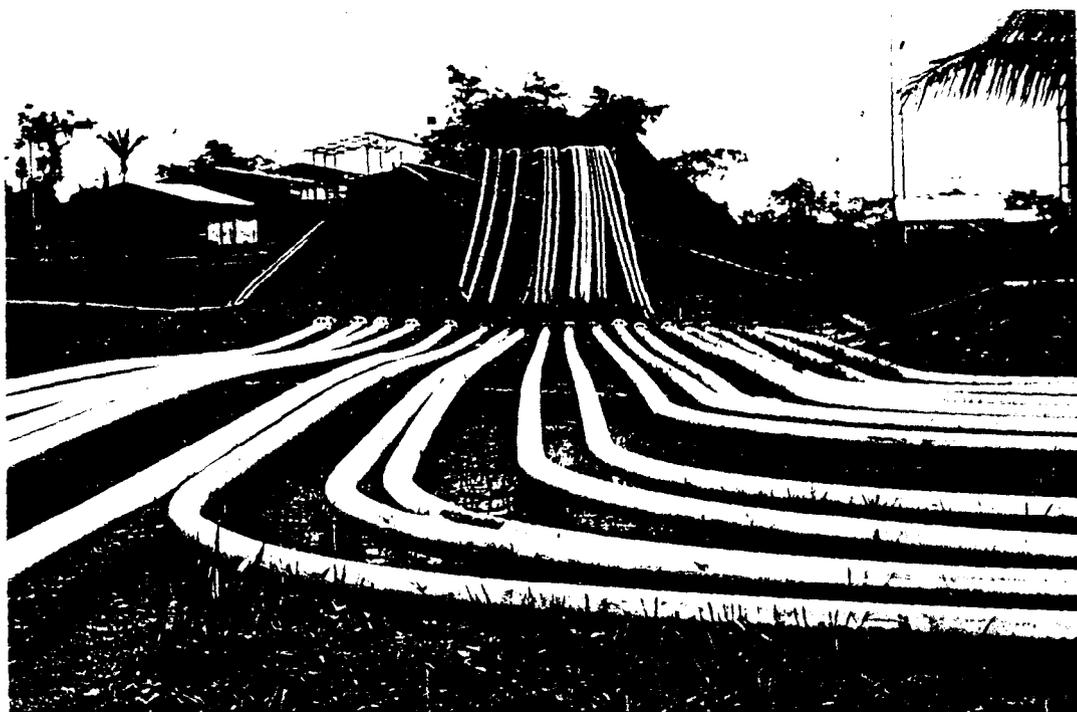
La reforestation des abords des plates-formes se heurte à de nombreux problèmes : les sols sont en général compacts et érodés et peu propices au redémarrage de la végétation. Les moyens engagés pour ces travaux restent faibles et la reforestation donne peu de résultats.

CARTE N°6 : Schéma du réseau d'oléoducs secondaires.



Source : élaboration personnelle.

PHOTO N°7 : réseau d'oléoducs secondaires.



C) Les opérations de maintenance :

Régulièrement, au niveau des puits, des traitements chimiques sont réalisés pour éliminer la formation de carbonate de calcium et vérifier le bon fonctionnement des infrastructures. La DINAMA avance le chiffre de 8.400 gallons de déchets toxiques utilisés pour chaque puits dans ces opérations de maintenance (Kimerling 1993). Ces déchets toxiques se retrouvent dans les flux de production et peuvent se déverser dans l'environnement à l'occasion des fuites causées par la rupture des oléoducs.

4.1.2.) LA STATION DE PRODUCTION

La station de production est au cœur du processus productif. L'ensemble des flux de production est canalisé vers la station où se produit la séparation des différents composants.

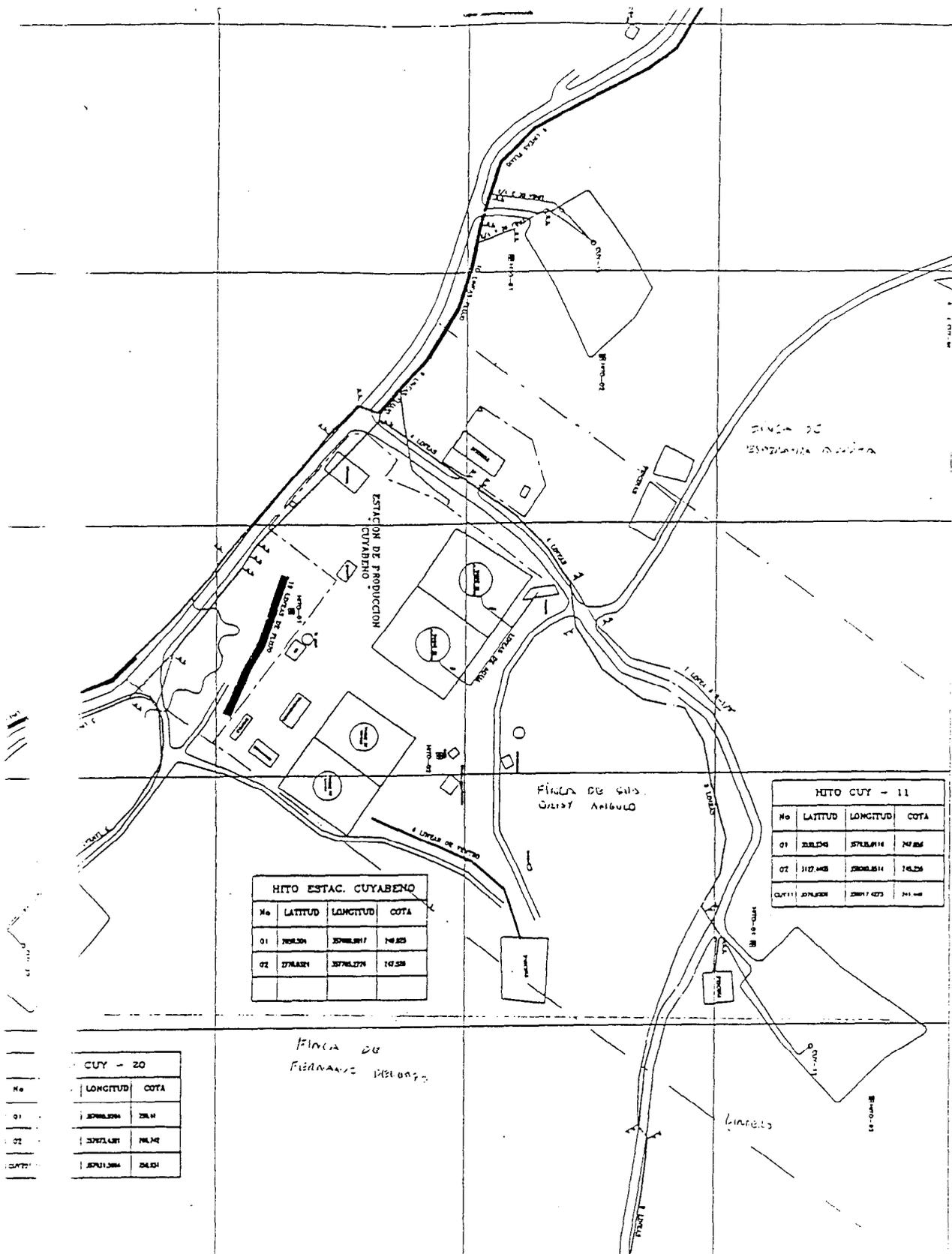
A) Descriptif de la station :

Un plan de la station de production est donné (cf. carte n°7). La station de production regroupe les bureaux, différents réservoirs, et l'ensemble des éléments nécessaires à la séparation et au traitement des flux de production. Sur le côté de la station est aménagée une grande piscine où s'accumulent le pétrole et les autres flux récupérés au cours des processus de production. Cette piscine n'est pas imperméabilisée. C'est à cet endroit également que le gaz issu de la production est brûlé. L'ensemble de ces infrastructures de production occupe une surface d'environ 200 mètres sur 200 soit 4 hectares.

B) Le processus de séparation :

- Le gaz est séparé des flux de production puis brûlé aux abords de la piscine. La production de gaz estimée pour Cuyabeno est de 1.000 milliers de pieds cubiques par jour. Sur ce volume, seulement 350.000 pieds cubiques seraient brûlés, le reste étant utilisé pour le processus de production. Les brûleurs fonctionnent jour et nuit. Cette source de lumière et de chaleur a des conséquences importantes au niveau environnemental, notamment au niveau de la qualité de l'air. De nombreux insectes sont attirés par cette émission lumineuse et calorifique.
- Les eaux de formation sont séparées du pétrole par processus gravitationnel. La grande majorité des eaux de formation était par le passé déversée directement à même les rivières (cf. ch.3). Aujourd'hui, ces eaux de formation sont réinjectées dans le puits n°4.
- Le pétrole est ensuite récupéré et envoyé vers les raffineries par le biais de l'oléoduc principal qui relie Cuyabeno à Lago-Agrío. La production pour Cuyabeno est d'environ 9000 barils par jours (cf. tableau 5).

CARTE N°7 : plan de la station de production de Cuyabeno.



Source : Petroproduccion.

TABLEAU N°5 : Production de pétrole et eau de formation à Cuyabeno, en barils par jour (à partir d'une moyenne effectuée pour la semaine du 20 au 27 mai 1998).

PUITS	PRODUCTION REELLE				Pet. INJECTE FLUX (b/j)	P° TOTALE FLUX (b/j)
	FLUX (b/j)	PETROLE (b/j)	EAU (b/j)	D° API		
2	1145	440	705	18,8	720	1865
3	1393	572	821	18,4	840	2233
5	-	-	-	-	-	-
6	691	576	115	24,5	870	1561
7	652	541	111	26,6	1040	1692
8	1023	536	487	21,3	720	1743
9	487	460	27	28,2	680	1167
10	713	334	379	20,3	810	1523
11	535	384	151	26	920	1455
14	743	611	132	23,8	960	1703
15	305	282	23	27,5	1060	1365
16	835	442	393	21,5	760	1595
17	530	225	305	22,2	1010	1540
19	691	493	198	23,7	760	1451
20	861	724	137	27,5	1220	2081
21	2116	686	1430	17,8	1140	3256
22	1012	1001	11	29,1	1120	2132
23	1040	645	395	22,8	900	1940
TOTAL	14772	8952	5820		15530	30302

Source : Petroproduccion, station de production de Cuyabeno, 1998.

Ces chiffres donnent une idée de la production moyenne de la station de production de Cuyabeno. La production réelle est calculée en tenant compte de la production totale à laquelle on soustrait la part de pétrole injecté. La production de pétrole est d'environ 9.000 barils par jour pour l'ensemble des puits. La production d'eau de formation varie aux alentours de 6.000 barils par jour. Cette eau de formation est ré injecté au niveau du puits n° 4. Les puits n°1, 12 et 18 sont abandonnés. Le puits n°5 est simplement fermé.

C) Activités annexes :

Les processus productifs nécessitent l'utilisation de matériel lourd : emploi de générateurs, parc automobile nécessaire au bon fonctionnement de l'ensemble. La station est éclairée jour et nuit et les équipes se relaient continuellement.

4.1.3.) LES AUTRES INFRASTRUCTURES

D'autres infrastructures sont nécessairement mises en place pour permettre l'occupation durable des hommes dans la région. Un campement est construit pour accueillir les pétroliers ainsi que les nombreux contractants qui seront amenés à travailler pour Petroproduccion. Un descriptif rapide de toutes les infrastructures annexes de Cuyabeno va être donné.

A) Le campement :

Il comprend les baraquements des pétroliers, le réfectoire, et des terrains de sport qui peuvent être mis à la disposition de la population locale. Le campement de Cuyabeno est un petit campement éloigné des grands centres comme Lago-Agrio. Il ne possède que les infrastructures de base et occupe une superficie approximative de 2 hectares. Il possède des générateurs et reste éclairé jour et nuit.

La station d'eau : le campement est relié à une station de pompage qui l'alimente en eau, située entre le puits Cuyabeno n°6 et n°12.

La déchetterie : les déchets produits par le campement sont traités au niveau d'une unité qui se situe sur la plate-forme du puits Cuyabeno 18. Ils y sont détruits ou expédiés vers Lago-Agrio. Cette disposition nouvelle semble refléter la volonté de Petroproduccion de prendre en compte certains problèmes liés à l'environnement. Cette volonté se traduit aussi par la création, en 1991, des unités de protection environnementale. Avant cette date, les déchets étaient accumulés sur certaines plates-formes, des traces de décharge sont encore visibles aujourd'hui. L'ancienne déchetterie se situait à proximité du puits Cuyabeno 6. La plate-forme du puits Cuyabeno 16 quant à elle sert d'entrepôt à une quantité de matériel non utilisé. Cette situation montre comme il peut être difficile d'estimer a posteriori des impacts ayant eu lieu par le passé. Les conséquences de la production de déchets liée à l'activité humaine semblent de ce fait difficilement mesurables.

Le centre de santé : le campement de Cuyabeno intègre un centre de santé accessible, en plus des travailleurs de Petroproduccion, à l'ensemble de la population locale. Une bonne partie de la population semble profiter de cette infrastructure, en l'absence de moyens de déplacement. Les autres centres de santé sont en effet situés relativement loin de cette zone, à Tarapoa et à Puerto el Carmen. Le campement pétrolier de la City, situé à Aguas Negras, possède également un centre de santé accessible à la population.

B) La piste d'atterrissage :

Comme dans de nombreux campements, une piste d'atterrissage a été mise en place à Cuyabeno pour permettre le transfert rapide des travailleurs de Lago-Agrio à Cuyabeno. Cette piste d'atterrissage, près du campement, occupe une superficie d'environ 2 hectares (19.500 m²). Cette piste peut être perçue aussi comme une amélioration des conditions d'accès à la réserve, bien que le transport aérien hors activité pétrolière semble limité. Une autre piste existe à Tarapoa dans le campement de la City.

C) Les infrastructures annexes :

D'autres bâtiments sont mis en place, comme le baraquement (environ 500 m²) réservé aux employés de la SERAMIN (entreprise qui s'occupe de l'alimentation et des habitations dans chaque campement) ou encore le poste de garde. Ils font partie des infrastructures nécessaires au fonctionnement de l'activité.

4.1.4.) CONSEQUENCES EN TERMES D'EMPLOI ET DE REVENUS

L'activité pétrolière est génératrice d'emplois et de revenus. Cet état de fait est généralement considéré comme un impact positif. La plupart des travailleurs qualifiés de Petroproduction sont des Quiténiens. Petroproduction fait appel en outre à de nombreux contractants pour effectuer une grande partie des tâches : alimentation, jardinage, équipes de protection environnementale, traitements chimiques, maintenance des infrastructures, etc. De nombreux emplois peu qualifiés sont effectués par de la main d'œuvre locale. Cette manne d'emplois est aussi un facteur incitatif qui explique l'arrivée massive de migrants sur la zone et le développement du front de colonisation. La mesure des avantages, en termes d'emploi et de revenu, sera abordée dans la partie suivante.

4.2.) LES IMPACTS SUR LE MILIEU

4.2.1.) LE MILIEU PHYSIQUE

A) Atmosphère :

- Altération du climat et du processus d'évapotranspiration par le fait de la déforestation. La déforestation supplémentaire liée à la mise en place des infrastructures de production reste limitée. On peut donner une estimation pour Cuyabeno en faisant le compte des différentes superficies utilisées pour les infrastructures : station, campement, piste d'atterrissage, infrastructures annexes. On peut y ajouter la surface déboisée d'un hectare au bout de la route qui mène au puits Cuyabeno 12, soit au total 9 hectares. La déforestation supplémentaire liée à la mise en place du réseau d'oléoducs secondaires ne sera pas prise en compte ici.

- Bruit : les activités de production sont génératrices de bruit par l'emploi de générateurs au niveau de la station et du campement et par le passage régulier des véhicules.

- Contamination : la contamination de l'air provient en grande partie de la quantité importante de gaz qui est brûlée (350.000 pieds cubiques par jour) et par la présence des piscines de pétrole. L'activité humaine y contribue également, véhicules, générateurs, etc.

B) Eau :

- Altération de la qualité de l'eau : la déforestation amène à des processus d'érosion, hausse de la turbidité dans certains cours d'eaux.

- Contamination résultant de l'activité : rejet des eaux de formation dans les cours d'eau par le passé. Contamination occasionnée par les fuites de pétrole, le plus souvent liées à la rupture des oléoducs, auxquelles se mélange l'ensemble des produits chimiques employés dans les différents traitements. Cette contamination apparaît au niveau de la piscine non imperméabilisée près de la station, et des anciennes piscines recouvertes de terre. Ces questions seront abordées plus en détail dans le chapitre suivant.

- Altération des drainages naturels des sols : la mise en place des infrastructures altère les drainages naturels qui sont remplacés par des drainages artificiels.

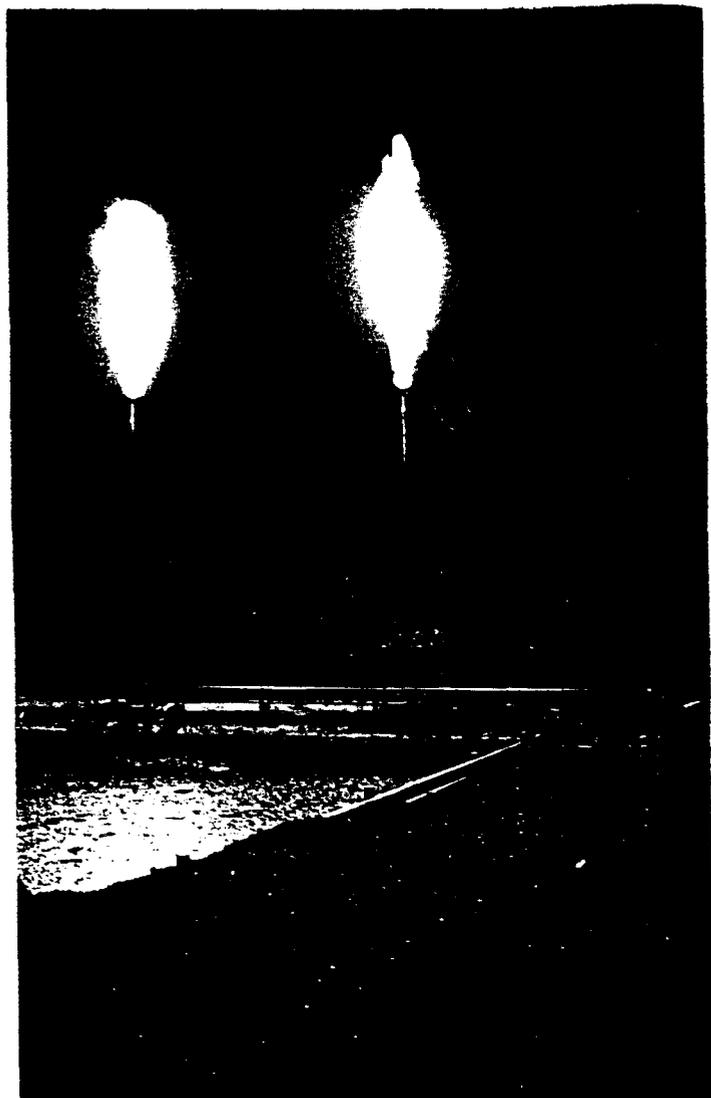
C) Sols :

- Erosion liée à la déforestation.

- Compactation des sols.

- Contamination des sols par les fuites de pétrole qui interviennent fréquemment en petite quantité sur les plates-formes de production ou en grande quantité lors des ruptures d'oléoducs. De même au niveau de la piscine de pétrole de la station et des anciennes piscines mal recouvertes.

PHOTO N°8 : "mecheros" de gaz fonctionnant la nuit.



4.2.2.) MILIEU BIOTIQUE

A) Flore :

- Déforestation : risque de disparition d'espèces.
- Modification des formations végétales (drainages, etc.).
- Dégradation de la flore issue de la contamination du sol, de l'air et des eaux.

B) Faune :

- Altération de l'habitat.
- Fuite d'espèces (bruit).
- Réduction des populations : chasse, pêche, capture.
- Atteinte en particulier des populations d'insectes durant la combustion du gaz.

4.2.3.) MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

L'activité de production est celle qui génère le plus d'emploi et se traduit le plus sûrement au niveau local en termes de revenus.

A) Populations indiennes :

- Détérioration des espaces de chasse et de pêche.
- Dégradation des espaces de vie : altération de la qualité de l'air et surtout de la qualité des eaux (contamination pétrolière).
- Maladies (contamination de l'air et de l'eau). Bio-accumulation du pétrole et autres composants dans la chaîne alimentaire.
- Amélioration du niveau de vie par l'accès au revenu monétaire et aux marchés.

B) Populations de colons :

- Accès à la terre et accès aux emplois et aux revenus liés à l'activité pétrolière. Cet accès à l'emploi, et aux revenus favorise la dynamique du processus de colonisation.
- Altération du milieu (bruit, faune, flore, cultures).
- Santé : augmentation des maladies respiratoires (contamination de l'air, poussière au passage des véhicules) et des maladies de peau (contamination des eaux, entretien de la route). Accès au centre de santé de Cuyabeno.
- Loisirs : accès aux infrastructures sportives.

C) Populations extérieures :

- Dégradation du milieu et de l'intérêt touristique du site.
- Amélioration des conditions d'accès sur la zone par la présence de la piste d'atterrissage.

PHOTO N°9 : Collecte d'insectes sous les brûleurs de gaz.



CH 5) TRANSPORT : UN SYSTEME VETUSTE

5.1.) LE SYSTEME DE TRANSPORT

5.1.1.) L'OLEODUC TRANS-EQUATORIEN (SOTE)

Le transport du pétrole en Equateur est assuré par le système de l'oléoduc trans-équatorien (SOTE) qui relie l'ensemble des champs pétroliers amazonien. Sa construction débute en 1970. Il mesure 503 km de long et franchit les Andes à plus de 3.500 mètres. Le pétrole est acheminé jusqu'aux raffineries dont la plus importante est située à Esmeraldas, sur la côte pacifique. En plus de cet oléoduc principal, un réseau d'oléoducs secondaires (cf. ch.4) étend ses ramifications vers chaque puits de l'Amazonie équatorienne, sur près de 400 kilomètres (Kimerling 1991). Depuis 1992, sa capacité est de 325.000 barils par jour.

5.1.2.) LE TRANSPORT DE PETROLE A CUYABENO

Le champ pétrolier de Cuyabeno est relié au SOTE. L'oléoduc principal est aménagé tout au long de la route qui relie Cuyabeno à Lago-Agrío. Pour des raisons de maintenance, il est construit à un mètre environ au-dessus du sol, et possède quelques passages enterrés. Cet oléoduc est un élément incontournable du paysage amazonien.

Les aménagements nécessaires à sa mise en place sont limités en raison de la présence de la route. Le tracé de l'oléoduc, comme pour le réseau secondaire, s'écarte rarement du tracé de la route principale.

La maintenance est assurée par des équipes chargées de vérifier l'état des tuyaux et de dégager l'oléoduc de la végétation. De nombreux produits chimiques sont employés au niveau de la station de production pour maintenir sa viabilité et éviter les dépôts solides à l'intérieur des tuyaux et la dégradation de ces derniers (anti-corrosif, anti-écumant, etc.).

La vétusté de cet oléoduc pose de nombreux problèmes aujourd'hui, les catastrophes provoquées par sa rupture sont devenues courantes.

5.2.) DES CATASTROPHES FREQUENTES

En ce qui concerne le SOTE, pas moins de 30 grandes catastrophes ont été comptabilisées par le gouvernement équatorien, la majeure partie ayant eut lieu en Amazonie. Le volume total de pétrole répandu est estimé en 1989 à 16,8 millions de gallons de pétrole (Kimerling 1993). Cet état de fait reflète la grande vulnérabilité de ce système construit à travers des régions qui connaissent d'importantes instabilités sur le plan géologique, sismologique et volcanique. Le développement de la déforestation entraîne de plus des changements hydrologiques et la variation du débit des fleuves, rendant vulnérable l'oléoduc aux montées des eaux. En mars 1987, la rupture de l'oléoduc a stoppé la production équatorienne et entraîné la fuite de près de 3,654 millions de gallons de pétrole (5,9 millions selon la banque mondiale) vers les fleuves Quijos, Coca, Aguarico et Napo (Kimerling 1993).

PHOTO N°10 : rupture d'un oléoduc secondaire.



5.2.1.) LES DERNIERES CATASTROPHES RECENSEES

Les journaux relatent régulièrement des catastrophes écologiques provoquées par la défaillance de l'oléoduc trans-équatorien ou par divers problèmes de maintenance (voir Annexe I).

- Le 1er octobre 1997, des pluies font déborder une piscine de déchets pétroliers provoquant l'incendie de la raffinerie d'Esmeraldas.
- Le 26 février 1998, suite à la rupture de l'oléoduc, 16.000 barils de brut se déversent dans les rivières à Esmeraldas. Un incendie se propage qui provoquera la mort de 14 personnes et en blessera 52 autres.
- Le 13 juin de la même année, 1.200 gallons de diesel se répandent dans les rivières et la mer et affectent deux kilomètres de plages sur la côte pacifique.
- Le 3 juillet,
- Toujours à Esmeraldas, 12.000 barils de pétrole se perdent dans les rivières avoisinantes (El Comercio, 5 juillet 1998).
- Le 14 juillet, entre Baeza et Papallacta, une nouvelle rupture de l'oléoduc entraîne la perte de 10.000 barils de pétrole (El Comercio du 16 et 19 juillet 1998).

5.2.2.) FUTES DE PETROLE EN AMAZONIE : LA SITUATION A CUYABENO

Ces fuites se présentent fréquemment à Cuyabeno. Une unité de protection environnementale est spécialement chargée de s'occuper de ce type de problèmes. Chaque fuite de pétrole est recensée depuis peu. Des déversements de pétrole ont eut lieu en décembre 1989, avril et octobre 1990 (Esen/Ambientec 1991). Le pétrole s'est répandu dans les rivières atteignant les lagunes de Cuyabeno et la communauté Siona de Puerto Bolivar. Ces catastrophes écologiques et humaines sont des conséquences inévitables de l'activité pétrolière en Amazonie compte tenu de la vétusté des infrastructures. Ces dommages affectent fortement la vie des communautés indiennes, par la dégradation des ressources en eau et des espaces de pêche. Des indemnités sont versées, notamment pour les populations de colons, pour compenser la dégradation et la perte des espaces de culture et de vie. Les derniers événements ayant eut lieu à Cuyabeno apparaissent dans le tableau suivant :

TABLEAU N°6 : Les dernières catastrophes pétrolières recensées à Cuyabeno.

DATE	LIEU	CAUSE	QTE (BARILS)	AIRE AFFECTEE		
				TERRE	EAU	TOTAL
27/02/1995	Cuy	Station	-	-	-	200 m
03/05/1995	San	Station	-	20000 m2	18 km	-
10/06/1997	San	Puits 8	oléoduc	1600 m2	2 km	-
13/09/1997	Cuy	Puits 9	oléoduc	20	-	7125 m2
08/10/1997	San	Puits 4	piscine	-	-	-
23/12/1997	San	Puits 2	oléoduc	25	-	5800 m2
26/01/1998	Cuy	Puits 5	sabotage	10	1000 m2	1000 m2
27/05/1998	Cuy	Station	incendie	-	-	-

Source : UPA de Lago-Agrío et de Guarumo.

Ce tableau indique le lieu de la catastrophe (Cuyabeno ou Sansahuari) et la cause, la quantité de pétrole perdu, et l'aire affectée. La date du 8 octobre 1997 n'indique pas une fuite de pétrole mais la mort d'animaux domestiques ayant ingéré des eaux contaminées.

PHOTO N°11 : contamination courante sur une plate-forme.

Conclusion :

L'activité pétrolière, depuis l'exploration sismique jusqu'au transport final, étend ses ramifications très loin dans la forêt, et ses impacts ne se limitent pas à une zone géographique précise. Il est difficile de quantifier d'une manière globale ces impacts.

Parmi les impacts majeurs, il nous faut relever, outre la déforestation, la contamination des sols et de l'eau qui a des conséquences très étendues. La contamination des eaux affecte directement le milieu et peut se propager jusqu'aux lagunes et au-delà. Elle affecte aussi les populations riveraines des infrastructures, jusqu'aux communautés indiennes vivant sur le fleuve.

PARTIE III : LA VALORISATION DE L'ENVIRONNEMENT

« Un large consensus est maintenant établi sur le fait que la difficulté d'évaluation ne doit pas être un prétexte pour ne pas la réaliser, mais au contraire une raison de la faire, car c'est justement quand l'environnement n'est pas valorisé qu'il subit les plus grands dommages ».

Decaestecker, Rotillon (1994).

CH 1 : LE CADRE THEORIQUE

1.1.) NOTIONS THEORIQUES1.1.1.) **LES DEFAILLANCES DU MARCHE**

Si le marché semble être aujourd'hui le mode préférentiel choisi par nos sociétés pour assurer la production et la distribution des ressources, il souffre dans la réalité de nombreuses imperfections (Azqueta 1996) :

- Il ne fonctionne pas, dans la réalité, sur un système de concurrence pure et parfaite mais connaît des formes diverses de concurrence imparfaite.
- Les marchés sont pour la plupart incomplets (pas d'information parfaite, etc.).
- Et surtout parce qu'il existe une série de biens qui ne sont pas pris en compte par le marché et ne possèdent, de ce fait, pas de prix de marché. C'est le cas notamment des biens publics, des ressources communes et des externalités en général.

Revenons rapidement sur ces notions qui constituent le cadre théorique dans lequel est traitée la question des biens dits environnementaux dans la science économique :

- Externalités : c'est avec Pigou, en 1920, que se trouvent posés les fondements de la théorie standard des externalités : « L'essence du phénomène est qu'une personne A en même temps qu'elle fournit à une autre personne B un service déterminé pour lequel elle reçoit un paiement, procure par la même occasion des avantages ou des inconvénients d'une nature telle qu'un paiement ne puisse être imposé à ceux qui en bénéficient ni une compensation prélevée au profit de ceux qui en souffrent. » (Fauchaux, Noël, 1995). Nous sommes en présence ici d'actions dont les effets ne sont pas pris en compte directement par le mécanisme du marché (pollution, bruit). Il existe aussi bien des externalités négatives que positives.
- Biens publics : Les biens publics sont des biens qui présentent des propriétés particulières. La non-exclusion : quand le bien s'offre à une personne, il s'offre à toutes les personnes (le coût marginal pour l'offrir à une personne supplémentaire est nul), c'est le cas des routes ou de la défense nationale. La non rivalité dans la consommation : quand quelqu'un consomme le bien, il ne réduit pas la consommation potentielle du bien pour d'autres personnes. Il existe des biens publics purs et impurs.
- Les ressources communes : les ressources communes sont des ressources caractérisées par leur libre accès. A la différence des biens publics cependant, il existe une rivalité dans la consommation de ces biens. On distingue les ressources communes globales des locales.

1.1.2.) **LES BIENS ENVIRONNEMENTAUX DANS LA THEORIE ECONOMIQUE**

Les ressources naturelles possèdent le plus souvent des caractéristiques qui les associent à ces types de bien : certaines peuvent être considérées comme des ressources communes en libre accès, et leur utilisation est souvent génératrice d'externalités (la pollution de l'eau par l'activité pétrolière en Amazonie peut avoir des répercussions sur le bien être des populations sans qu'il y ait un prix à payer en compensation). De ce fait, comme nous le rappelle Azqueta (1996) : « l'analyse économique tend à identifier le problème de la dégradation du milieu environnemental comme un exemple de plus de ce que l'on appelle les défaillances du marché ».

Les ressources naturelles ont été d'ailleurs pendant longtemps exclues du champ même de la science économique, selon les termes même de Jean-Baptiste Say : « les ressources naturelles sont inépuisables car sans cela nous ne les obtiendrions pas gratuitement. Ne pouvant être multipliées ni épuisées, elles ne sont pas l'objet des sciences économiques » (Passet, 1996). Ne pouvant être l'objet d'un échange marchand, elles ne possèdent pas de prix. Le système actuel, qui opère avec une information incorrecte sur leur valeur, fonctionne comme si ces ressources n'avaient pas de valeur. Cependant, si l'environnement n'a pas de prix, il est indubitable qu'il a de la valeur. Il complète une série de services qui sont depuis longtemps valorisés positivement par la société, dont quatre au moins sont développés par Pearce en 1976 (Azqueta 1996) :

- Il génère une grande quantité de biens qui entrent directement au sein de nombreux processus productifs.
- Il apparaît comme un récepteur de déchets de toutes formes en partie grâce à sa capacité d'assimilation.
- Il entre de plein pied dans la fonction de production d'utilité des ménages en générant des biens naturels (parcs, paysages) qui font l'objet d'une demande.
- Il est le support toute forme de vie.

Le problème va donc être de tenter d'appréhender ou tout du moins d'approcher la valeur réelle d'un actif qui ne peut nous être fournie par le mécanisme classique du marché.

1.2.) LA VALEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Le but n'est pas ici de développer l'ensemble des questions et des controverses théoriques mais de donner quelques idées sur des problèmes généraux concernant la valorisation de l'environnement. Nous passerons donc rapidement sur quelques points qui nous paraissent essentiels.

Il faut d'abord savoir quels sont les éléments qui confèrent de la valeur à l'environnement en général. Les tenants de la *Deep ecology* s'appuient sur des considérations éthiques d'équité envers les non humains pour reconnaître à l'environnement une valeur intrinsèque détachée de tout usage. Cette approche se base sur des considérations non utilitaristes et non anthropocentriques. A l'autre extrémité existe des courants anthropocentriques : pour ces derniers, ce qui confère de la valeur aux choses, ce sont leur relation avec l'être humain. Les méthodes instrumentales de valorisation développées actuellement se rapprochent de cette deuxième optique, dans une éthique que nous pourrions appeler avec Azqueta, une « éthique anthropomorphique étendue » intégrant dans l'être humain le droit des générations futures. Ces thèmes sont développés dans les deux références mentionnées.

Il faut ensuite se demander quel type de valeur peut s'appliquer à l'environnement. Dans la théorie classique, la valeur des biens peut être mesurée à partir de l'utilité que ces derniers leur procurent. Dans le cadre des biens environnementaux, la présence d'incertitude et d'irréversibilité va amener à l'élargissement du concept de valeur qui dépassera bientôt le cadre restreint de la valeur d'usage.

1.2.1.) LES DIFFERENTS TYPES DE VALEUR

Nous nous attacherons ici aux écosystèmes forestiers qui concernent plus directement notre sujet.

La **valeur d'usage directe** provient de l'utilisation directe que l'on peut faire du bien. Elle comprend en général les produits ligneux et non ligneux (dont les plantes médicinales) extraient des forêts et l'usage récréatif (tourisme). Une valeur est aussi associée à la forêt en tant que support d'éducation, de recherche, et de lieu de vie pour ses habitants.

La **valeur d'usage indirecte** est dérivée des services assurés par l'écosystème (protection du sol, régulation du climat, etc.). Nous reviendrons sur ces services plus avant.

La **valeur d'option** : il s'agit de donner une valeur à l'environnement à partir d'un usage potentiel et non plus au travers de l'usage qui en est fait. C'est un consentement à payer pour laisser ouverte la possibilité d'un usage futur. Il s'agit d'un comportement rationnel en situation d'incertitude faible ou de risque (Faucheux et Noël, 1995).

La **valeur de quasi-option** : dans un cadre d'incertitude forte ou d'irréversibilité, et quand des processus d'apprentissage sont possibles, il peut être intéressant de garder une option ouverte sur l'utilisation future du bien même si l'agent est neutre par rapport au risque. Cette valeur reflète « le bénéfice net obtenu à reporter la décision, en attendant de lever de façon totale ou partielle l'incertitude aux moyens de l'obtention d'une meilleure information » (Azqueta 1996).

La **valeur d'existence** naît de la satisfaction procurée aux individus du simple fait de savoir qu'une chose existe, indépendamment de tout usage présent ou futur. Les motifs invoqués sont divers, de la volonté de léguer quelque chose aux générations futures (valeur de legs), à l'altruisme et autres. Cette valeur est une valeur de non-usage. Cette valeur reprend l'idée d'une valeur intrinsèque des biens environnementaux bien que ce concept semble se situer loin des aspirations et des méthodes de la théorie utilitariste néoclassique.

Il n'y a pas de consensus réel sur le découpage proposé ici. Les valeurs d'option sont parfois considérées comme des valeurs d'usage (Pearce 1990), parfois comme des valeurs de non-usage (Azqueta 1996). On parle aussi de valeur de legs et de valeur de voisinage. On peut aussi parler d'une valeur d'investigation qui se situerait à cheval entre la valeur d'usage et la valeur d'existence, une valeur associée à la préservation du milieu comme laboratoire de recherche permettant des découvertes futures. Tous ces thèmes sont développés notamment dans Faucheux et Noël (1995), Azqueta (1996) et Aubertin et Vivien (1998). L'important ici est d'aborder ces différents concepts qui permettent d'établir un cadre théorique dans les questions de valorisation de l'environnement.

1.2.2) LA VALEUR ECONOMIQUE TOTALE

A partir de ces différentes notions, on peut définir avec Pearce (1990) la valeur économique totale d'un bien ou grandeur globale qui regroupe l'ensemble de ces valeurs.

TABLEAU N°1 : Classification du concept de valeur économique totale pour la gestion durable des ressources forestières.

<u>VALEUR D'USAGE</u>		<u>V. de NON-USAGE</u>		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Valeur directe	valeur indirecte	Valeur d'option	valeur d'héritage	valeur d'existence
Produits ligneux	cycle de nutriments	Usage futur pour	Usage pour les	préservation de
Autres produits	protection du sol	(1) et (2)	générations futures	la biodiversité
Tourisme	pollution de l'air		(1), (2) et (3)	
Plantes médicinales	régulation du climat			
Education				
Recherche				
Habitation				

Source : Pearce (1990).

1.3.) QUELQUES METHODES DE VALORISATION

1.3.1.) LES METHODES DE VALORISATION INDIRECTES OU OBSERVABLES

Ces méthodes sont établies à partir d'observations du comportement des agents, et tentent de définir la valorisation implicite que donnent les agents à un bien environnemental. Elles se basent en général sur les liens qui existent entre des biens privés (qui font l'objet d'un échange sur le marché et possèdent un prix) et des biens environnementaux. Nous allons ici décrire rapidement les méthodes les plus connues sur lesquelles nous reviendrons dans le cadre de la valorisation des impacts de l'activité pétrolière.

A) La méthode des coûts évités ou des coûts induits :

Un bien environnemental peut être en relation avec un bien privé de manière concrète. Il peut faire partie avec lui d'une fonction de production sous forme de consommation intermédiaire ou d'une fonction de production d'utilité dans le cadre d'un ménage. Au travers de cette relation, on peut évaluer les avantages et les coûts d'un changement dans les conditions environnementales. Prenons un exemple applicable au cas de Cuyabeno, une dégradation de la qualité de l'air (émission de polluants due à l'activité pétrolière), peut avoir des effets négatifs sur les rendements des cultures. Il faut pour cela savoir parfaitement de quelle manière les émissions affectent les rendements agricoles. Ces relations sont appelées fonctions dose-réponse. On mesure l'effet de la dégradation d'un bien environnemental au travers de sa relation avec des biens privés qui possèdent une valeur monétaire sur le marché, ce qui permet la valorisation de cette dégradation. De même, la qualité de l'eau influe directement sur la santé des populations, on peut mesurer l'effet d'une dégradation dans la qualité des eaux au travers des impacts sur la santé dont les coûts sont traduisibles directement sur un marché.

Les limites de cette méthode sont liées à l'existence de mesures défensives mise en place par les agents et qui biaisent alors les évaluations.

B) La méthode des coûts de transport :

Cette méthode est pratiquée pour évaluer la valeur d'actifs environnementaux comme les parcs naturels. L'accès au parc, et d'une manière générale, la consommation du parc requiert la consommation de biens privés dits complémentaires (c'est le cas des dépenses en coûts de transport notamment et les frais d'entrée dans le parc). Le but est d'évaluer la fonction de demande des individus et de voir comment varie la demande devant des changements dans les coûts de transport. Ceci permet d'estimer ce que les gens sont prêt à payer pour la visite du parc et renseigne sur la valeur de ce dernier.

1.3.2.) UNE METHODE D'EVALUATION DIRECTE : L'EVALUATION CONTINGENTE

Il s'agit ici d'une méthode d'évaluation directe dans la mesure où l'information provient directement des agents que l'on interroge sous forme d'enquêtes. C'est quelquefois la seule méthode d'évaluation possible quand il n'existe pas de lien direct entre un bien environnemental et des biens privés. Elle consiste à « vérifier la valorisation qu'accordent les personnes aux changements dans le bien être que produisent sur eux la modification des conditions de l'offre d'un bien environnemental, au travers de questions directes » (Azqueta 1996). Cette méthode repose sur une analyse en termes de surplus du consommateur.

La procédure d'évaluation est cependant loin d'être neutre, de nombreux biais sont associés à ce type de questionnement par enquêtes, qui suppose qu'on a affaire à des individus rationnels et parfaitement informés. Différents biais sont perceptibles :

- Biais de l'interviewer.
- Biais d'ancrage : les agents sont influencés par les premiers ordres de grandeur avancés.
- Biais informationnel : la réponse dépend de la connaissance de l'agent sur la question, or les informations sont fournies directement par l'enquêteur, "C'est donc l'enquête qui induit et construit les valeurs" (Boisvert, Vivien 1998).

Conclusion :

Il n'existe pas en vérité un consensus théorique sur les méthodes de valorisation de l'environnement ; nombre d'entre elles sont critiquées et remises en question ainsi que le fait même de vouloir valoriser l'environnement. Les méthodes développées sont le plus souvent des outils instrumentaux appliqués au cas par cas en vue de répondre à cette volonté de valorisation. Ce fait explique que les nombreuses études réalisées montrent des divergences importantes au niveau de leurs résultats. Azqueta rappelle que ces méthodes peuvent s'appliquer quand les états possibles de la nature sont multiples et qu'il faut opter pour l'un d'entre eux. C'est l'écologie qui fixe les limites possibles, et la société qui établie ensuite son choix entre les alternatives. Ainsi, il n'est pas question d'évaluer la valeur de biens comme l'atmosphère par exemple, dont la valeur est théoriquement infinie. Il est cependant possible de se demander : "quels changements dans la quantité ou la qualité de différents types de capital naturel et de services de l'écosystème peuvent avoir un impact sur le bien être humain » (Costanza, 1997). Les méthodes de valorisation se fondent pour la plupart sur la théorie microéconomique classique et s'appuient sur un raisonnement à la marge. Malgré de nombreuses limites théoriques et pratiques, ces méthodes de valorisation apparaissent aujourd'hui incontournables, notamment parce que la valorisation incomplète des écosystèmes (par les mécanismes du marché) leur confère un poids trop faible dans les processus de décisions (Costanza 1997). « Un large consensus est maintenant établi sur le fait que la difficulté d'évaluation ne doit pas être un prétexte pour ne pas la réaliser, mais au contraire une raison de la faire, car c'est justement quand l'environnement n'est pas valorisé qu'il subit les plus grands dommages » (Decaestecker et Rotillon, 1994).

CH 2) LA VALORISATION DES IMPACTS DE L'ACTIVITE PETROLIERE

introduction :

La valorisation des impacts est un exercice difficile. Il demande en général une évaluation complète de ces impacts par un groupe de spécialistes formé aux différentes disciplines de l'environnement. Il ne s'agit donc pas dans notre cas d'essayer d'aboutir à une évaluation globale pouvant déboucher sur la mise en relief des coûts réels de l'exploitation pétrolière, et ce pour plusieurs motifs :

- Le manque d'informations disponibles.
- Le peu de temps imparti pour réaliser cette étude.
- La complexité du problème (démêler les impacts d'une activité qui s'est développée sur plus de 20 ans, dans un environnement qui s'est profondément modifié depuis).
- La complexité des méthodes.

Le but de l'exercice serait plutôt de définir le cadre théorique dans lequel pourrait se réaliser cette évaluation et de donner des éléments de méthodologie afin de la mener à bien.

De nombreux impacts sur le milieu et les populations, aussi bien négatifs que positifs, ont été identifiés dans la partie précédente, parfois de manière quantitative. Nous avons voulu reprendre ici partie d'entre eux, les mieux connus, afin de jeter les bases d'une valorisation économique. Cinq types d'impacts seront abordés qui font appel à des méthodes d'évaluation différentes : les impacts positifs, la déforestation, la contamination pétrolière, l'impact sur la faune et sur la santé humaine. Nous aborderons dans le même temps les limites inhérentes à ce type de travail.

2.1.) UNE SERIE D'IMPACTS POSITIFS A PRENDRE EN COMPTE

2.1.1.) LE PETROLE SOURCE DE RICHESSE

L'activité pétrolière génère de nombreux revenus au niveau de la nation : elle contribue au budget de l'Etat à hauteur de 40 % en moyenne et représente 12 % du PIB. En 1996, la production s'élevait à environ 140 millions de barils soit 383.800 barils par jour en moyenne. La production des puits de Cuyabeno contribue, avec 9.000 barils par jour, pour environ 3 % de la production nationale, les deux principaux champs producteurs étant ceux de Sacha et de Shushufindi. Depuis 1992, le prix du baril oscille entre 15 et 17 \$ le baril ce qui fait du pétrole, depuis 15 ans, le premier poste d'exportation pour l'Equateur (Vergnon 1998). L'Equateur est aussi caractérisé par une dette extérieure forte et les catastrophes naturelles qui se sont abattues récemment sur la côte pacifique, attribuées au phénomène El Niño, ont mis ce pays dans une situation difficile, avec la nécessité de trouver des ressources à court terme. Dans ce contexte, le pétrole apparaît comme le seul moyen de générer d'importantes ressources et la tendance se porte vers la hausse de la production. Les réserves, au rythme de production actuel, devraient durer encore 20 ans.

L'activité pétrolière a aussi des retombées en tant qu'activité consommatrice de biens et de service, pour sa mise en place et son maintien. Les avantages en termes de retombées économiques sont valorisables suivant les méthodes développées par l'analyse de projets dont on trouvera un descriptif dans Bridier et Michailof (1995).

2.1.2.) LE PETROLE SOURCE DE TRAVAIL

L'activité pétrolière est un pôle d'activité qui génère de nombreux emplois. En plus des travailleurs fixes de Petroproduccion, de nombreux contractants travaillent dans différents secteurs pour assurer le bon fonctionnement de cette industrie : alimentation, jardinage, entretien des installations (routes, oléoducs, puits, station de production), protection environnementale, centre de santé, gardiennage. Pour la seule station de Cuyabeno, c'est plus d'une centaine de personnes qui sont concernées par ce type de contrats. On a vu, au travers de la description des différentes activités, que ces emplois se destinent en partie à la population locale, depuis la sismique jusqu'aux activités de production.

La valorisation passe par le calcul des salaires distribués, et par la prise en compte des effets indirects (part des salaires consommée, répercussion sur d'autres activités). Ces méthodes sont développées par Bridier et Michailof (1995). Il semble que la majeure partie des gains salariaux liés à l'activité se concentre entre les mains des travailleurs issus de la Sierra, peu de retombées locales sont visibles. Les contractants locaux sont généralement employés pour des travaux non qualifiés. De plus, au niveau des effets indirects, la majeure partie des gains est dépensée ailleurs que dans la zone, les campements ne s'approvisionnent pas au niveau local faisant toujours appel à des sociétés extérieures, ce qui réduit d'autant plus les retombées dans la zone.

2.1.3.) UNE SOURCE DE SERVICES

L'activité pétrolière amène avec elle une série de services qui ont des conséquences directes au niveau local.

A) Les infrastructures routières (et l'aéroport) ont un impact important sur la physionomie et l'organisation de la zone. Elles permettent de désenclaver cette partie de l'Amazonie. Les conséquences sont non négligeables au niveau du tourisme avec un accès direct depuis Lago Agrio jusqu'aux portes de la réserve faunistique de Cuyabeno. L'accessibilité aux marchés locaux est aussi un point important pour les colons installés sur les abords des routes qui peuvent dès lors évacuer leur produits.

B) Autres services : le campement pétrolier permet aussi l'établissement d'un centre de santé utilisé par la population locale, et qui évite les déplacements vers les autres centres de Puerto el Carmen ou d'Agua Negras. De plus, le campement crée un pôle d'activité qui regroupe les populations, et possède des terrains de sport (Football, Volley) accessibles.

2.1.4.) DES CONSEQUENCES INDIRECTES

Comme nous l'avons déjà explicité, l'installation de l'activité pétrolière a aussi des conséquences indirectes. L'ouverture de la route est le principal facteur de colonisation de la zone. Les nombreuses familles espèrent profiter de cet accès à la terre et en même temps des perspectives offertes par l'activité en termes d'emplois et de services. Cette colonisation, encouragée en partie par l'Etat, reste la principale cause de déforestation en Amazonie et permet à l'activité pétrolière de s'approvisionner en main d'œuvre locale bon marché. Des travaux sur les relations entre pétrole et colonisation sont développés chez Gravelin (1988) et Perrier (1996).

Il faut signaler aussi la présence d'un phénomène d'inflation au niveau des biens en raison de la présence de cette manne de revenu que constitue la zone pétrolière. Les phénomènes de spéculation sur les terres sont favorisés, et aggravés par la construction actuelle de la route interocéanique au milieu de la réserve de Cuyabeno.

En ce qui concerne les impacts négatifs, la valorisation va s'articuler ici autour de quatre axes. Il s'agit de définir les impacts de manière globale et de voir ensuite dans quelle mesure ces impacts sont valorisables. Pour cela nous avons sélectionné une partie d'entre eux qui reflètent à notre avis le mieux la situation et permettent d'avoir une approche sur les méthodes de valorisation.

2.2.) VALORISATION DE LA DEFORESTATION

Les conséquences de la déforestation, sur le climat notamment, sont évoquées dans de nombreuses études. Ses effets se font sentir à au moins 40 mètres vers l'intérieur de la forêt, et les précipitations au niveau local diminuent (Kapos 1989 in Canaday 1991). Ces changements ont été rapides en Amazonie équatorienne et perceptibles par la mémoire de ces hommes qui travaillent ici depuis 25 ans.

La question de la valorisation de la déforestation est à notre avis la plus intéressante puisqu'elle renvoie au problème de la valorisation globale de l'écosystème forestier. Il s'agira donc ici de repérer chaque fonction offerte par l'écosystème et à partir de là, de valoriser certains d'entre eux.

2.2.1.) LES CHIFFRES DE LA DEFORESTATION

Nous rappelons ici les chiffres de déforestation directement imputables à l'activité pétrolière et qui ont été détaillés dans les chapitres précédents (Partie II, ch. 1, 2, 3 et 4).

TABLEAU N°2 : Récapitulatif des chiffres de la déforestation pétrolière.

ACTIVITE	CAUSE	DEFORESTATION (HA)
Sismique	tranchées, héliports	392,5
Perforation	plates-formes	44
Réseau routier	Routes	78,05
Production	Infrastructures	8
Total		522,55

Source : élaboration personnelle.

L'impact le plus important, concernant la déforestation, est provoqué par l'activité sismique. Il faut cependant rappeler que cet impact présente un caractère temporaire. Globalement, cet impact reste faible, même si les chiffres présentés ici nous donne un minimum. L'activité pétrolière est peu consommatrice d'espace en comparaison des vastes étendues de forêt utilisées par l'activité agricole et l'élevage.

2.2.2.) LES SERVICES RENDUS PAR L'ECOSYSTEME FORESTIER

Il est fréquent de valoriser les forêts tropicales en s'appuyant sur la dégradation des services rendus par cet écosystème. Pour identifier ces services nous nous appuyerons sur les travaux de Costanza (1997).

TABLEAU N°3 : Les services et fonctions de l'écosystème.

N°	Services de l'écosystème	Fonctions de l'écosystème
1	Régulation des gaz dans l'air	Réguler la composition chimique de l'atmosphère
2	Régulation du climat	Réguler la température, la pluviosité et les autres processus biologiques influencés par les conditions climatiques au niveau local ou global
3	Régulation des perturbations Environnementales	Capacité de réponse de l'écosystème pour maintenir son intégrité devant les fluctuations du milieu
4	Régulation du cycle de l'eau	Réguler le cycle hydrologique normal
5	Approvisionnement d'eau	Retenir et accumuler l'eau
6	Contrôle de l'érosion et rétention Des sédiments	Maintenir la qualité et la quantité du sol
7	Formation de sol	Favoriser le processus de formation du sol
8	Maintenance de cycle des nutriments	Accumuler les nutriments à travers un cycle interne de traitement et de régénération.
9	Traitement de résidus	Récupérer les nutriments libres et réduire son excès et celui d'autres composés
10	Pollinisation	Dispersion des gamètes de la flore
11	Contrôle biologique	Réguler de manière dynamique les populations et les chaînes trophiques des espèces
12	Refuge d'espèces	Servir d'habitat pour les populations biotiques
13	Production d'aliments	Fournir une partie de la production primaire extractible de l'écosystème sous forme d'aliments
14	Approvisionnement de matières premières	Fournir une partie de la production primaire extractible de l'écosystème sous forme de matières premières
15	Maintien des ressources génétiques	Procurer des produits et un matériel biologique unique
16	Récréation et distraction	Permettre des activités de récréation
17	Respect de la richesse anthropologique et culturelle	Permettre de profiter de l'écosystème en usages non commerciaux

Source : R. Costanza et al., 1997.

Un tableau plus détaillé des services rendus par l'écosystème sera donné en annexe (cf. Annexe II).

2.2.3.) LA VALORISATION DES SERVICES

La définition des services de l'écosystème recoupe les notions de valeur définies précédemment. On peut retrouver des fonctions qui relèvent de la valeur d'usage directe (alimentation, matières premières) et d'autres de la valeur d'usage indirecte. La valeur totale pouvant être approchée par la somme des différentes valeurs. Nous nous attacherons ici à essayer de décrire deux fonctions pour lesquelles nous possédons plus de données.

A) L'exploitation des produits non ligneux :

De nombreuses études ont été effectuées pour déterminer la valeur des massifs forestiers en prenant en compte l'ensemble des produits non ligneux exploitables (nourriture, plantes médicinales, etc.). Un article de Godoy (1993) fait le point sur cette question et développe une méthodologie adéquate pour traiter ce type de problèmes. Il recense 24 études et arrive à une valeur moyenne de 50 \$ par hectare et par an, tout en notant de nombreux problèmes d'évaluation :

- Les résultats montrent des divergences importantes qui ne s'expliquent pas par des différences économiques ou biologiques mais plutôt par des différences de méthode. Les chiffres varient dans une fourchette de 1 à 420 \$/ha/an.
- La tendance générale des articles est de s'intéresser à la faune ou à la flore mais rarement aux deux en même temps.
- Le problème de la soutenabilité de l'exploitation est peu traité.

Il propose à partir de là une méthodologie générale qui permettrait d'homogénéiser les résultats et de comparer les différentes études. La méthodologie à suivre va être brièvement développée :

La valeur des produits non ligneux est évaluée par la fonction suivante :

$$\sum Q_i (P_i - C_i) \text{ avec } i \text{ variant de } 0 \text{ à } n$$

C'est à dire les quantités (Q_i) que multiplient les prix (P_i) auxquels on retranche les coûts de production (C_i). Un indice de dépréciation doit être calculé en cas d'exploitation non soutenable.

Quantités : Il est nécessaire de s'accorder sur les quantités retenues, flux ou stocks ; une grande partie des stocks disponibles n'est en général pas exploité.

Le prix : le problème est qu'il n'existe généralement pas de marché, on peut alors déduire le prix à partir du nombre d'heures de travail ou en repérant un produit équivalent (ou substituable) présent sur un marché. Il est possible aussi de repérer le prix du bien lors d'échanges éventuels de ce bien avec d'autres qui possèdent un prix de marché.

Le coût de production : il faut intégrer le coût du matériel utilisé, le temps passé en forêt tout en étant prudent sur la valeur que l'on peut accorder au temps en fonction des sociétés étudiées.

Cette méthodologie, applicable dans le cas de la réserve faunistique de Cuyabeno, pourrait nous donner une approximation de la valeur de ce service. Peters, Gentry et Mendelsohn avancent le chiffre de 400 \$/ha/an pour la zone d'Iquitos au Pérou proche de la frontière équatorienne ; mais ces chiffres sont remis en cause par Godoy notamment (1993).

B) Usage récréatif et tourisme :

Cet autre service nous paraît intéressant dans le cadre de Cuyabeno qui constitue une aire protégée déjà ouverte au tourisme. La réserve faunistique a été créée en 1979 et s'étend depuis 1994 sur 603.380 hectares. Les données qui vont suivre ont été tirées des travaux sur l'écotourisme de Wunder Sven (1996). Le développement du tourisme dans la zone se fait des à partir de l'établissement de Nuevo Mundo, et, dès 1985, de Etnotur, Neotropico puis Transturi. Les lagunes et les plages de Cuyabeno sont un lieu d'excursion privilégié, ainsi que la partie sud du parc avec la mise en place de croisières sur le Flotel Orellana sur le rio Aguarico. Dès 1991, on compte près de 5.000 visiteurs par an. La situation se dégradera ensuite en raison des conflits frontaliers avec le Pérou.

En 1994, les dépenses touristiques ont été estimées à 4.024.466 \$ avec un prix par jour et par touriste qui oscille entre 48 et 150 \$. Les communautés indiennes de la réserve prennent part plus ou moins activement dans le développement du tourisme, les gains qu'ils en retirent ont été évalués comme suit :

TABLEAU N°4 : Les gains liés à l'écotourisme générés par les communautés indiennes de la réserve de Cuyabeno.

Ethnie	Communauté	Bénéfices(\$)
Cofane	Zabalo	49430
Siona-Secoya	Puerto Bolivar	38826
	San Pablo	14500
Quechua	Zancudo	32233
	Playas	32600
Total		167589

Source : Wunder (1996).

Si ces quelques chiffres ne donnent pas une estimation de la valeur de l'usage récréatif que représente cette zone, ils mettent en évidence néanmoins l'intérêt écotouristique du lieu et les bénéfices engendrés par cette activité. Le site de Cuyabeno présente de ce point de vue un intérêt certain de par sa localisation dans une des parties les plus riches de l'Amazonie, et par le caractère unique de certaines parties de la réserve comme les lagunes de Cuyabeno.

La méthodologie généralement employée pour valoriser ce type de service est celle dite des coûts de transport. Elle présente cependant certains inconvénients dans ce cas précis :

La plupart des touristes qui se rendent dans le parc sont des touristes étrangers, quel coût de transport adopter dans ce cas puisqu'il est évident que les motifs du voyage dépassent le cadre de la visite à Cuyabeno (de nombreux touristes sont attirés en Equateur par la présence des Galapagos et complètent leur voyage sur des destinations amazoniennes). Les limites de la méthode sont abordées chez Azqueta (1996).

C) Une tentative de valorisation globale de l'écosystème :

En l'absence de données plus précises sur le parc de Cuyabeno, des éléments de réflexion sur la valeur des services rendus par la forêt tropicale dans son ensemble ont été développés chez Costanza dans un article de 1997. Costanza recense ici un ensemble d'articles qui développent des méthodes de valorisation différentes, et dont certaines concernent directement l'Equateur. Nous nous intéresserons ici plus directement au cas de la forêt tropicale. Les résultats obtenus sont développés dans le tableau n°5.

TABLEAU N°5 : la valorisation de l'écosystème forestier.

Tropical Forest (1900 million ha)

2 Climate Regulation	Kramer et al. (1992)		Amazon	5240	1825/ha	\$141	\$141				
	Pearce et al. (1994)		Costa Ric	5100	3048/ha	\$250	\$250				
	Pearce et al. (1994)		Indonesia	2730	2740.5/ha	\$225	\$225				
	Krutilla 1991	marginal costs of r	Malaysia	7400	4200/ha	\$388	\$388				
	Kumari 1995	damage avoided c	Malaysia	7400	3253.51/ha	\$290	\$290				
	Pearce et al. (1994)		Malaysia	7400	1882/ha	\$153	\$153				
	Pearce et al. (1994)		Malaysia	7400	2449/ha	\$201	\$201				
	Pearce et al. (1994)		Mexico	7170	2025/ha	\$188	\$188				
	Pearce and Moran (1994)			4992	\$104/ha/yr	\$118	\$118				
	Pearce and Moran (1994)			4992	\$458/ha/yr	\$482	\$482				
	Adger et al. (1995)	Avoided Damage	Mexico	7170	\$78/ha/yr	\$88	\$88	\$88	\$482	\$223	
	3 Disturbance Regulator	Rutzenbeek 1989	TEV	Cameroon	2400	2	\$2	\$5	\$5	\$5	\$5
4 Water Regulation	Kumari 1995	effect on productio	Malaysia	7400	25	\$25	\$17				
	Adger et al. 1995	damage costs	Mexico	7170	0	\$0	\$0				
	Kramer et al. (1995)	Avoided Damage	Madagas	710	\$904/yr	\$0	\$1	\$0	\$17	\$8	
5 Water Supply	Kumari 1995	market price	Malaysia	7400	11	\$11	\$8	\$8	\$8	\$8	
6 Erosion control	Magrath and Arans 1989	TEV	Java	2730	5	\$5	\$10				
	Cruz et al. 1988	TEV	Philippine	2440	23	\$28	\$58				
	Chomitz and Kumari (1995)	Avoided Cost	Ecuador	4140	\$54/ha PV	\$4	\$5				
	Dixon and Hodgson (1992)	Lost income	Philippine	2440	\$17572000 PV	\$321	\$657				
	Chomitz and Kumari (1995)	Avoided Cost	Philippine	2440	\$234.588/ha PV	\$45	\$91				
	Chopra 1993	cost of restoration	India	1150	145	\$149	\$847	\$5	\$657	\$245	
7 Soil Formation	Pimental et al. 1996		global		10	\$10	\$10	\$10	\$10	\$10	
8 Nutrient Cycling	Chopra 1993	experimental data	India	1150	212	\$212	\$922	\$922	\$922	\$922	
9 Waste Treatment	Pimental et al. 1996		global		87	\$87	\$87	\$87	\$87	\$87	
13 Food	Kumari 1995	market price	Malaysia	7400	11	\$11	\$7				
	Lampietti and Dixon 1995	TEV	many	4992	75	\$75	\$75				
	Pinedo-Vasquez et al. (1992)	net revenue	Peru	3110	23	\$25	\$40				
	Lampietti and Dixon (1995)	Net and Gross inco	?	4992	\$1.18/ha/yr	\$6	\$6				
	Godoy et al. (1993)	Net income	Peru	3110	\$20/ha/yr	\$21	\$34	\$8	\$75	\$32	
14 Raw Materials	Adger et al. (1995)	Net Income	Mexico	7170	\$330/ha/yr	\$374	\$281				
	Pearce et al. (1994)		Costa Ric	5100	99	\$99	\$97				
	Chopra 1993	price of alternate t	India	1150	119	\$122	\$530				
	Pearce et al. (1994)		Indonesia	2730	127	\$127	\$232				
	Pearce et al. (1994)		Mexico	7170	82	\$82	\$43				
	Pinedo-Vasquez et al. (1992)	net revenue	Peru	3110	528	\$832	\$1,014				
	Godoy et al. (1993)	Net and Gross inco	Brazil	5240	\$179-230/ha/yr	\$225	\$214				
	Grimes, Loomis et al (1994)	Net Income	Ecuador	4140	\$2308/ha	\$122	\$147				
	Godoy et al. (1993)	Net and Gross inco	India	1150	\$213.5/ha/yr	\$233	\$1,010				
	Chomitz and Kumari (1995)	Net Income	India	1150	\$117.144/ha/yr	\$113	\$490				
	Godoy et al. (1993)	Net income	Indonesia	2730	\$53/ha/yr	\$83	\$118				
	Godoy et al. (1993)	Net income	Mexico	7170	\$118/ha/yr	\$139	\$97				
	Godoy et al. (1993)	CVM	Sri Lanka	2850	\$50/ha/yr	\$53	\$99				
	Lampietti and Dixon (1995)	Net and Gross inco	Various	4992	\$5-\$422/ha/yr	\$82	\$82	\$43	\$1,014	\$315	
15 Genetic Resources	Pearce et al. (1994)		Malaysia	7400	52	\$52	\$52				
	Pearce et al. (1994)		Mexico	7170	48	\$48	\$48				
	Adger et al. (1995)	option value	Mexico	7170	32	\$32	\$32				
	Pearce and Moran (1994)			4992	\$7/ha	\$1	\$1				
	Godoy et al. (1993)	Market Value	Belize	2178	\$38-188/ha/yr	\$112	\$112				
	Farnworth et al. (1983)	Market Value	U.S.	22130	\$1.5/ha/yr	\$8	\$8	\$1	\$112	\$41	
16 Recreation	Adger et al. (1995)	CS	Mexico	7170	\$0.35/ha/yr	\$0	\$0				
	Tobias and Mendelsohn 1991		Costa Ric	5100	52	\$57	\$55				
	Pearce et al. (1994)		Costa Ric	5100	209	\$214	\$210				
	Edwards (1991)	Hedonic demand	Galapago	4140	504	\$549	\$682				
	Chopra (1993)	secondary data on	India	1150	7	\$7	\$31				
	Brown and Henry (1993)		Kenya	1350	12	\$12	\$48				
	Kumari (1995)	market price	Malaysia	7400	21	\$21	\$14				
	Pearce et al. (1994)		Mexico	7170	8	\$8	\$8				
	Adger et al. (1995)	consumer surplus	Mexico	7170	1	\$1	\$1				
	Echeverria et al. (1995)	CVM	Costa Ric	5100	\$2380283/yr	\$251	\$246				
	Lampietti and Dixon (1995)	TCM	Costa Ric	5100	\$52/ha/yr	\$59	\$58				
	Lampietti and Dixon (1995)	TCM	Kenya	1350	\$12/yr	\$14	\$50				
	Kramer et al. (1992)	TCM	Madagas	710	\$174720/yr	\$19	\$135				
	Kramer et al. (1992)	RUM	Madagas	710	\$93800/yr	\$10	\$73				
	Kramer et al. (1992)	CVM	Madagas	710	\$253500/yr	\$28	\$198				
Lampietti and Dixon (1995)		Mexico	7170	\$8/ha/yr	\$9	\$8	\$0	\$882	\$112		
17 Cultural	Adger et al. (1995)	CVM	Mexico	7170	\$8.44/ha/yr(1/2)	\$4	\$3				
	Adger et al. (1995)	CVM	Mexico	7170	\$1.17/ha/yr(1/2)	\$1	\$0	\$1	\$3	\$2	
							Total	\$1.176	\$4.062	\$2.007	

SOURCE : COSTANZA, 1997.

13 des 17 services présentés antérieurement ont été pris en compte ici. Pour chaque service figurent les références des études, la méthode de valorisation utilisée, et le résultat obtenu. Pour chaque service, l'estimation la plus haute et la plus basse est mentionnée. Ces résultats sont convertis en \$1994 par hectare et par an. Costanza abouti à une valeur globale de 2.007 \$/ha/an (cette évaluation est un minimum).

De nombreuses limites, inhérentes aux méthodes employées (cf. partie III ch. 1) s'attachent à ce résultat (Costanza 1997, Aubertin et Vivien 1998, Boisvert et Vivien 1998) :

- Comment valoriser des écosystèmes d'où l'homme est absent ?
- Le consentement à payer est-il une bonne source d'évaluation quand les agents possèdent une connaissance incomplète de la question ?
- Les prix sur le marché sont-ils un reflet exact de la valeur des biens si le système est en état de surexploitation ?
- Peut-on additionner des estimations réalisées en équilibre partiel au niveau local pour déboucher sur une valeur globale ?

Malgré les nombreuses limites, la mise en avant de l'importance des services rendus par l'écosystème pourrait permettre de poursuivre et d'améliorer les travaux existants, et d'amener à une prise de conscience sur ce type de problèmes. C'est un des moyens pouvant amener à la prise en considération de la valeur réelle des écosystèmes au niveau des prises de décision.

2.3.) LA VALORISATION DE LA CONTAMINATION PETROLIERE

Comme nous l'avons vu précédemment, la contamination des sols et de l'eau par le pétrole est un des impacts majeurs générés par l'activité pétrolière sur le milieu et les populations. La méthode généralement employée pour traiter ce type de problème est celle des "coûts de récupération". Il s'agit ici d'évaluer la contamination et de définir ce qu'il en coûterait de décontaminer ces milieux.

Les coûts de récupération des dommages liés au déversement des produits toxiques de l'activité pétrolière dans l'environnement sont aujourd'hui bien connus. En 1993, une étude de la société Hbt Agra a évalué les coûts de décontamination des dommages provoqués par des fuites de pétrole pour les puits appartenant anciennement à la Maxus, en Amazonie équatorienne, ainsi que les coûts de récupération des piscines. L'étude présente les différentes méthodes de décontamination et les coûts associés à chacune d'entre elle et porte sur 203 puits. Dans le cas de Cuyabeno, un programme de bioremédiation a été mis en place en association avec l'université catholique de Quito. Cette technique est testée actuellement sur le puits Cuyabeno 9.

La méthode diffère selon que l'on a affaire à une fuite ou à la récupération d'une piscine de production. Les coûts sont donnés en \$ 1993 sauf pour le cas de la bioremédiation de l'université catholique où les prix sont donnés en \$ 1998. Nous passerons rapidement sur la description des méthodes et leur coût respectif, toute cette information est détaillée en Annexe (cf. Annexe III).

PHOTO N°12 : affleurement de pétrole dû à une piscine mal recouverte.



PHOTO N°13 : projet de bio-remédiation de l'université catholique, sur le puits Cuvabeno 9.



2.3.1.) RECUPERATION DES ESPACES CONTAMINES

Différentes méthodes sont possibles,

- Laisser la matière en place (quand le volume affecté est inférieur à 2,5 mètres cube).
- Landfarm : traitement sur place, quand la profondeur de contamination est inférieure à 20 centimètres. Le coût estimé est alors de 15 \$ par mètre cube.
- Landsread : traitement sur place, pour une contamination plus profonde. Le coût est estimé à 20 \$ par mètre cube.
- Bioremédiation : les coûts avancés par l'université catholique sont d'environ 19 \$ par mètre cube (\$ 1998).

Pour l'étude des puits de la Maxus, 131 sites ont été analysés. Dans 41 cas, la contamination s'était étendue à l'extérieur de la plate-forme et avait affecté des surfaces plus larges notamment des cours d'eau (18 cas sur 41). Le volume de terrain affecté est estimé à 8.160 m³. Le coût de récupération a été évalué à 431.000 \$. Pour comparaison, le site de Cuyabeno comporte 22 puits.

2.3.2.) RECUPERATION DES PISCINES

Dans le cas des piscines, des travaux plus importants sont nécessaires, les méthodes employées sont les suivantes :

Récupération des produits libres :

- Récupération et recyclage du pétrole : 15 \$ par m³.
- Asphalt incorporation : 44 \$ par m³.

Récupération des déchets solides :

- Mix-Bury-Cover.
- Landsread et traitement sur le site : 23 \$ par m³.
- Landsread et traitement en dehors du site : 40 \$ par m³.

L'étude a été réalisée sur près de 203 puits. Le coût total de récupération est estimé à 4.455.000 de \$. Cette méthode est facilement applicable dans le cas de Cuyabeno ou de nombreux cas de contamination du sol et de l'eau, ainsi que des problèmes de piscines anciennes mal recouvertes ont été signalés précédemment.

Cette méthode des coûts de récupération s'applique aussi pour d'autres types de polluants, comme les gaz, à savoir : qu'est ce qu'il en coûterait récupérer la qualité de l'air par des procédés technologiques.

2.4.) L'IMPACT SUR LA FAUNE

2.4.1.) L'IMPACT GLOBAL SUR LA FAUNE

Il est très difficile de mesurer l'impact que peut avoir l'activité pétrolière sur la faune. D'une part parce que ces impacts sont provoqués par des causes nombreuses (réduction de l'habitat, contamination, bruit, etc.), et d'autre part parce toutes ces causes ne sont pas imputables à l'activité pétrolière. Malgré la très grande richesse faunistique de cette zone, très peu d'études ont été entreprises pour mesurer les conséquences de cette activité. Pour aborder le problème, nous nous baserons sur des travaux de Christopher Canaday.

Une première étude effectuée en 1991 mesure les impacts de la déforestation sur les populations d'oiseaux au nord de Tarapoa, tout près des installations pétrolières de Cuyabeno. L'avifaune présente de ce point de vue plusieurs avantages : c'est une des parties de la faune la mieux connue au niveau scientifique, très diversifiée, et qui se révèle être facilement observable. Il semble que les populations d'oiseaux puissent constituer un des indicateurs les plus fiables pour mesurer l'impact global de l'installation humaine sur la faune. L'étude se base sur des comparaisons entre des sites situés à des distances variables de la route, en forêt primaire, secondaire, en forêt proche d'une zone éclaircie et au sein des plantations de café. Les résultats sur le nombre d'espèces rencontrées sont les suivants (Canaday 1991 et 1996) :

Forêt primaire :	115
Forêt secondaire :	105
Forêt de bordure :	95
Plantation :	55

Parmi les 115 espèces de forêt primaire, 53 d'entre elles n'étaient présentes que sur les sites de forêt primaire et ne se retrouvaient pas dans les zones de forêt dégradée. Ces résultats mettent en avant la fragilité de certaines espèces qui seraient le plus à même de disparaître devant l'occupation humaine, les espèces les plus fragiles faisant partie de la famille des insectivores. Aucun cas de disparition d'espèce n'est pour l'instant recensé dans la littérature concernant cette zone.

Un travail plus récent a été réalisé aux abords de la nouvelle route construite par la Maxus et présente l'avantage de ne prendre en compte que des impacts directement causés par l'activité pétrolière (Canaday, en préparation, communication personnelle). Les résultats présentent des similitudes, les espèces les plus touchées sont les insectivores, plus fragiles aux modifications du milieu. Certaines espèces d'insectivores, du simple fait de l'existence d'une route, ne s'observent plus que plusieurs kilomètres à l'intérieur de la forêt.

Ces travaux peuvent nous donner quelques éléments de réflexion sur les impacts de l'activité pétrolière sur la faune, la valorisation de ces impacts pose d'autres problèmes.

2.4.2.) QUELLE VALORISATION ?

Les données sur la faune, en dehors des quelques travaux présentés, sont relativement pauvres dans le cas de Cuyabeno. Quand bien même nous disposerions d'études détaillées, la valorisation de ce type de ressource se heurte à de nombreux obstacles. Ainsi, la valorisation de la disparition d'une espèce, en tant qu'élément de la biodiversité non reproductible par l'homme, reste impossible. Les tentatives de valorisation se tournent vers des questions concernant la baisse d'utilité qu'engendre une modification dans les conditions du milieu, à savoir la raréfaction d'une espèce utilisée par l'homme. De nombreux travaux portent aussi sur la valorisation d'espèces présentes dans les parcs nationaux (lions, éléphants) et contribuant à l'utilité globale des touristes. La valeur dépend à nouveau du point de vue des agents dont la connaissance sur le milieu reste limitée, ce qui confine à l'arbitraire : "Les espèces charismatiques ou à grande charge émotionnelle seront valorisées davantage que les espèces plus discrètes ou moins attirantes, qui peuvent jouer pourtant un rôle plus important dans la dynamique ou le maintien des écosystèmes" (Boisvert, Vivien 1998).

2.5.) VALORISATION DE LA SANTE HUMAINE

Les activités pétrolières ont des impacts important sur la santé humaine. On a vu qu'on pouvait valoriser en partie des impacts au travers du coût de récupération. Il s'agit ici de valoriser des effets indirects par les conséquences sur le bien-être de la population. Cette méthode s'utilise par exemple pour valoriser les effets d'une pollution sur les cultures (baisse des rendements) ou sur la santé. Elle se base sur l'établissement de relations dose-réponse déjà évoquées précédemment.

2.5.1.) LES IMPACTS SUR LA SANTE A CUYABENO

Le premier point consiste à évaluer les conséquences sur la santé de l'activité pétrolière. Pour ce faire, des visites ont été effectuées dans les différents centres de santé de la zone.

A) Incidence des pathologies dans la zone d'étude :

Les tableaux qui suivent nous donnent les maladies les plus fréquemment rencontrées dans la région, les choix ont porté sur le centre de santé de Cuyabeno et celui de Tarapoa.

TABLEAU N°6 : Incidence des pathologies pour Tarapoa de novembre 1997 à février 1998.

Pathologie	Nov.		Déc.		Jan.		Fév.		Total	
	Nb cas	%								
Maladies respiratoires	25	18,5	79	33,6	168	49,1	41	20,8	313	34,4
Parasitoses	41	30,4	61	26,0	63	18,4	30	15,2	195	21,5
Maladies dermatologiques	12	8,9	21	8,9	35	10,2	37	18,8	105	11,6
Paludisme	18	13,3	16	6,8	20	5,8	36	18,3	90	9,9
Maladies digestives	9	6,7	20	8,5	17	5,0	11	5,6	57	6,3
Autres	30	22,2	38	16,2	39	11,4	42	21,3	149	16,4
Total des cas	135		235		342		197		909	

Source : centre de santé de Tarapoa.

TABLEAU N°7 : Incidence des pathologies pour Cuyabeno, mois de mai 1998.

Pathologie	Nb cas	%
Maladies respiratoires	62	30,0
Maladies dermatologiques	33	15,9
Digestives	30	14,5
Parasitoses	13	6,3
Autres	69	33,3
Total	207	

Source : centre de santé du campement Cuyabeno.

PHOTO N°14 : contamination d'une rivière, puits Cuyabeno 1.



Ces pathologies sont à mettre en relation avec les conséquences des activités pétrolières décrites dans les chapitres précédents.

La pathologie la plus fréquente est celle des maladies respiratoires. La cause principale en est les nuages de poussière soulevés par le passage des véhicules sur la route atteignant les populations riveraines de la route. Une deuxième cause peut être trouvée dans la contamination atmosphérique aux abords des installations pétrolières engendrée par les brûleurs de gaz qui fonctionnent de manière incessante.

Les maladies dermatologiques ont un rapport direct avec l'activité puisqu'elles sont causées en partie par la contamination des eaux. L'entretien des routes par application de pétrole provoque aussi des problèmes de peau sur une frange de la population qui marche pieds nus.

Les maladies digestives sont aussi liées de près à la contamination des eaux.

B) Les pathologies directement imputables à l'activité pétrolière :

Le problème est maintenant de déterminer la part de ces maladies qui sont la conséquence directe de l'activité pétrolière. La technique employée est la comparaison de la zone d'étude avec une zone aux caractéristiques similaires mais exempt de pétrole. La ville de référence pour ce faire est généralement Banos. Le différentiel nous donne l'impact sur la santé de l'activité pétrolière.

2.5.2.) VALORISATION DES IMPACTS

A) Coûts de traitement :

Il faut d'abord évaluer ce que coûte le traitement de la maladie. On intègre donc le coût de la consultation auquel on ajoute les frais d'hospitalisation sur la base des prix pratiqués dans les centres de santé de la région.

B) Jours de travail perdus et jours d'activité restreinte :

On prend ensuite en compte les coûts indirects de l'immobilisation de la personne : les jours de travail perdus sont généralement valorisés sur la base du salaire de la personne qui, dans la théorie microéconomique, est le reflet de la productivité marginale. On considère de plus que la personne malade va se trouver en situation de faiblesse durant quelques jours et qu'elle ne pourra pas développer une activité normale. On valorise cet élément en calculant la perte de productivité durant les jours d'activité restreinte. Le taux appliqué peut être comme le suggère Ostro, Rowe et Chesnut, de 40 à 50 % de la productivité normale (Azqueta 1996).

C) Les limites de l'analyse :

Cette méthodologie connaît cependant quelques limites :

- Il est difficile d'évaluer le nombre de personnes effectivement concernées puisqu'une partie de la population atteinte ne fait pas la démarche de se présenter aux centres de santé. Des enquêtes peuvent être effectuées auprès des médecins pour estimer le taux de fréquentation de ces centres.
- L'hypothèse avancée que le salaire est un bon reflet de la productivité marginale est largement critiquable. L'utilisation même de la notion de salaire peut être remise en question dans les conditions socio-économiques de la zone.

L'ensemble de la méthode est décrit chez Azqueta (1996).

Conclusion : les limites de l'exercice

La plupart de ces méthodes repose sur des concepts développés dans la théorie néoclassique : elles reposent sur la perception d'agents qu'il est difficile de supposer rationnels et possédant une bonne information sur la question. La valeur économique des biens n'est pas recherchée, la question est d'évaluer les coûts et avantages pour les agents d'une modification de leur environnement. On peut s'interroger ici sur la crédibilité d'un calcul à la marge concernant des biens environnementaux quand on connaît la complexité que requiert l'isolement d'une caractéristique de l'écosystème. La présence d'incertitude, d'irréversibilité et de biens uniques rendent les applications difficiles.

La valeur que l'on accorde à l'environnement implique des jugements éthiques qui se retrouvent dans la définition des différentes valeurs déjà exposées. Elle dépasse largement le cadre restreint de la science économique. On peut s'interroger dans ce cadre sur la rationalité des agents évoquée dans la théorie néoclassique. Des études réalisées ont mis en évidence les limites de cette hypothèse : des "comportements renvoient à l'idée qu'il y a des choses et des êtres qui ne sont pas spontanément considérés comme des marchandises, ce qui pose le problème de la définition et de l'acceptation des règles du jeu de l'évaluation économique" (Boisvert, Vivien 1998).

L'évaluation économique et la valorisation possèdent des limites importantes et ne peuvent s'appliquer que dans un cadre strict. Le cadre dans lequel évolue ces méthodes reste dépendant des limites fixées par l'écologie et ne peut s'intéresser qu'à un processus de choix entre des alternatives soutenables. Le problème peut provenir de l'extrapolation de ces méthodes et du poids trop important qu'on voudrait leur donner. Il est vrai néanmoins que ces techniques constituent des outils non négligeables pour la décision, même s'ils sont imparfaits, et même s'ils doivent être complétés et jaugés avec prudence. Ils présentent l'avantage d'être pratiques, et peuvent jouer leur rôle au niveau de la préservation des ressources naturelles.

Une telle entreprise dans le cadre de Cuyabeno pourrait donner à réfléchir sur la viabilité du système pétrolier : d'une part en estimant les coûts réels sur le milieu et les populations d'une telle activité, d'autre part en mettant en avant les possibilités qu'offre la préservation des écosystèmes comme alternative à terme pour l'Amazonie équatorienne.

CONCLUSION GENERALE :

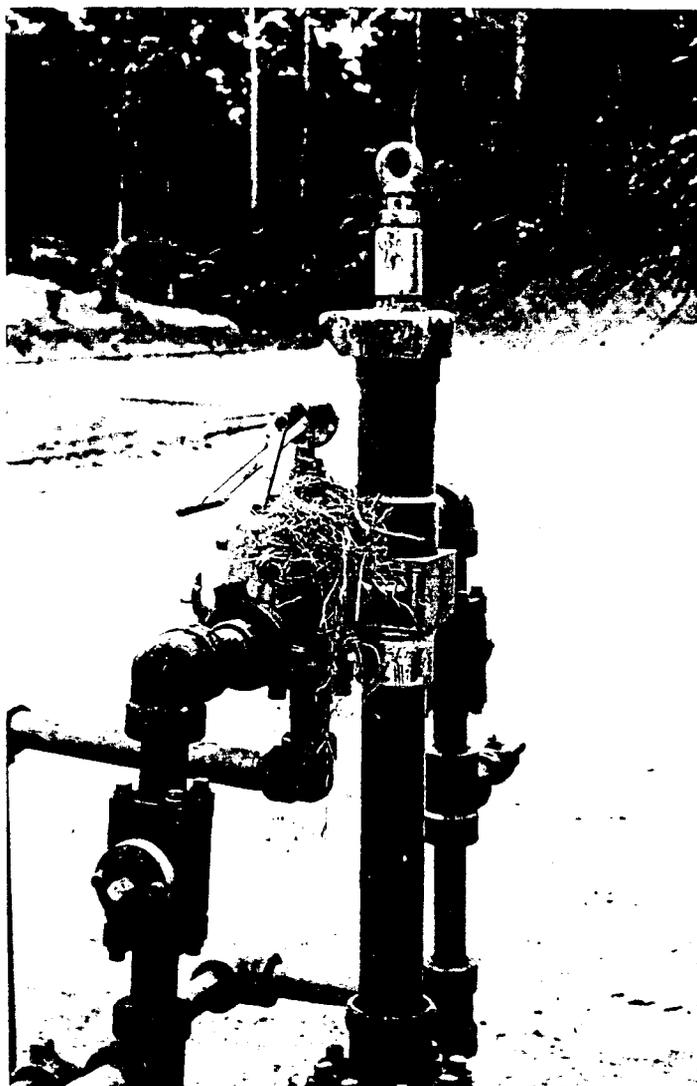
Les incidences de l'activité pétrolière sont multiples dans le cas de Cuyabeno. Ces impacts sont le plus souvent dus à des problèmes de défaillance humaine et aux infrastructures vieillissantes. Cette situation marque le peu d'intérêt généralement accordé à l'environnement qui a longtemps été considéré comme un réceptacle peu coûteux des activités humaines. Ce constat est d'autant plus tragique dans le cadre de Cuyabeno qui représente un site unique sur le plan de la diversité biologique, et le territoire de populations indiennes oubliées par les politiques de développement.

Face au développement et à la prise de conscience des problèmes qui touchent l'environnement, des mesures en faveur de la préservation du milieu semblent se mettre en place, mais leur introduction est lente. Cette tendance marque plus pour l'instant une attention symbolique qu'une réelle volonté politique et cela se traduit notamment par la faiblesse des moyens mis en œuvre.

Dans ce cadre, les tentatives de valorisation des biens environnementaux peuvent apparaître comme un moyen d'évaluer des ressources longtemps oubliées par la théorie économique, et de pallier la dégradation de l'environnement. Ces méthodologies ouvrent des espaces nouveaux de réflexion pour la préservation des écosystèmes et leur intégration dans les processus de décision.

Elles souffrent cependant de nombreuses limites théoriques et pratiques et restent extrêmement controversées. Elles constituent néanmoins une avancée certaine sur la question des problèmes environnementaux, si elles sont interprétées dans leurs strictes limites. Une telle approche dans le cas de Cuyabeno peut permettre de mettre en avant les coûts réels d'une activité fortement dommageable au niveau environnemental et social, et favoriser la recherche d'alternatives viables, pour l'Equateur, à une exploitation pétrolière aux perspectives limitées.

La préservation de la réserve faunistique de Cuyabeno, en tenant compte des éléments exposés, et dans le respect des populations indiennes qui la composent, apparaît ici comme une alternative viable à terme.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) DONNEES GENERALES

1.1.) ACTIVITE PETROLIERE :

- ACCION ECOLOGICA, (1994)
 "Amazonia por la vida : una guía ambiental para la defensa del territorio amazónico amenazado por las petroleras"
Regroupement d'articles, Accion ecologica, Quito, 213p.
- ANDRABE NOBOA JORGE, (1998)
 "Ley y petróleo, 26 años de legislación"
Petróleo y sociedad n°8, CETAPE, Quito, pp 83-138.
- CARRERA P., HERRERA M., HERNÁNDEZ A., (1987)
 "Diagnostico de la situación ambiental de los campos petroleros de la región amazónica del Ecuador"
Ministerio de Energías y Minas, Quito, 32 p.
- DELANNOY, (1998)
 "Les nouveaux conquistadors"
Géo, pp 16-32.
- ESEN CIA. LTDA. ET AMBIENTEC, (1991)
 "Plan integral de manejo ambiental de la actividad hidrocarburifera", vol V, tome 2.
Petroecuador, Quito, 109 p.
- GRYLLS CLIVE, (1992)
 "Environmental hooliganism in Ecuador : a study of the environmental, social and cultural effects of the oil operations in the ecuadorian oriente"
Framtiden I Vare Hender, Norway, 64 p.
- IUCN, (1991)
 "Oil exploration in the tropics : guidelines for environmental protection"
Washington, 29 p.
- KIMERLING JUDITH, (1991)
 "Amazon Crude"
Natural Ressource Defense Council, ed Hennisker, 105 p.
- KIMERLING JUDITH, FCUNAE, (1993)
 "Crudo Amazónico"
ABYA-YALA, Quito, 152 p.
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, (1995)
 "Reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburiferas en el Ecuador"
Subsecretaria de medio ambiente, Quito, 83 p.
- NARVAEZ Q. IVAN, (1998)
 "Manejo sustentable de recursos naturales en la región amazónica : la protección ambiental en la industria hidrocarburifera"
Petróleo y sociedad n°8, CETAPE, Quito, pp 139-197.
- NARVAEZ Q. IVAN, (1997)
 "El Ecuador de Texaco"
Ecopolemica n°1, UPA Petroecuador, Quito, 10p.
- PETROECUADOR, (1996)
 "Hitos de la industria petrolera : 1972-1996"
Petroecuador, Quito, 65 p.
- SEGOVIA ALBERTO, (1997)
 "Los impactos de nuestro petróleo"
Ecopolemica n°1, UPA Petroecuador, Quito, 4p.
- SIERRA ENRIQUE, (1998)
 "Incidencia del petróleo en la economía nacional"
Petróleo y sociedad n°8, CETAPE, Quito, pp 13-59.
- VERGNON DOMINIQUE, (1998)
 "Le pétrole en Equateur"
Notes des postes d'expansion économique, Quito, 29 p.

1.2.) AMAZONIE EQUATORIENNE :

- BENAVIDES, VAREA, PACHECO, (1988)
 "Efectos de la deforestación y costos económicos : parque Yasuni", *Quito, 10 p.*
- BRACK EGG ANTONIO Y RECK GÜNTER, (1991)
 "Identificación de las posibilidades de protección sostenida de áreas protegidas y reservas forestales en la provincia de Sucumbios (Ecuador) con énfasis en la reserva de producción faunística de Cuyabeno"
Profors. INEFAN/GTZ, Quito, 165 p.
- GRAVELÍN BLANDINE, (1988)
 "Les effets du pétrole sur l'organisation socio-spatiale en Amazonie équatorienne"
Thèse de doctorat, Université de Paris III et IHEAL.
- JAMES D. NATIONS, (1988)
 "Road construction and oil production in Yasuni national park"
Fundación natura, Quito, 21 p.
- LOPEZ, PAZ y MINO, (1991)
 "Diagnostico socioeconomico y condiciones de manejo de la reserva de produccion faunistica Cuyabeno"
ed CEPP, Fundacion natura, Quito, 109p.
- PERRIER LAETITIA, (1996)
 "Le Nororiente équatorien : maturation d'un front pionnier en milieu amazonien"
Mémoire de maîtrise de géographie tropicale, Université de Paris I, 250 p.
- PETROECUADOR
 Estudio sobre los pozos de Ishpingo 1, Ishpingo 2 y Tambococha (parque nacional Yasuni), y Sábalo, Paujil e Imuya (Reserva de Producción faunística Cuyabeno).
 • Estudio de vegetación, pp 132-295.
 • Fauna, pp 296-497.
 • Componente socioeconómico cultural, pp 567-674.
- PROFORS/INEFAN/GTZ, (1993)
 "Diagnostico socioeconómico de la provincia de Sucumbios"
Quito, 292 p.
- RIVAL LAURA, (1997)
 "Marginality with a difference, or how the huaorani preserve their sharing relations and naturalize outside powers"
University of Kent, 16 p.
- SOURDAT, CUSTODE, (1977)
 "reconocimiento morfográfico y edafológico de la amazonia ecuatoriana nororiental"
ORSTOM-PRONAREG, Quito.
- SOURDAT, CUSTODE, (1979)
 "Suelos del nororiente, características físico-químicas y su fertilidad"
FONAPRE, Quito.
- TAMARIZ M. E., (1986)
 "Diagnostico socioeconómico de los asentamientos de colonos e indigenas en la reserva faunistica del rio Cuyabeno"
Instituto de estudios ecuatorianos, Quito, 91p.

2) METHODES DE VALORISATION ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

2.1.) REFERENCES GENERALES :

- ADGER, BROWN, CERVIGNI, MORAN, (1995)
 "Total economic value of forests in Mexico"
Ambio vol. 24 n°5, Royal swedish academy of sciences, pp 287-297.
- ALBERS, FISHER, HANEMANN, (1996)
 "Valuation and management of tropical forests"
Environmental and Resource Economics n°8, Netherlands, pp 39-61.
- ARCE RUIZ ROSA, (1997)
 "La evaluación de impactos ambientales"
cours, 54 p.
- AUBERTIN, VIVIEN, (1998)
 "Les enjeux de la biodiversité"
Economica, Paris, 112p.
- AYLWARD, BARBIER, (1992)
 "Valuing environmental functions in developing countries"
Biodiversity and Conservation 1, pp 34-50.
- AZQUETA OYARZUN DIEGO, (1996)
 "Valoración económica de la calidad ambiental"
McGraw-Hill, Madrid, 299p.
- BOISVERT, VIVIEN, (1998)
 "Un prix pour la biodiversité. L'évaluation économique entre différentes légitimités"
Nature, sciences, sociétés, vol. 6, n°2, pp 7-16.
- BRIDIER, MICHAÏLOF (1995)
 "Guide pratique d'analyse de projets : évaluation et choix des projets d'investissements"
Economica, 5ème édition, Paris, 340p.
- CASTELLANO, GONZALEZ, RABADE, SAN MIGUEL, (1995)
 "Valoración económica integral de los ecosistemas forestales :
 aplicación a la comunidad de Madrid"
Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo, Tragsatec, Madrid, 14p.
- COSTANZA
 "Valuation of ecological systems"
Frontiers in ecological economic, pp 93-95.
- COSTANZA et autres, (1997),
 "The value of the world's ecosystem services and natural capital"
Nature 387, pp 253-260 - notes, 34p.
- DECAESTECKER, ROTILLON (1993)
 "Regards sur l'économie de l'environnement"
Economie prospective internationale, dans Problèmes économiques n°2364.
- DOMINGO GÓMEZ OREA, (1994)
 "Evaluación de impacto ambiental", 2eme édition,
Editorial Agrícola Española S.A. : , 260 p.
- FAUCHEUX, NOËL, (1995)
 "Economie des ressources naturelles et de l'environnement"
Armand Colin, Paris, 370p.
- KRAMER, MUNASHINGUE, SHARMA, MERCER, SHYAMSUNDAR, (1994)
 "Valuing a protected tropical forest : a case study in Madagascar"
 in Munasinghe and McNeely, "Protected area economics and policy - linking conservation
 and sustainable development"
World Bank/IUCN, Washington, pp 191-203.
- GODOY RICARDO, KAMALJIT S. BAWA, (1993)
 "The economic value and sustainable harvest of plants and animals from the tropical forest :
 assumptions, hypotheses, and methods"
Economic Botany n°47(3), pp 215-219.
- GODOY RICARDO, RUBEN LUBOWSKY, ANIL MARKANDAYA, (1993)
 "A method for the economic valuation of non-timber tropical forest products"
Economic Botany n°47(3), pp 220-233.

- HALL PAMELA AND KAMALJIT BAWA, (1993)
 "Method to asses the impact of extraction of non-timber tropical forest products and plant populations"
Economic Botany n°47(3), pp 234-247.
- MUNASINGHE, MCNEELY, (1995)
 "Protected area economics and policy-linking conservation and sustainable development : Annexes"
World Bank IUCN, Washington, pp 36-44.
- PASSET, (1996)
 "L'économique et le vivant"
Economica, 2ème édition, Paris, 291p.
- SCOTT, BILYARD;LINK, ..., (1995)
 "Valuation of Ecological Resources"
U.S Department of Energy, Washington, 31p.
- WEBER, (1995)
 "Gestion des ressources renouvelables : fondements théoriques"
CIRAD Green, 21p.

2.2.) TECHNIQUES DE VALORISATION APPLIQUEES A L'AMAZONIE :

- ARIOS ACOSTA JORGE, (1994)
 "Elements for calculating the value of biological diversity losses : the case of oil exploitation at Cuyabeno reserve in the amazonian region"
 in Munasinghe and McNeely, "Protected area economics and policy - linking conservation and sustainable development"
World Bank IUCN, Washington, pp 205-219.
- CANADAY C., RIVADENEYRA G., (en prep.)
 "Terrestrial insectivorous birds in retreat : initial effects of a petroleum operation in Amazonia"
- CANADAY C., JOST L., (1997)
 "Common birds of amazonian Ecuador : a guide for the wide-eyed ecotourist (with special reference to the Cuyabeno Reserve)"
Parques naturales y conservación ambiental n°6, ed Libri Mundi, Quito, 132p.
- CANADAY C., (1996)
 "Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia"
Biological conservation 77, pp 63-77.
- CANADAY C., (1991)
 "Effects of encroachment by industry and agriculture on amazonian forest birds in the Cuyabeno Reserve, Ecuador"
Masters Thesis, University of Florida, Gainesville.
- MENDELSON, BENETT ..., (1994)
 "Valuing the rainforest : the economic value of nontimber forest products in Ecuador"
Ambio vol. 23 n°7, Royal swedish academy of sciences, pp 405-410.
- PETERS, GENTRY, MENDELSON, (1989)
 "Valuation of an amazonian rainforest"
Nature 339, pp 655-656.
- SEDJO A. ROGER, (1985)
 "Deforestation and the value of biological diversity", 17 p.
- THE ECONOMIST, (1998)
 "The vanishing jungle : ecologists make friends with economists", 4p.
- VOGT CHARLES, (1990)
 "Impactos en la Biota (Flora y Fauna)"
Séminaire pétroproducción, Quito.
- WUNDER SVEN, (1996)
 "Ecoturismo, ingresos locales y conservación, el caso de Cuyabeno, Ecuador"
IUCN, 97 p.

2.3.) ETUDES D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES PUITTS PETROLIERS

CORPOCONSUL, (1997)

"Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del pozo Cononaco 26"
Tome I et II, Petroecuador, Quito, 133 p.

FRANCO RIOS CONSULTORES, (1995)

"Estudio de impacto ambiental del pozo Sansahuari 10 : informe preliminar" *Petroecuador, Quito, 81 p.*

FRANCO RIOS CONSULTORES, (1995)

"Plan de manejo ambiental del pozo Sansahuari 10 : informe preliminar"
Petroecuador, Quito, 61 p.

HBT AGRA, (1993)

"Environmental audit and assessment of the Petroecuador-Texaco consortium oil fields until
june 30 1990, Volume II : Environmental management plan"
Calgary, Alberta.

PLANISOC CIA. LTDA., (1994)

"Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del area de influencia del pozo
Cuyabeno 21"
Petroecuador, Quito, 216 p.

3) JOURNAUX :

EL COMERCIO : articles divers.

4) CARTES :

UNOCAL, (1986)

"Photo satellite du Nororient Equatorien"
Echelle 1 250.000, LANDSAT-5 MSS.

ORSTOM/PRONAREG, (1983)

"Provincia del Napo, mapa morfo edafologico"
Echelle 1 500.000, Instituto Geografico Militar, Quito.

PETROPRODUCCION, (1995)

"Mapa de ubicación de las lineas sismicas, n° 36NE"
Echelle 1 50.000, Subgerencia de exploracion y desarrollo : Geofisica, Quito.

PETROPRODUCCION, (1995)

"Mapa de ubicación de las lineas sismicas, n°26SE"
Echelle 1 50.000, Subgerencia de exploracion y desarrollo, Quito.

PETROPRODUCCION, (1998)

"Mapa vial distrito amazonico"
Echelle 1 200.000, Dpto de ingeniera civil : Topografia y Geodesia, Lago Agrio.

PROFORS, INEFAN, GTZ, (1993)

"Mapa del nororient del Ecuador : situacion legal de las tierras"
Echelle 1 250.000, Instituto Geografico Militar, Quito.

Une mention toute particulière pourra être accordée aussi au dictionnaire Larousse (Espagnol-Français) et Robert&Collins (Anglais-Espagnol), ainsi qu'à mon fidèle "40 leçons en Espagnol", partenaire des jours difficiles.

LISTE DES TABLEAUX

PARTIE I : DESCRIPTION DU MILIEU

- Tableau n°1** : Températures moyennes par mois pour la région est de l'Amazonie équatorienne, à partir des séries 1985-1994.
- Tableau n°2** : Physionomie et répartition de la végétation, réserve de Cuyabeno.
- Tableau n°3** : Répartition des communautés indigènes de la réserve de Cuyabeno.
- Tableau n°4** : Population : sexe et répartition par parroquias, 1982.
- Tableau n°5** : Population : sexe et répartition par parroquias, 1990.
- Tableau n°6** : Types de cultures pratiqués.
- Tableau n°7** : Utilisation des sols dans les fincas de Cuyabeno, 1990.
- Tableau n°8** : Répartition des cultures par fincas et destination des produits.
- Tableau n°9** : Rendements des différents types de cultures.

PARTIE II : L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'ACTIVITE PETROLIERE

- TABLEAU N°1** : Description de l'ensemble des lignes sismiques répertoriées pour la zone de référence, par campagne, de 1978 à 1995 : longueur et nombre d'explosifs.
- TABLEAU N°2** : Surface déforestée pour la construction d'héliports.
- TABLEAU N°3** : Nombre et poids des charges d'explosif utilisées pour les différentes campagnes de sismique.
- TABLEAU N°4** : Dates de mise en service des puits de Cuyabeno, 1972-1998.
- TABLEAU N°5** : Les chiffres de la production.
- TABLEAU N°6** : Les dernières catastrophes pétrolières recensées à Cuyabeno.

PARTIE III : LA VALORISATION DE L'ENVIRONNEMENT

- TABLEAU N°1** : Classification du concept de valeur économique totale pour la gestion durable des ressources forestières.
- TABLEAU N°2** : Récapitulatif des chiffres de la déforestation pétrolière.
- TABLEAU N°3** : Les services et fonctions de l'écosystème.
- TABLEAU N°4** : Les gains liés à l'écotourisme générés par les communautés indiennes de la réserve de Cuyabeno.
- TABLEAU N°5** : la valorisation de l'écosystème forestier.
- TABLEAU N°6** : Incidence des pathologies pour Tarapoa, de novembre 1997 à février 1998.
- TABLEAU N°7** : Incidence des pathologies pour Cuyabeno, mois de mai 1998.

LISTE DES CARTES

PARTIE I : DESCRIPTION DU MILIEU

- Carte n°1 : Réserve faunistique de Cuyabeno.
- Carte n°2 : Carte de zonification morfoécologique.
- Carte n°3 : Carte morfoédafologique de la province du Napo.
- Carte n°4 : Système lacustre et cours d'eaux de Cuyabeno.
- Carte n°5 : Territoires indigènes.
- Carte n°6 : Principaux flux de migration vers l'Amazonie.

PARTIE II : LES IMPACTS DE L'ACTIVITE PETROLIERE

- Carte n°1 : Emplacement des lignes sismiques.
- Carte n°2 : Localisation des puits de Cuyabeno.
- Carte n°3 : Schéma d'une plate-forme de perforation type.
- Carte n°4 : Carte des infrastructures routières.
- Carte n°5 : Le processus de colonisation.
- Carte n°6 : Schéma du réseau d'oléoducs secondaires.
- Carte n°7 : Plan de la station de production de Cuyabeno.

LISTE DES GRAPHIQUES

PARTIE I : DESCRIPTION DU MILIEU

- Graphique n°1 : Analyse harmonique des précipitations pour la période 1985-1994.
- Graphique n°2 : Répartition des populations indigènes de la réserve de Cuyabeno.

LISTE DES PHOTOS

PARTIE I : DESCRIPTION DU MILIEU

PHOTO N°1 : végétation de zone inondée, lagunes de Cuyabeno.

PHOTO N°2 : achat et vente de café au marché d'Agua Negra.

PARTIE II : LES IMPACTS DE L'ACTIVITE PETROLIERE

PHOTO N°3 : pancarte de bienvenue au campement de Lago Agrio.

PHOTO N°4 : piscine de pétrole à Cuyabeno.

PHOTO N°5 : habitation de colons près d'une piscine de pétrole.

PHOTO N°6 : formation de talus et mise en place de drainages artificiels.

PHOTO N°7 : réseau d'oléoducs secondaires.

PHOTO N°8 : "mecheros" de gaz fonctionnant la nuit.

PHOTO N°9 : collecte d'insectes sous les brûleurs de gaz.

PHOTO N°10 : rupture d'un oléoduc secondaire.

PHOTO N°11 : contamination fréquente sur une plate-forme.

PARTIE III : LA VALORISATION DE L'ENVIRONNEMENT

PHOTO N°12 : affleurement de pétrole dû à une piscine mal recouverte.

PHOTO N°13 : projet de bio-remédiation de l'université catholique, sur le puits Cuyabeno 9.

PHOTO N°14 : contamination d'une rivière, puits Cuyabeno 1.

PHOTO N°15 : une touche d'espoir.

LISTE DES ORGANISMES ET INSTITUTIONS VISITEES

Quito

INEFAN
Institut Géographique Militaire (IGM)
Ministère de l'Energie et des Mines (MEM)
Ministère de l'Environnement
Petroproduccion
PROFORS
Projet PETRAMAZ de la communauté européenne
Unité de Protection Environnementale de PetroEcuador (UPA)
Université catholique (PUCE)

Lago Agrio

CODESO
Fonds Equatorien pour le Progrès des Peuples (FEPP)
INEFAN
PROFORS
Unité de Protection Environnementale (UPA)
Vivero de Petroproduccion

Guarumo

Ingénierie Civile, service des archives
Unité de Protection Environnementale (UPA)
Vivero de Petroproduccion

Tarapoa, Aguas Negras

Centre de santé de Tarapoa
Centre de santé d'Aguas Negras (City)
Fonds Equatorien pour le Progrès des Peuples (FEPP)

Puerto el Carmen

Centre de santé de Puerto el Carmen
Mairie

Cuyabeno

Campement de la route interocéanique
Centre médical
INEFAN
Ingénierie civile, Maintenance, Production
Unité de Protection Environnementale (UPA)
Université Catholique (CEPE) : projet de bio-remédiation du puits Cuyabeno 9

TABLE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

CEPE : Corporacion Estatal Petrolera Ecuatoriana
DINAMA : Direccion National del Medio Ambiente (Ministerio de Energia y Minas)
FEPP : Fonds Equatorien pour le Progrès des Peuples
IGM : Institut Géographique Militaire
MAG : Ministerio de Agricultura y Ganaderia
MEM : Ministère de l'Energie et des Mines
MOP : Ministère des Œuvres Publiques
ORSTOM : Institut Français de Recherche Pour le Développement en Coopération
PUCE : Université Catholique de l'Equateur
RAE : Région Amazonienne Equatorienne
SOTE : Système de l'Oléoduc Trans-Equatorien
UPA : Unidad de Proteccion Ambiental, Petroecuador

TABLE DES EQUIVALENCES

1 pied	= 30,48 centimètres
1 mètre cube	= 1 million de centimètres cubes
1 pied cubique	= 28.316,8 centimètres cubes
1 mètre cube	= 35,3 pieds cubiques
1 baril	= 159 litres
1 gallon	= 3,785 litres
1 hectare	= 10.000 mètres carrés soit l'équivalent de 100 mètres sur 100

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : CATASTROPHES PETROLIERES EN EQUATEUR

El Comercio, 5 juillet 1998,

"Esmeraldas : 4 tragedias en 9 meses".

El Comercio, 19 juillet 1998,

"SOTE : 2 roturas y 22 mil barriles al agua".

ANNEXE II : SERVICES ET FONCTIONS DE L'ECOSYSTEME

Costanza et Al., 1997,

"Services et fonctions de l'écosystème".

De Groot, 1994,

"Fonctions et valeurs d'un écosystème naturel ou d'une aire protégée".

ANNEXE III : COÛTS DE RECUPERATION DE LA CONTAMINATION PETROLIERE

Hbt Agra, 1993,

"Résumé des coûts pour chaque traitement".

Université catholique de Quito, 1998,

"Analyse des prix unitaires pour la bio-remédiation".

El 13 de junio pasado, el dresel cubrió de negro al menos dos kilómetros de playa entre Las Palmas y el Puerto de Balao. Asimismo, el deslizamiento de tierra de una de las lomas circundantes provocó la ruptura de la tubería que transporta el combustible de la Refinería Esmeraldas al terminal del gas. 1.200 galones fueron a parar al mar. Se prohibió la presencia de personas en Las Palmas por tres días y los trabajos de remediación empezaron temprano. Según Petroecuador, luego del derrame se logró recuperar 825 galones. Sin embargo, para funcionarios de Fundación Natura, la absorción de la mayor parte del combustible del mar será imposible y causará un grave daño a la biodiversidad de la zona y a los pequeños pescadores. Los trabajos de remediación estaban previstos que duren una semana.

► En incendio de octubre del 97

Aproximadamente a las 17h30 del miércoles primero de octubre de 1997 se registró un gigantesco incendio en las instalaciones de la Refinería Esmeraldas. En el lugar de las llamas, una piscina de desechos de crudo, un brazo de fuego alcanzó unos 50 metros de altura que amenazó con afectar las instalaciones donde funciona la central de generación eléctrica La Propicia, a unos 30 metros del Hagelo. Las autoridades de Petroecuador señalaron que no hubo víctimas y que el despacho de combustibles continuó normalmente; el lugar del incidente está a un kilómetro de la zona industrial, fuera de peligro.

Alrededor de la planta viven unas 60 mil personas, en los barrios La Folta, Codesa, La Propicia, San Rafael, en un radio de 700 metros a la redonda de la Refinería. A las 19h35 las autoridades anunciaron que el fuego estaba controlado. Se dijo que las lluvias ocasionaron el desbordamiento del crudo de la piscina, y que una chispa encendió el fuego.

► El desastre de febrero del 98

Y la tragedia sorprendió nuevamente a Esmeraldas. Y esta vez con el mayor desastre que ha vivido en los últimos tiempos. Eran las 23h00 del jueves 26 de febrero pasado, cuando el bombeo del crudo se suspendió automáticamente y 16 mil barriles de petróleo descendieron por algunos canales naturales hasta llegar al río Teona, que desemboca en el río Esmeraldas. Un deslizamiento de una loma, producto de las intensas lluvias por el fenómeno de El Niño, ocasionó la ruptura del Oleoducto Transecuatorial (SOTE) y de un poliducto. No se determinó en qué momento se prendió el fuego, pero este arrasó con decenas de viviendas ubicadas en las orillas del río, e incluso con las villas de los trabajadores de Petroindustrial. Cuando los habitantes quisieron evacuar, para algunos ya era muy tarde. Se registraron decenas de quemados, desaparecidos y fallecidos. Cifras últimas señalan que murieron 14 personas y 52 resultaron con heridas.

La tragedia sorprendió a la ciudad, como siempre, sin un Cuerpo de Bomberos provisto de lo elemental, sin una Defensa Civil estructurada, sin hospitales abastecidos de fármacos y equipos para emergencia, sin agua potable...

Aunque los daños económicos lo asumieron las compañías aseguradoras, las heridas físicas y psicológicas serán de difícil curación. Aún permanecen varias personas en el Hospital de quemados de Hous-

ESMERALDAS

Noticia

Esmeraldas: 4 tragedias en 9 meses

Ayer un problema con petróleo en un lugar del río Esmeraldas todavía era evidente y aun los moradores de los barrios bajos temían que una chispa encienda el combustible.

La gente que permaneció en sus casas debió conformarse, especialmente los más pobres, con las galletas y los enlatados que entregó la Defensa Civil. Mientras tanto, el personal de seguridad de Petroindustrial y de la Superintendencia Marítima de Balao (Suimba), recogían el combustible con skimmers, toallas absorbentes, barreras y barcazas. Tres días durará las tareas de recuperación de los 12 mil barriles de crudo que se derramaron el viernes.

La ruptura se produjo en el kilómetro 488 en el sector de Santa Inés, cuando el crudo se deslizó por una quebrada hasta el río Esmeraldas.

Para la recuperación se dividió el área de impacto en tres: reparación de la tubería, recuperación del combustible en cerca de 11 kilómetros del río Esmeraldas y recolección del producto que llegue al mar.

Según Iván Narváez, jefe de la Unidad de Protección Ambiental de Petroecuador (UPA), una vez que se cumplan estas etapas se iniciará la evaluación del daño ambiental para determinar los mecanismos de remediación.

Por su parte, Suimba ordenó que todos los buques anclados en el puerto petrolero se alejen 20 millas de costa, obstaculizó con la draga de Autoridad Portuaria el puerto pesquero y colocó una red impermeable. El objetivo era evitar pérdidas materiales o humanas de producirse un incendio.

Este derrame de petróleo es el cuarto accidente en menos de un año. No obstante, el presidente de Petroecuador, Fausto Banderas, aseguró que tres de los cuatro fueron producto de la naturaleza.

Banderas explicó que los equipos modernos que tiene Petroecuador permiten detectar rápida y con exactitud cualquier daño en las tuberías. Con lo que es fácil cerrar de inmediato las válvulas y así evitar el escape del crudo o de derivados.

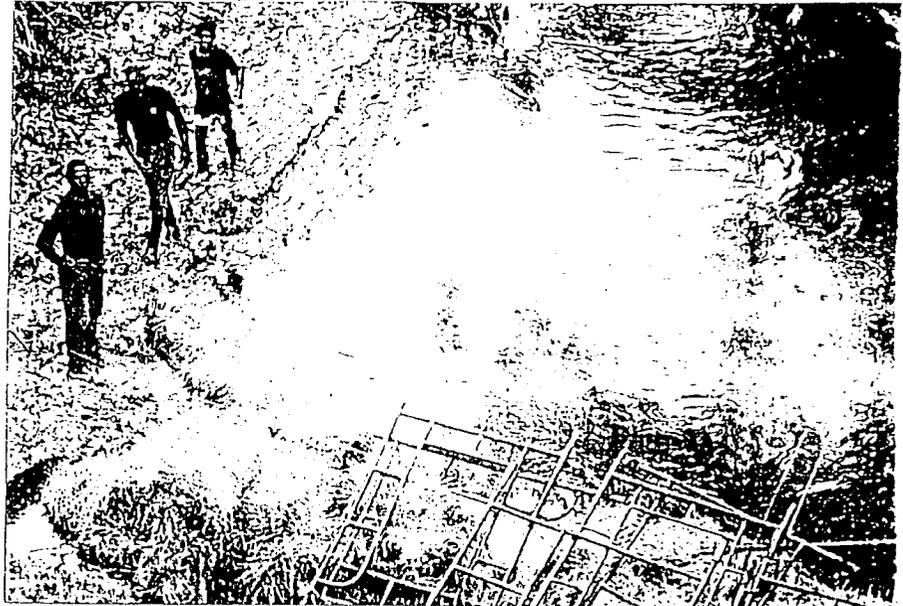
Sin embargo, reconoció que la falta de recursos le convierte en una entidad con ciertas limitaciones. Los 200 millones de sucres que recibe mensualmente no son suficientes para cubrir las necesidades internas. Tampoco se puede cancelar las deudas a las empresas que prestan servicios en la Amazonia. De ahí que las operaciones para producción 300 mil barriles de crudo diarios se ve afectada.

La falta de recursos impide la compra oportuna de repuestos, equipos básicos para perforación y transporte del crudo. Además del mantenimiento de las tuberías con lo que se reducirían los accidentes.

Esmeraldas, según el comandante del Cuerpo de Bomberos, a pesar de tener en el perímetro urbano la mayor planta industrial del país, no cuenta un sistema de seguridad para enfrentar una eventualidad.

Al no contar con una salida alternativa, toda la pro-

te un nuevo derrame de 12.000 barriles de crudo, que fueron a parar en el río del mismo nombre. Los trabajos de remediación durarán tres días. Sin embargo, y paradójicamente, la ciudad no está preparada para enfrentar este tipo de desastres.



LAS AGUAS SE CONTAMINAN • Es el segundo derrame de petróleo que va a parar a las aguas del río Esmeraldas.

TRES DIAS DE TRABAJOS • Las autoridades estiman que hasta el martes próximo se completaría la recolección del crudo.

plusión no cuenta con suficiente equipo ni personal especializado para combatir los incendios, como se evidenció en la tragedia del 26 de febrero pasado.

Para Fernando Burbano, de Fundación Natura, la presencia de la refinería y del oleoducto en Esmeraldas es una bomba de tiempo.

Tras conocerse el derrame del crudo que ocurrió a tres kilómetros del daño que originó el incendio de febrero, se declaró el estado de alerta amarilla en las casas de salud de la ciudad y se alertó a las de Quito y Guayaquil. Los moradores de los barrios La Florida, Codesa, Santa Cruz, Modelo, La Propicia y Esmeraldas Libre, convocaron a la población para iniciar un demanda penal en contra de Petroecuador. De concretarse, se sumaría a los procesos que ya tramitan en los juzgados de la provincia por lo ocurrido en febrero y por los daños que causaría el escape de gases en la refinería. Las indemnizaciones mone-



Fotos: Galo Paquay / EL COMERCIO

toriano ha sufrido las secuelas del fenómeno de El Niño. Tres deslizamientos se han registrado entre febrero y julio del presente

a las poblaciones que se registró un nuevo desastre en Esmeraldas.

SOTE: 2 roturas y 22 mil barriles al agua

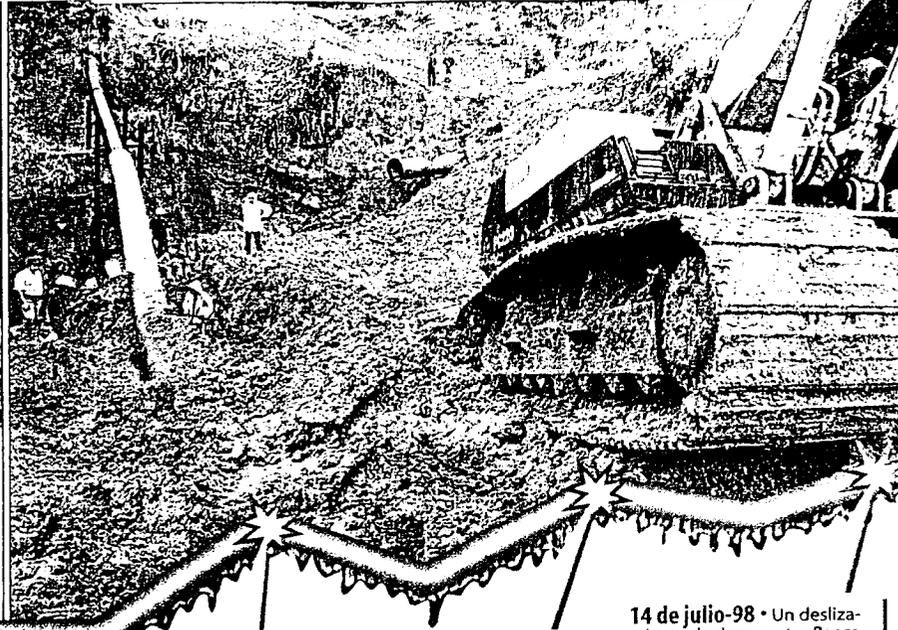
Redacciones Quito y Esmeraldas

Los embates de la naturaleza se tornaron contra el Oleoducto Transecuatorial (SOTE). Lo ocurrido el martes pasado entre Baeza y Papallacta, a 100 kilómetros de Quito, deja ver nuevamente la fragilidad del oleoducto ante fenómenos naturales.

En seis meses se han registrado dos roturas del SOTE y una de un acueducto, todas por deslizamiento de tierras como consecuencia del fenómeno de El Niño. El balance muestra que se han derramado 22 mil barriles de crudo y 1.200 galones de diesel, con graves consecuencias en el medio ambiente y en la economía del país.

Sin embargo, la posibilidad de ocurrencia de este tipo de accidentes continúa. La Unidad de Protección Ambiental de Petroecuador (UPA) reveló que en Esmeraldas, el peligro en el kilómetro 488, donde se rompió el oleoducto el 3 de julio, aún persiste.

Durante varias inspecciones se comprobó que existen agrietamientos de cerca de 30 centímetros en una de las terrazas que están a 50 metros del poliducto y



el oleoducto. Según los técnicos, en los trabajos que efectuó la empresa Ina-Bromco para reparar la tubería en el sector de Winchele, no se tomó en cuenta que cerca pasa el oleoducto y el poliducto y ahora no existe ninguna protección en la ladera y los soportes del acueducto. De ahí que en cualquier momento se puede presentar otro deslizamiento de tierra que podría causar nuevamente la ruptura del oleoducto y del poliducto, señalaron.

La UPA comunicó a la Ina-Bromco para que inicie los trabajos necesarios y los técnicos recomendaron la inmediata construcción de un muro de gaviones para evitar que cualquier deslave llegue al oleoducto y poliducto.

Pero la Ina-Bromco tiene su versión. Según el gerente de la empresa, Saul Galarza, sus técnicos comunicaron a la Superintendencia de oleoducto el riesgo que existía porque la loma había

empezado a deslizarse.

Por eso, Galarza deslinda responsabilidad tanto en el derrame que ocurrió el 3 de julio cuando escaparon 12.604 barriles como de cualquier percance que podría presentarse en los próximos días. Para Galarza, la construcción del muro de gaviones sería responsabilidad de Petroecuador.

Pero las condiciones de las lomas en el sector de Winchele en el kilómetro 488 + 330 no es la única preocupación de Petroecuador. Su presidente ejecutivo, Fausto Banderas, realizó un sobrevuelo por la zona para verificar el estado del suelo por donde corren los ductos y montar un plan que evite nuevos deslizamientos de tierra. El gerente de Oleoducto, Jaime Guerra, explicó que las lluvias produjeron movimientos rotacionales y la tierra se deslizó donde están los tanques de almacenamiento. Para mantener la estabilidad de

los taludes se inició la construcción de terrazas con la introducción de tubos y pantallas de hierro. Con este sistema de pilotaje se evitará que la tierra siga deslizándose y disminuya la distancia que hay entre los tanques y las carreteras de acceso.

"Hay tantos deslizamientos de tierra, pero dependiendo de la magnitud, la reparación de cada tanque puede costar 500 millones de dólares". Las obras que se realizaron en los tanques 1 y 7, considerados como los de más peligro, permitieron mantenerlos horizontales. La próxima semana se ejecutarán en el nueve donde también hay cierto peligro. En los demás tanques se harán obras secundarias.

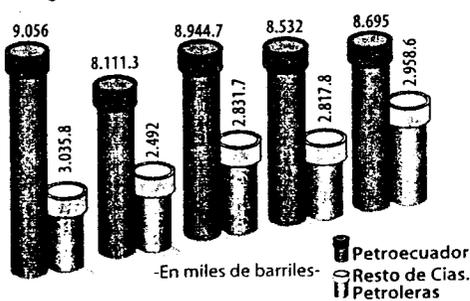
La necesidad de estabilizar la loma donde están los tanques fue recomendada por la ESPE y la Universidad Central en 1990, luego de efectuar un estudio de la conformación del suelo.

26 de febrero-98 • Un deslizamiento de tierra ocasionó la rotura del oleoducto y del poliducto en Esmeraldas. Se derramaron 12.000 barriles de crudo y diesel. Se produjo un incendio de gran proporción.

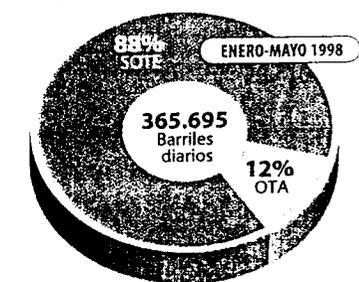
13 de junio-98 • El diesel cubrió de negro al menos dos kilómetros de playa entre Las Palmas y el Puerto de Balao. Se rompió una tubería por deslizamiento de tierra y se derramaron 1.200 galones.

14 de julio-98 • Un deslizamiento de tierra, entre Baeza y Papallacta rompió parte del SOTE. Se derramaron alrededor de 10 mil barriles de crudo y los trabajos de reparación tardarán unos 10 días.

¿Cómo va la producción petrolera?



¿Por dónde va el crudo?



Participación de los oleoductos en el crudo bombeado

Fuente: Petroecuador

**SISTEMAS DEL ECOSISTEMA Y FUNCIONES DE
INTERES PARA LA ECONOMIA AMBIENTAL**

No	SERVICIOS DEL ECOSISTEMA	FUNCIONES DEL ECOSISTEMA	EJEMPLOS
1	Regulación de los gases del aire	Regular la composición química de la atmósfera	Equilibrio CO ₂ /O ₂ ; conservación del O ₃ gracias a la protección de UVB; mantenimiento de niveles aceptables de SO _x .
2	Regulación del clima	Regular la temperatura del planeta, la plubiosidad y otros procesos biológicos influidos por las condiciones climáticas a nivel local o global.	Control de los gases de efecto invernadero.
3	Regulación de las perturbaciones medioambientales.	Capacidad de respuesta del ecosistema para mantener su integridad ante fluctuaciones medioambientales.	Protección de los efectos de tormentas y riadas, recuperación ante sequías y otras reacciones del hábitat, fruto de las variaciones medioambientales, controladas principalmente gracias a la estructura vegetal.
4	Regulación del ciclo del agua.	Regular el ciclo hidrológico normal.	Renovación del agua utilizada y necesaria para el riego agrícola y los procesos industriales.
5	Abastecimiento de agua.	Retener y almacenar el agua	Provisión de agua a través de cuencas hidrográficas, depósitos y acuíferos.
6	Control de la erosión y retención de sedimentos.	Mantener la calidad y cantidad del suelo de un ecosistema.	Prevención de la pérdida de suelo por acción del viento, los deslaves, otros procesos de movimiento de tierras que acaban depositándose en lagos y humedales.
7	Formación de suelo.	Favorecer el proceso de formación del suelo	Desgaste por acción atmosférica de rocas y acumulación de material orgánico.
8	Mantenimiento del ciclo de los nutrientes.	Almacenar nutrientes a través de un ciclo interno de procesamiento y regeneración de los mismos.	Fijación de nitrógeno, fósforo y otros elementos del ciclo de nutrientes.
9	Tratamiento de residuos	Recuperar los nutrientes libres y reducir su exceso y el de otros compuestos.	Tratamiento natural de residuos, control de la polución y destoxificación.
10	Polinización.	Dispersar los gametos de la flora	Provisión de polinizadores que facilitan la reproducción de la población vegetal.
11	Control biológico	Regular dinámicamente las poblaciones y las cadenas tróficas de las especies	Existen depredadores claves que controlan la población de sus presas.
12	Refugio de especies	Servir de hábitat para poblaciones bióticas residentes o transeúntes	Hábitats de acogida para especies migratorias, hábitat de especies forestales locales o hábitats donde ciertas especies invernan.
13	Producción de alimentos	Proporcionar una parte de la producción primaria extraíble del ecosistema en forma de alimentos.	Producción de frutas, nueces, etc. para su recolección, agricultura de subsistencia, caza y pesca.
14	Abastecimiento de materias primas.	Proporcionar una parte de la producción primaria extraíble del ecosistema en forma materias primas.	Producción de forraje y madera combustible o de construcción.
15	Mantenimiento de los recursos genéticos.	Proveer productos y material biológico único.	Medicinas, productos con aplicación científica, material genético resistente a ciertas plagas y enfermedades de las plantas, especies ornamentales y nuevas variedades de plantas hortofrutícolas.
16	Recreación y esparcimiento.	Permitir realizar actividades de recreación en el ecosistema.	Ecoturismo, pesca deportiva u otras actividades recreativas al aire libre.
17	Respeto de la riqueza antropológica y cultural.	Permitir aprovechar el ecosistema en usos no comerciales.	Condiciones estéticas, artísticas, educacionales, espirituales y valores científicos del ecosistema.

FUENTE: R. Constanza et al, 1997 "The value of the worlds ecosystem services and natural capital".
Nature Vol. 387. Mayo 15, 1997.

FUNCIONES Y VALORES DE UN ECOSISTEMA NATURAL O AREA PROTEGIDA

FUNCIONES AMBIENTALES	VALORES ECOLOGICOS		VALORES SOCIALES		VALORES ECONOMICOS		
	Conservación	Existencia	Salud	Opción	Uso Consumtivo	Uso Productivo	Empleo
1. REGULACION							
1.1 Regulación de la composición química de la atmósfera y los océanos.							
1.2 Regulación del clima							
1.3 Protección de las cuencas hidrográficas							
1.4 Captación de agua							
1.5 Protección del litoral costero							
1.6 Prevención de la erosión y control de sedimentos							
1.7 Fijación de la energía solar a través de la producción de biomasa.							
1.8 Almacenamiento y reciclaje de materia orgánica, nutrientes y residuos de los humanos							
1.9 Control biológico							
1.10 Refugio de especies residentes y migratorias							
1.11 Mantenimiento de la diversidad biológica							
2. ACARREO							
2.1 Residencia de indígenas y colonos.							
2.2 Cultivo agrícola sustentable							
2.3 Transformación de la energía							
2.4 Recreación y ecoturismo							
2.5 Protección de la naturaleza							
3. PRODUCCION							
3.1 Alimentos							
3.2 Recursos genéticos							
3.3 Recursos medicinales							
3.4 Materias primas para vestido, artesanía, etc.							
3.5 Materias primas para industria, etc.							
3.6 Bioquímica							
3.7 Minerales, petroleos y fuentes energéticas							
3.8 Recursos ornamentales							
4. INFORMACION							
4.1 Estética							
4.2 Espiritual o Religiosa							
4.3 Histórica y Antropológica							
4.4 Cultural y Artística							
4.5 Educativa o Científica							

FUENTE: De Groot R S 1994, "Functions and values of protected areas: A comprehensive framework for assessing the benefits of protected areas to human society". En Munasinghe M. y McNewly J "Protected area economics and Policy" World Bank and World Conservation Union.

SUMMARY OF COST CALCULATIONS FOR EACH REMEDIATION TREATMENT

1.0 OIL SPILLS

1.1 LANDFARM IN-PLACE

Assumptions

- average volume of oil-stained soil = 25 m³
- average area = 150 m²

Costs

Ploughing (4 x) 1.0 hrs x \$50/hr x 4 =	\$200.00
Nutrient Additions (4x)	
Materials \$25 x 4 =	100.00
Labor 1.0 hr x \$20 x 4 =	<u>80.00</u>
Subtotal: \$380.00	

$$\text{Average cost/m}^3 = \frac{\$380}{25} = \$15/\text{m}^3$$

1.2 LANDSPREAD AND TREATMENT ON-SITE

Assumptions

- average volume of oil stained soil = 75 m³
- average landspread area = 500 m²
- cultivated four times
- nutrient addition four times
- materials on-site used for backfill

Costs

Site Preparation 3 hrs x \$75 =	\$ 225.00
Excavation 4 hrs x \$120 =	480.00
Ploughing (4x) 2.5 hrs x \$50 x 4 =	500.00
Nutrient Additions (4x)	
Materials \$50 x 4 =	200.00
Labour \$20 x 4 x 1 =	<u>80.00</u>
Subtotal: \$1,485.00	

$$\text{Average cost/m}^3 = \frac{\$1,485}{75} = \$20/\text{m}^3$$

1.3 LANDSPREAD AND TREATMENT OFF-SITE

Assumptions

- average volume of oil-stained soil = 175 m³
- average landspread area = 1200 m²
- cultivated four times
- nutrient addition four times
- average distance to central facility (one at each camp) = 10 km
- construction cost of facility not included
- groundwater treatment not included

Costs

Site Preparation

Bulldozer 7 hrs x \$75.00	\$525.00
Labour 7 hrs x \$20 x 2 =	280.00

Excavation

Backhoe 8 hrs x \$120 =	960.00
Labour 8 hrs x \$20 x 2 =	320.00

Transport of stained soil to site = 350.00

Spreading at Facility

Bulldozer 6 hrs x \$75 =	450.00
Labour 6 hrs x \$20 x 2 =	120.00

Cultivation (4x)

4 hrs x \$50 x 4 = 800.00

Nutrient Additions

Labour 2 hrs x \$20 x 2 x 4 =	320.00
Materials \$50 x 4 =	200.00

Transport of fill to excavation = 350.00

Excavation of fill

Backhoe 5 hrs x \$120 =	600.00
Labour 5 hrs x \$20 =	<u>100.00</u>

Sub-Total \$5,375.00

$$\text{Average Cost/m}^3 = \frac{\$5375}{175} = \$30/\text{m}^3$$

2.0 WELL SITE PITS (FREE PRODUCT)

2.1 RECOVER AND RECYCLE OIL

Assumptions

- average volume of fluid oil = 80 m³
- distance to production station = 20 km

Costs

Oil pumping and recovery

Labour 6 hrs x \$20 x 2 =	\$ 240.00
Pump truck 6 hrs x \$50 =	300.00

Clean up of residual oil

Labour 20 hrs x \$50 x 2 =	200.00
Materials =	100.00

Transport to facility =	<u>350.00</u>
	Subtotal: \$1,190.00

$$\text{Average cost/m}^3 = \frac{\$1,190}{80} = \$15/\text{m}^3$$

2.2 ASPHALT INCORPORATION

Assumptions

- average volume of tar = 100 m³
- haul distance to plant = 100 km
- charge for asphalt batching = \$10/m³

Costs

Tar recovery

Backhoe 6 hrs x \$120/hr =	\$ 720.00
Labour 6 hrs x \$20/hr x 4 =	480.00

Transport to asphalt plant =	<u>2,200.00</u>
	Subtotal: \$3,400.00

$$\text{Average cost/m}^3 = \frac{\$3,400}{100} = \$34 + \$10 \text{ (charge for asphalt batching)} = \$44/\text{m}^3$$

3.0 WELL SITE PITS (SOLID WASTE)

3.1 MIX—BURY—COVER

Assumptions

- average size of pit = 700 m²
- materials on site used for backfill
- rough grading only

Costs

Dewater Pit

Labour 6 hrs x \$20 x 2 =	\$ 240.00
Pump =	200.00

Mix—Bury—Cover

Backhoe 8 hrs x \$120 =	960.00
Bulldozer 8 hrs x \$75 =	<u>600.00</u>

Subtotal: \$2,000.00

3.2 LANDSPREAD AND TREATMENT ON-SITE

Assumptions

- average size of pit = 750 m²
- average volume of sludge = 600 m³
- average spread area = 3000 m²
- cultivated four times
- nutrient addition four times
- materials on site used for backfill

Costs

Dewater Pit

Labour 6 hrs x \$20 x 2 =	240.00
Pump =	200.00

Site Preparation

Bulldozer 16 hrs x \$75 =	1,200.00
Labour 16 hrs x \$20 x 2 =	640.00

Excavation and Spreading

Backhoe 24 hrs x \$120 =	2,880.00
Bulldozer 24 hrs x \$75 =	1,800.00
Labour 24 x \$20 x 2 =	960.00

Cultivation (4x)

8 hrs x \$50 x 4 =	1,600.00
--------------------------	----------

Nutrient Additions

Labour 8 hrs x \$20 x 2 x 4 =	1,280.00
Materials \$100 x 4 =	400.00

$$\text{Average cost/m}^3 = \frac{\$11,200}{600} = 18.6 \text{ say } \$20/\text{m}^3$$

Pit Closure and Rough Grading

Backhoe 8 hrs x \$120 =	960.00
Bulldozer 8 hrs x \$75 =	600.00
Labour 8 hrs x \$20 x 2 =	320.00

Subtotal: \$1,880.00

$$\text{Average cost/m}^3 = \frac{\$1,880}{600} = \$3/\text{m}^3$$

3.3 LANDSPREAD AND TREATMENT OFF-SITE AT CENTRAL FACILITY

Assumptions

- sludge treated at central facility where pit size is greater than 750 m²
- average size of pit = 1000 m²
- average volume of sludge = 750 m³
- distance to central facility = 50 km
- construction cost of central facility not included
- groundwater treatment not included
- construction cost of facility not included

Costs

Dewater Pit

Labour 6 hrs x \$20 x 2 =	240.00
Pump =	200.00

Site Preparation

Bulldozer 24 hrs x \$75 =	1,800.00
Labour 24 hrs x \$20 x 2 =	960.00

Excavation

Backhoe 30 hrs x \$120 =	3,600.00
Labour 30 hrs x \$20 x 2 =	1,200.00

Trucking to Site = 11,250.00

Spreading at Facility

Bulldozer 24 hrs x \$75 =	1,800.00
Labour 24 x \$20 x 1 =	480.00

Cultivation (4x)

16 hrs x \$50 x 4 =	3,000.00
---------------------	----------

Nutrient Additions

Labour 8 hrs x 20 x 2 x 4 =	1,280.00
Materials 200 x 4 =	800.00

Landfill and Rough Grading

Bulldozer 24 hrs x \$120 =	2,880.00
Labour 24 hrs x 20 x 2 =	960.00

$$\text{Average cost/m}^3 = \frac{\$30,450}{750} = \$40/\text{m}^3$$

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Descripción del rubro 1 Excavación

A)EQUIPO	Número de unidades	Potencia	Costo unitario	Costo Total/mes
Retroexcavadora	1	250		12'027.587.00
Cargadora	1	200		7'622.045.00
Volquete	1	250		3'961.901.00
			TOTAL (A)	23'611.533.00

B)MANO DE OBRA	Número de personas	Salario básico/mes	FSR	Alimentación Alojamiento unif. y otros	Costo Total/mes
Biólogo Molecular-Bioquímica	1	1'110.000.00	2.7	499.166	3'496.166.00
Biólogo	1	740.000.00	2.6	499.166	2'423.166.00
Ayudante-Laboratorio	1	185.000.00	1.6	499.166	795.166.00
				Total (B)	6'714.498.00

C)RENDIMIENTO DEL EQUIPO Y MANO DE OBRA	1.902 m ³
---	----------------------

D) COSTO UNITARIO SIN MATERIAL	A + B + C	15.944
--------------------------------	-----------	--------

E)MATERIALES	Unidades de medida	Precio Unit. (costo)	Consumo	Costo Total/m ³
			TOTAL (E)	

F)TRANSPORTE	Distancia media	Costo/mes	Consumo	Costo Total/m ³
Personal Técnico		5'250.000		2.760
Maquinaria		3'500.000		1.840
			TOTAL (F)	4.600

G)COSTO UNITARIO DIRECTO(D+E+F)		20.544
H)COSTOS INDIRECTOS	%(G) 45	9.245
I)PRECIO UNITARIO TOTAL (G+H)		29.789
J)PRECIO UNITARIO OFERTADO		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Descripción del rubro 2 Adecuación capa separadora

A)EQUIPO	Número de unidades	Potencia	Costo unitario	Costo Total/mes
Tractor	1	250		423.519.00
Cargadora	1	200		799.500.00
			TOTAL (A)	503.469.00

B)MANO DE OBRA	Número de personas	Salario básico/mes	FSR	Alimentación Alojamiento unif. y otros	Costo Total/mes
Biólogo Molecular-Bioquímico	1	1'110.000.00	0.27	49.917	349.617
Biólogo	1	740.000.00	0.26	49.917	242317
Ayudante-Laboratorio	1	185.000.00	0.16	49.917	79.517
				Total (B)	671.451

C)RENDIMIENTO DEL EQUIPO Y MANO DE OBRA	1.902 m ³
---	----------------------

D) COSTO UNITARIO SIN MATERIAL	A + B + C	996
--------------------------------	-----------	-----

	Unidades de medida	Precio Unit. (costo)	Consumo	Costo Total/m ³	Para 5.850 m ³ ofertados
Aserria	m ³	15.000	0.455	6.830	
			TOTAL (E)	6.830	

F)TRANSPORTE	Distancia media	Costo/mes	Consumo	Costo Total/m ³
Personal Técnico		1'500.000		789
Maquinaria		2'500.000		1.314
			TOTAL(F)	2.103

G)COSTO UNITARIO DIRECTO(D+E+F)	5.320	
H)COSTOS INDIRECTOS	%(G) 45	2.394
I)PRECIO UNITARIO TOTAL (G+H)	7.714	
J)PRECIO UNITARIO OFERTADO		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Descripción del rubro 3 Mezcla y Homogenización

A)EQUIPO	Número de unidades	Potencia	Costo unitario	Costo Total/mes
Tractor	1	250		900.337
Cargadora	1	200		5'116.800
Herramientas agrícolas	varias			4'736.930
			TOTAL (A)	9'853.730

B)MANO DE OBRA	Número de personas	Salario básico/mes	FSR	Alimentación Alojamiento unif. y otros	Costo Total/mes
Biólogo Molecular-Bioquímico	1	1'110.000,00	1.0	199.666	1'309.666
Biólogo	1	740.000,00	0.7	199.666	717.666
Ayudante Laboratorio	1	185.000,00	0.64	199.666	318.066
Jornaleros	4	16.000,00	0.58	199.666	1'169.864
			Total (B)		3'515.262

C)RENDIMIENTO DEL EQUIPO Y MANO DE OBRA	1.902 m ³
---	----------------------

D) COSTO UNITARIO SIN MATERIAL	A + B + C	7.029
--------------------------------	-----------	-------

E)MATERIALES	Unidades de medida	Precio Unit. (costo)	Consumo	Costo Total/m ³
Tablones	u.	10.000	0.166	1.660
Aserrín	m ³	15.000	0.788	11.820
Madera troceada	m ³	15.000	0.473	7.098
			TOTAL (E)	20.578

F)TRANSPORTE	Distancia media	Costo/mes	Consumo	Costo/1.902 m ³ Total
Personal Técnico		2'700.000		1.419
Maquinaria		5'000.000		2.629
		100.000		52
			TOTAL (F)	4.100

G)COSTO UNITARIO DIRECTO(D+E+F)		31.707
H)COSTOS INDIRECTOS	%(G) 45	14.268
I)PRECIO UNITARIO TOTAL (G+H)		45.975
J)PRECIO UNITARIO OFERTADO		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Descripción del rubro 4 Biorremediación

A)EQUIPO	Número de unidades	Potencia	Costo unitario	Costo Total/m ³
Tractor	1		15'498.027	15'498.027
Fumigadora	1	5	4'986.486	4'986.486
Equipo de riego	+	5	3'324.324	13'297.837
TOTAL (A)				33'781.337

B)MANO DE OBRA	Número de personas	Salario básico/mes	FSR	Alimentación Alojamiento unif. y otros	Costo Total/m ³
Biólogo Molecular-Bioquímico	1	1'110.000,00	4.1	748.750	5'299.750
Biólogo	1	740.000,00	3.9	748.750	3'634.750
Ayudante-Laboratorio	1	185.000,00	2.7	748.750	1'192.750
Jornaleros	+	160.000,00	2.2	748.750	4'403.750
Total (B)					14'531.250

C)RENDIMIENTO DEL EQUIPO Y MANO DE OBRA	1.902
---	-------

D) COSTO UNITARIO SIN MATERIAL	A + B + C	25
--------------------------------	-----------	----

E)MATERIALES	Unidades de medida	Precio Unit. (costo)	Consumo	Costo Total/m ³
Microorganismos	gal	30.000	0.557	16.710
Alimento Microorganismos	gal	30.000	0.443	13.281
TOTAL (E)				29.991

F)TRANSPORTE	Distancia media	Costo/mes	Consumo	Costo Total/m ³
Personal Técnico		7'500.000		3.947
Maquinaria		1'500.000		788
Alimento-Microorganismos		5'500.000		6.097
TOTAL (F)				10.822

G)COSTO UNITARIO DIRECTO(D+E+F)	66.211	
H)COSTOS INDIRECTOS	%(G) 45	29.795
I)PRECIO UNITARIO TOTAL (G+H)	96.017	
J)PRECIO UNITARIO OFERTADO		

ANÁLISIS DE PRECIOS TOTALES

Ítem	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (sucres)	PRECIO TOTAL (sucres)
1	Excavación	m ³	1.902	29.789	56'658.678
2	Adecuación capa separadora	m ³	1.902	7.714	14'672.028
3	Mezcla y homogenizado	m ³	1.902	45.975	87'444.450
4	Biorremediación	m ³	1.902	96.017	182'624.433
				TOTAL	341'399.490