

N° : 4139
Cote B

Mission O.R.S.T.O.M. a QUITO

Michel SOURDAT

Février 1981

La haute Amazonie équatorienne
étude morpho-pédologique
perspectives d'aménagement

RESUME :

Les écosystèmes de la haute Amazonie comptent parmi les plus originaux et les plus vitaux de ce bassin ; leur déstabilisation pourrait entraîner de grands dommages. Or, certaines pratiques de colonisation menacent leurs ressources renouvelables d'une destruction irréversible et tendent à la rupture de leurs équilibres.

L'auteur a réalisé les premières cartes morpho-pédologiques de cette région. Il rend compte de cette intervention en insistant sur sa finalité qui est *l'aménagement régional* ; les contraintes écologiques d'une telle région doivent être définies en priorité, afin que les projets socio-économiques puissent être distribués dans l'espace disponible à la place exacte qui leur convient. Il signale quelques problèmes pratiques qui n'ont pu être posés et ne pourraient être résolus qu'à la lumière des études morpho-pédologiques. Il évoque les relations entre pédologie et écologie face aux problèmes du développement.

RESUMEN :

Los ecosistemas de la alta Amazonia cuentan entre los mas originales y vitales de esta cuenca. Su inestabilizacion podria acarrear lamentables consecuencias. Ahora bien, algunas practicas de colonizacion amenazan sus recursos renovables de irreversibles danos, y tienden hasta la ruptura de sus equilibrios.

El autor realizó las primeras cartas morfo-pedológicas de la región y da cuenta de su intervención, poniendo énfasis en la finalidad que es *el manejo integral de la region* ; las limitaciones ecológicas de aquella región tienen que ser definidas con prioridad, a fin de que los proyectos socio-económicos estén ubicados dentro del espacio disponible, en el sitio que les conviene exactamente.

Se señalan varios problemas prácticos que no pudieron ser planteados, y no podrían tener solución sino en base a los estudios realizados. Se evocan las relaciones entre pedología y ecología, frente al desarrollo.

4139
B

4139
B

I. - PROBLEMATIQUE

L'Amazonie équatorienne subit une crise de "développement". Un rappel de notions générales et historiques permettra d'évoquer les origines de cette crise et les conditions dans lesquelles elle s'est manifestée, avant d'en venir aux données techniques et aux perspectives d'aménagement qu'offre notre intervention.

I.1. Limites géographiques

La *Region amazonica ecuatoriana* (R.A.E.) constitue une partie de la haute Amazonie. Elle inclue le versant oriental des Andes, entre les parallèles 5°S et 1°N. La ligne de crêtes d'orientation méridienne qui la limite à l'amont se situe entre 3000 et 6000 mètres d'altitude ; elle coïncide partiellement avec la ligne de partage des eaux Pacifique-Atlantique.

À l'aval, une démarcation conventionnelle (Protocole de Rio de Janeiro) prive l'Equateur de 181 000 Km² et d'un accès direct à l'AMAZONE en dépit de revendications permanentes. Cette contestation frontalière confère à la colonisation de la R.A.E. un aspect géopolitique.

Le territoire effectivement géré par l'Equateur se composerait approximativement des surfaces suivantes (sources non officielles) :

Province du NAPO	52 317 Km ²
Province du PASTAZA	30 268 Km ²
Province du MORONA-SANTIAGO	26 118 Km ²
Province du ZAMORA-CHINCHIPE	<u>11 250 Km²</u>
	119 953 Km ²

I.2. Climat et végétation

Les précipitations sont alimentées par un flux est-ouest dominant, abondant et régulier bien que périodique à l'entrée du territoire équatorien.

TIPUTINI / 75°32'W - 00°45'S / Alt. 270m												
Moyennes des précipitations mensuelles et annuelles sur 9 années d'observations												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	AN
110.8	142.5	212.9	237.3	278.1	283.3	274.5	221.9	222.4	202.1	160.7	156.8	2503.3

Les cordillères freinent et perturbent ce régime. Ainsi les précipitations les plus élevées sont observées sur leur flanc oriental à moyenne altitude, au voisinage de la ligne équinoxiale (REVENTADOR /77°33' W - 00°03' S/Alt. 1550m/ 6866 mm en 1974).

Des précipitations plus faibles et plus irrégulières s'observent dans les provinces méridionales : (ZAMORA/78°56' W - 04°04' S/Alt.970m/2128 mm dont 2 mois inférieurs à 100 mm en 1977), (ZUMBA/79°08' W - 04°51' S/Alt. 1300m/ 1356 mm dont 6 mois inférieurs à 85 mm en 1978).

Les températures moyennes annuelles sont supérieures à 23° dans la cuvette amazonienne d'altitude inférieure à 600 mètres : (TIPUTINI/Alt.270m/25°1/ Temp.Max.Abs. sur 9 ans : 37°7). Elles décroissent linéairement en fonction de l'altitude croissante le long du versant andin (5° à 4600m). Les variations intermensuelles sont négligeables. Le zéro est atteint comme température minima absolue (sur 10 ans) à PAPPALLACTA à l'altitude de 3100 mètres.

La végétation naturelle est forestière avec des variantes, adaptées notamment à l'altitude et au drainage.

I.3. Ecologie et développement

On ne peut évoquer l'écologie amazonienne sans revenir sur des constatations et des estimations qui ont été déjà maintes fois exprimées mais dont on a pratiquement peu tenu compte jusqu'à présent.

Les dimensions impressionnantes et l'aspect exubérant des écosystèmes amazoniens prêtent à surévaluer leur stabilité et leur productivité. L'immensité du territoire semble devoir masquer les erreurs commises. Ces illusions motivent à tort une exploitation sans discernement ni mesure.

En vérité, les composants et les mécanismes de ces écosystèmes sont encore insuffisamment inventoriés et explicités, en Equateur notamment car les études qui ont été réalisées en Amazonie Centrale ne sont peut-être pas extrapolables à la Haute Amazonie.

Face aux pressions politico-économiques qui poussent à une exploitation empirique sous le signe du "développement", les objections des écologistes manquent de poids, faute de s'exprimer en chiffres. Il faudrait les doubler de propositions concrètes, économiquement crédibles, ce qui ne semble pas encore possible dans l'état actuel des études et des expérimentations.

I.4. Les cycles biogéochimiques

Le carbone. Les écosystèmes amazoniens immobilisent des quantités considérables de cet élément dont une faible partie seulement fait l'objet d'échanges. Dans l'hypothèse d'une exploitation inconsidérée de la forêt et des sols qui libérerait ce carbone de façon généralisée et rapide, compte tenu des quantités qui, à plus long terme, rejoindraient le stock océanique, on peut craindre que la teneur de l'atmosphère en gaz carbonique n'en soit sensiblement accrue : le régime actuel d'absorption des rayons I.R. et d'échanges thermiques du globe seraient modifiés, non sans répercussions éventuellement graves sur son climat.

L'eau. Les précipitations alimentent un flux gazeux par évapotranspiration et un flux liquide par ruissellement ou infiltration. Les frondaisons, le feutrage racinaire, la litière et les horizons du sol exercent sur ces flux des influences régulatrices à la mesure de leur volume et de leur nature. Or les défrichements qui sont actuellement pratiqués, la plupart au profit de pâturages, impliquent non seulement l'élimination de la forêt ainsi que de la litière et du réseau racinaire qui lui sont propres, mais encore la dénaturation des horizons superficiels du sol par insolation, érosion, tassement et gleyfication (Cf. 5.1.). Si ces pratiques se généralisent, il y a lieu de craindre que l'évapotranspiration de l'écosystème substitué ne soit inférieure à celle de l'écosystème forestier, et plus irrégulière : les régimes pluviométriques amazoniens et ceux des régions voisines en seraient affectés de façon probablement dommageable. En même temps le ruissellement serait accru au dépens de l'infiltration, avec des effets d'autant plus prévisibles et néfastes que sa régularisation est déjà insuffisante dans l'état actuel du système forêt-sol*.

* Sur le versant andin, le tampon forêt-sol ne peut compenser la force des pentes ni l'abondance des précipitations ; l'écoulement est torrentiel. Au pied des Andes il reste excessivement irrégulier ; l'alternance de crues et d'étiages entrave la navigation, menace l'infrastructure, les cultures riveraines et la faune aquatique.

L'azote. La biomasse forestière et les sols renferment de grandes quantités d'azote, stable sous ses formes organiques. Cet élément s'échange et peut sortir du circuit sous ses formes minérales transitoires. Dans l'état naturel du système forêt-sol, les pertes dues notamment à la lixiviation sont limitées par le feutrage racinaire, et compensées par des fixations qui s'effectuent à tous les niveaux du système. Le défrichement tend à libérer et minéraliser l'azote de la biomasse qui est alors dissipé ou entraîné, d'autant plus vite que les organes absorbants et les agents fixateurs ont simultanément disparu. L'échauffement du sol active ces processus. L'appauvrissement du système s'accompagne d'une pollution des eaux par excès de concentration en aval.

Les autres éléments nutritifs. Ils se perpétuent normalement en circuit fermé entre la biomasse, la litière et les horizons organiques du sol car les horizons minéraux en sont le plus souvent mal pourvus. Le défrichement rompt le circuit et provoque une déperdition d'éléments qui sont lixiviés et contribuent accessoirement à la pollution des eaux. Quant aux cultures substituées, elles ne sont durables que si l'on pourvoit à la restitution des éléments exportés.

I.5. Impasses et contraintes de l'exploitation commerciale

Dans la plupart des cas, les écosystèmes amazoniens se réduisent à un *support pauvre* sur lequel est fixée une *biomasse riche* mais de faible productivité. Il va de soi que toute entreprise qui tend à se débarrasser de la biomasse originelle pour s'approprier le support est un non-sens. De plus, on ne peut exiger une production exportable soutenue de ces écosystèmes naturels dont la capacité d'autosubsistance repose sur le recyclage et la non-exportation des éléments.

Toute exploitation commerciale, donc exportatrice, implique un changement radical de systèmes. A défaut de maintenir les cycles géochimiques dans leur état de fonctionnement naturel, il faudra les réaménager par diverses pratiques adaptées aux cultures choisies, en particulier par l'apport d'engrais.

I.6. Intérêt particulier de la R.A.E.

Les écosystèmes de la Haute Amazonie équatorienne constituent un capital bio-écologique original, et d'intérêt universel. Leur étude et leur gestion méritent une attention très particulière.

Dans cette région en effet, les variations d'altitude, de climat, de substrat et de morphologie se conjuguent pour créer une multiplicité de biotopes qui ne sont perturbés que depuis peu. L'exceptionnelle diversité spécifique de sa flore et de sa faune constitue une grande richesse potentielle.

Il paraît certain que les flux atmosphériques d'origine orientale influencent vitalemment le climat de la région interandine, coeur de l'Equateur. Par ailleurs, toute pollution, toute rupture des équilibres physiques et biologiques de ce haut bassin peuvent être ressenties en aval jusqu'aux rives de l'Atlantique.

I.7. Dimension humaine du problème écologique

Les diverses attitudes des hommes vis à vis des écosystèmes présentent des aspects culturels autant que techniques.

Naguère, les autochtones étaient en petits nombres, disséminés sur de vastes territoires et coupés du monde extérieur. Ils vivaient de chasse, de pêche, de cueillette ou de cultures itinérantes et ne disposaient que d'outils rudimentaires (en pierre ou en bois). Ils prélevaient donc peu et n'exportaient rien. Tout autant que leurs techniques, leurs besoins et leurs ambitions étaient ajustés aux limites et aux contraintes de l'univers *sylvestre*.

Bien au contraire, les allochtones importent des exigences et des techniques étrangères au milieu, ce qui les porte à transgresser les contraintes naturelles, afin de prélever plus de biens que la nature n'en peut normalement régénérer.

Autant le comportement *sylvestre* tend à s'intégrer aux écosystèmes, autant l'attitude *pionnière* tend à les transformer.

L'irruption d'allochtones menace donc simultanément la forêt et ceux qui l'occupent traditionnellement. Les uns méprisent ce que les autres respectent, et détruisent ce dont les autres ont besoin pour vivre: le milieu naturel et cette manière de s'en servir qui constitue une *culture*. Il n'y a d'autres solutions à ce conflit latent qu'une stricte ségrégation ou une synthèse de cultures, selon des modalités éthiques et techniques qu'il est bien délicat de définir.

I.8. La colonisation

Les ethnies indigènes ont vécu longtemps repliées sur elles-mêmes. Les entreprises d'aventuriers et de colons qui se sont succédées par vagues depuis le XVI^e siècle sont restées relativement marginales. La colonisation n'est vraiment agressive que depuis moins de 20 ans.

C'est le jaillissement du pétrole qui a rappelé à la nation l'importance de ses provinces orientales, et réveillé ses préoccupations géopolitiques. C'est l'infrastructure pétrolière qui a ouvert les voies de la colonisation agricole.

Simultanément, l'inflation démographique et les crises agricoles qui affligeaient d'autres provinces ont déraciné les paysans marginalisés et les ont précipités vers les espaces orientaux.

Cette migration soudaine que le gouvernement a encouragée parcequ'elle offrait une solution apparente aux problèmes du moment n'avait pu être planifiée et n'a pas été encadrée, faute d'études préalables et d'un appareil administratif adéquat.

I.9. Faillite et reprise en main de la colonisation

Les colons se sont répandus partout où l'infrastructure la plus rudimentaire leur donnait accès, sans considération de bons ou de mauvais sols. Dépourvus de moyens financiers et techniques, il leur faut d'abord survivre au dépens des ressources primaires (notamment du bois) de telle sorte qu'elles sont exploitées à perte et précocement détruites. Faute d'infrastructure commerciale, la production stagne au niveau de l'autosubsistance à moins d'être

accaparée par quelques privilégiés qui spéculent sur le dénuement des autres. La "vocation pastorale" de la R.A.E. ayant été proclamée par l'opinion publique et soutenue par l'administration, les espoirs et les efforts des colons tendent à l'extension des pâturages, sans considération de l'aptitude des sols ni des répercussions écologiques.

Il est bientôt apparu à certains que les ressources naturelles étaient en voie de destruction et les productions décevantes. Les indigènes se voyaient menacés sans que les colons soient satisfaits tout autant. En l'absence toutefois de documents, de doctrines et de références, un constat objectif de l'échec ne pouvait être formulé sans contestations non plus qu'une solution rationnelle ne pouvait s'imposer.

C'est dans ces conditions que des accords particuliers signés en janvier 1976 ont confié à l'ORSTOM (assesseur du *Programme National de Regionalisation agricole* - PRONAREG - au sein du *Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage*) la responsabilité d'un diagnostic initialement limité à la Province du NAPO. A notre initiative et dans le cadre des accord de 1977, ce diagnostic a été étendu à l'ensemble de la R.A.E.

Pour que notre intervention soit efficace, il manquait un interlocuteur qualifié. Celui-ci fût constitué par la *Loi de Colonisation* de 1978 qui a créé l'*Institut National de Colonisation de la R.A.E.* (INCRAE). L'activité de PRONAREG-ORSTOM tend donc à s'insérer dans celle de l'INCRAE.

I.10. Les problèmes immédiats de l'aménagement

Les objectifs d'un aménagement régional sont variés. Ils éveillent des intérêts ou des susceptibilités antagonistes, se font concurrence dans l'espace et se chevauchent dans le temps.

Préserver le capital biologique et la stabilité des écosystèmes. Assurer la survie physique et culturelle des communautés indigènes. Accueillir les colons et élever leur niveau de vie. Concevoir, expérimenter et vulgariser des systèmes de production stables. Garantir la sécurité des frontières. Assurer la soudure entre la "colonisation spontanée" dont il faut gérer les erreurs et "l'aménagement intégral concerté" dont il faut définir les principes et appliquer les résolutions... Telles sont les tâches qui incombent à l'INCRAE.

Parmi les documents de base, ~~absolument~~ indispensables à l'inventaire des problèmes et à la conception d'un plan, une représentation simple et synthétique de la réalité morpho-pédologique de la R.A.E. s'inscrivait au premier rang. Un critère régissait sa réalisation: *l'urgence*.

Nous avons défini notre méthodologie en conséquence.

2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE MORPHO-PEDOLOGIQUE DE LA R.A.E.

2.1. Principes directeurs

Pour contrôler une situation éminemment évolutive et répondre au critère d'urgence, une information sommaire mais actuelle est plus utile qu'une information détaillée mais tardive.

Les documents classiques sont indispensables mais non pas suffisants. Leur publication n'est pas une fin en soi; leur aspect importe moins que leur adéquation aux problèmes de l'heure et la rapidité de leur diffusion. Aucune pratique d'école ne saurait constituer une référence systématique.

Tous les facteurs d'une dégradation ou d'un redressement de la situation sont interdépendants. Aucune observation se doit être négligée dans une région si mal connue, ce qui exclue les oeillères disciplinaires.

2.2 La documentation de base

Le seul fond topographique officiellement disponible fut jusqu'en 1979 la carte à 1/1 000 000 de l'*Institut Géographique Militaire* récemment agrandie à l'échelle 1/500 000.

La couverture photographique est notre document fondamental. Les photos sont pour la plupart à l'échelle 1/60 000. Il est inévitable qu'elles comportent des distorsions et des manques, surtout en ce qui concerne le versant andin.

L'information LANDSAT n'a pas encore été l'objet d'une exploitation systématique qui ne peut être improvisée. Les "images" exploitables sont d'ailleurs rares et ne couvrent pas l'ensemble de la R.A.E. en raison de la nébulosité. Elles ne sont utilisées que pour l'amélioration du fond planimétrique.

2.3. Le travail de bureau

La photo-interprétation s'effectue au stéréoscope. Des mosaïques sont assemblées, décalquées puis réduites aux échelles adéquates. Une restitution est opérée au moyen d'un pantographe optique sur les fonds planimétriques de l'I.G.M.; éventuellement précisés à partir des "images" LANDSAT et des photographies aériennes.

L'échelle retenue pour la diffusion finale est celle de 1/500 000 mais nous disposons de documents plus fins à usage interne.

Nos études visent à distinguer et qualifier le relief, le drainage et les sols. Ceux-ci ne peuvent être connus que sur le terrain mais l'expérience a montré une corrélation fiable avec le relief et le drainage; les extrapolations sont donc justifiées.

2.4. Le travail de terrain

Seules, la marge occidentale de la R.A.E. et la zone pétrolière disposent d'un réseau routier quelque peu ramifié. Le reste ne peut être atteint que par le réseau fluvial (très partiellement ou temporairement navigable), par avion (selon les possibilités des missions religieuses qui ont créé la majorité des pistes et assurent la quasi-exclusivité du trafic), ou à pied.

Nos prospections sont trop dispersées dans l'espace et dans le temps pour justifier la disponibilité permanente des moyens de transports et du personnel adéquats. Ceux-ci doivent donc être sollicités spécialement à chaque occasion.

Les prospections ont pour but de vérifier les données de la photo-
interprétation, d'identifier les sols et de justifier les extrapo-
lations. Nous avons reconnu au moins une fois chacun des principaux
types de paysages.

Il nous est pratiquement impossible de faire creuser des fosses et nous
nous contentons d'observations et prélèvements effectués à la tarière.
Le nombre des prélèvements est limité par le portage à dos d'homme, l'
évacuation en avions légers, ainsi que les coûts d'expédition et d'ana-
lyse en France. (1).

- (1) Pour nous assurer une fiabilité constante des résultats, nous avons
confié toutes nos analyses au Laboratoire Centraux de l'ORSTOM
(BONDY). Les déterminations se limitent aux exigences d'une carac-
térisation taxonomique et du potentiel de fertilité.

2.5. Classifications et légendes

Nos cartes distinguent les ensembles physiographiques délimités sur photos
après vérifications sur le terrain, autrement dit les *paysages*. D'ail-
leurs, l'aménagement doit prendre en compte l'ensemble relief + drainage +
sol et non pas l'un de ces éléments isolément.

À notre échelle, on peut admettre que les unités physiographiques cor-
respondent à des unités pédologiques, étant entendu qu'il ne s'agit pas
d'unités taxonomiques pures. La référence à la U.S.D.A. Soils Taxonomy
nous est imposée par la convention MAG-ORSTOM. Elle présente l'avantage
de conceptualiser brièvement la nature et les potentialités des sols.
Elle est la seule connue des pédologues nationaux.

3. LES RESULTATS TECHNIQUES: MORPHOLOGIE ET SOLS DE LA R.A.E

3.1. Le versant andin

Ce versant appartient à l'Amazonie du point de vue hydrologique et admi-
nistratif mais il est évident que les paysages de haute-montagne qui le
limitent se rattachent plutôt au domaine de la Sierra, étudié par une
autre équipe.

Il s'étage entre 6000 et 600 mètres d'altitude. La pente moyenne calculée
est de 6/100. Les pentes réelles sont infiniment variables, parfois très
fortes et coupées d'accidents profonds.

Le substrat est essentiellement formé de schistes et de grès, parfois de
granites ou de roches sédimentaires et aussi de produits volcaniques d'
âges divers. Deux volcans présentent une activité quotidienne.

3

Entre les parallèles 1°N et 3°S, l'ensemble est presque entièrement recouvert d'une couche de 1 à quelques mètres de cendres sur lesquelles sont développés les sols. Selon l'altitude, les précipitations et la saturation atmosphérique (les plus fortes ~~parfois~~ se situent entre 1500 et 600 mètres d'altitude, atteignant 6500 mm), on distingue des sols sableux, argilo-allophaniques ou allophaniques, très riches en matière organique (*Vitrandepts*, *dystrandepts* ou *hydrandepts* de la U.S.D.A. Soils Taxonomy). Les *hydrandepts* sont de beaucoup les plus représentés: ils sont sursaturés d'eau et complètement lixiviés.

Au sud du parallèle 3°S, les sols sont développés directement sur les substrats et sont donc assez diversifiés mais généralement très érodés.

3.2. Les cordillères secondaires

Parallèlement à la grande cordillère s'étend une série de reliefs d'altitude inférieure à 2500 mètres. Ils correspondent à des structures sédimentaires tectonisées (excepté les cônes volcaniques du SUMACO et du PAN DE AZUCAR, proches de 4000 m). Très accidentées dans l'ensemble, ces cordillères comportent des plans structuraux plus ou moins inclinés et disséqués. On y trouve ~~petites~~ zones karstiques.

Elles ne sont que partiellement couvertes de cendres: les sols sont donc soit des *hydrandepts* soit des sols divers, généralement très érodés.

3.3 Cones de déjection, structures tabulaires et reliefs dérivés

Un énorme cône de déjection occupe la partie centrale du piémont andin. Il comporte plusieurs générations de dépôts plio-quadernaires dont la continuité a été rompue transversalement par la tectonique et qu'une érosion radiale a profondément disséqués. Ses témoins se déploient en éventail, sous forme de plateaux disséqués puis de reliefs dérivés.

À l'amont, on observe des épaisseurs considérables de conglomérats à galets et sables d'origine volcanique dont l'ensemble conserve un aspect tabulaire. Néanmoins les couches supérieures ont été très profondément météorisées et modelées en petites collines (demi-orange). Une couche de cendres recouvre le tout de sorte que les sols sont des *hydrandepts*.

À l'aval, des conglomérats analogues se retrouvent au sud du rio PASTAZA, moins météorisés toutefois et sans recouvrement de cendres. Au nord de ce rio, ils font place à des grès verdâtres riches en minéraux volcaniques (grauwackes). Les structures tabulaires sont d'abord très nettes, puis se dégradent en reliefs dérivés qui se raccordent à la "mer de collines".

Tant sur conglomérats que sur grauwackes, l'approfondissement et l'évolution des sols sont très variables. On distingue des *typic eutropepts*, des *oxic dystropepts* et des *umbriorthox*. Leurs traits communs sont la couleur brune et la présence d'argiles halloysitiques.

3.4. La "mer de collines"

En contrebas des cordillères et des structures tabulaires, soit entre 600 et 240 mètres d'altitude, s'étend^{ent} de grands ensembles de collines nivellées entre elles. Chaque ensemble paraît dérivé d'une structure sédimentaire sub-horizontale. La pente générale n'est plus ici que de 0,1/100.

La météorisation de ces sédiments marins d'âge tertiaire est ancienne et parfois très profonde: les galets de couches conglomératiques sont totalement argilifiés. Cependant les sols ont du être rajeunis. Ils sont rouges, peu profonds, compacts et très lixiviés (*oxic dystropepts*).

3.5. Plaines d'épandage et terrasses alluviales.

Au réseau fluvial actuel sont associés des terrasses dont les matériaux sont potentiellement riches mais dont les dimensions sont limitées et le drainage souvent insuffisant.

Beaucoup plus importants par leur étendue et leur intérêt économique sont les dépôts qui semblent provenir de divagations anciennes du réseau et dont ni l'extension ni l'épaisseur ne sont plus en rapport avec la situation et la compétence des cours d'eau qui les drainent. Ils reposent sur les argiles tertiaires, localement arrasées.

Ces dépôts comportent des sables et des limons stratifiés, d'origine volcanique. Les sols sont généralement profonds, meubles et fertiles (*eutropepts*, *dystrandepsts*, *andic dystropepts*, *vitrandepsts*).

3.6 Les zones marécageuses

Les différents aspects des cours d'eau et marécages dont l'extension croit vers l'aval de la R.A.E. s'expliquent par un surcreusement ancien, suivi ou non d'un comblement.

L'apport des rios qui disposent de débits solides importants a colmaté leurs vallées et ennoyé la base des massifs collinaires voisins. Cependant, de vastes dépressions subsistent a l'arrière des bourrelets de berges: elles ne sont remblayées que par décantation d'argiles et accumulations de matières organiques (*tropofibrists*).

Là ou le débit solide est limité sont les *aguas negras*, colorées seulement par des matières organiques. Elles occupent des vallées encore profondes, domaines de forêts aquatiques d'une surprenante beauté.

Les matériaux des berges et des dépressions sont potentiellement riches, mais difficilement drainables.

3.7. Fertilité naturelle des sols et aptitudes des divers paysages de la R.A.E.

Les aptitudes des paysages que nous avons cartographiés et qui viennent d'être succinctement décrits résultent des possibilités ou des limitations qui sont offertes par leur modelé, leur drainage et la fertilité naturelle de leurs sols.

Il nous faut signaler que les avantages apparemment liés a un modelé plan ou a un drainage efficient ne sont pas évidents pour tous, non plus que les limitations liées aux fortes pentes ou aux terrains marécageux. Quelques communautés, fidèles a la vie *sylvestre*, se maintiennent sur des territoires qui conviennent a leur *culture* bien qu'ils puissent paraître défavorisés. Par ailleurs, les *pionniers* agissent comme si leur énergie, appuyée sur la mécanisation, ne devait tenir compte d'aucun obstacle. Quant a la fertilité des sols, elle semble le plus ignoré et le plus négligé des trois critères d'aptitude.

Or, prospections et analyses ont montré que les potentiels de fertilité des divers sols de la R.A.E. sont extrêmement dissemblables, ce qui implique l'extrême disparité d'aptitude des paysages correspondants - sans préjudice des critères de modelé et de drainage.

Les meilleurs sols (ceux des plaines d'épandage en particulier) présentent, en plus de bonnes caractéristiques physiques, des sommes de bases échangeables proches de 20 meq/100g, avec des taux de saturation compris entre 20 et 80%.

* ↓ Les plus mauvais qui sont ceux des collines sont peu profonds et très compacts. Les sommes de bases échangeables y sont ~~inférieures à 0,5 meq/100g~~ (1). De plus, leur teneur en aluminium échangeable est toujours excessivement élevée.

On ne saurait trop insister sur ces disparités. Dans les meilleurs cas en effet, les qualités des sols justifient non seulement leur exploitation mais encore la recherche d'un système de production de type intensif. Dans les moins bons cas par contre, il est illusoire d'escompter une production agricole ou pastorale soutenue et rentable. Il n'est donc plus possible de traiter des sols de la R.A.E. ni de leur prétendues vocations en termes généraux. La définition des objectifs de production, des méthodes et des terrains d'application doit être fondamentalement subordonnée à la réalité des choses. (2)

- (1) Ces chiffres concernent les horizons minéraux. On sait que les horizons organiques sont beaucoup mieux pourvus puisqu'ils s'intègrent au *circuit* de l'écosystème, mais ils sont très peu épais, vulnérables et destinés à disparaître en cas de défrichement *mécanisé ou de ratissage*.
- (2) Dans cet article, les données descriptives et analytiques sont intentionnellement réduites au minimum. Nous voulons insister exclusivement sur les modalités et la finalité de notre intervention en Amazonie (problématique et aménagement). Les résultats techniques ont été publiés en espagnol. Ils pourraient être exposés dans un article ultérieur dont l'orientation serait nettement différente.

4. LES RESULTATS PRATIQUES: ESQUISSE D'UN AMENAGEMENT DE LA R.A.E.

L'objet d'un aménagement est de distribuer les *projets* dans l'espace disponible, à la place qui leur convient, en application de quelques idées simples et cohérentes.

- Les zones d'intérêt bio-écologique prioritaire et de potentiel économique faible ou nul doivent être protégées. Il s'agit surtout du versant andin, des cordillères secondaires, de certains marécages et des bassins versants qui leur correspondent.

- Les territoires nécessaires à la survie des groupes indigènes doivent aussi être protégés. ~~Ces~~ ^{Certains} concessions prêtent d'autant moins à contestation de la part des *pionniers* que leur potentiel agro-pastoral est faible tandis que leurs ressources *sylvestres* sont satisfaisantes. Ces territoires constituent par ailleurs des réserves naturelles *de flore et de faune*.

* Rectification ligne 10 - Les sommes de bases échangeables y sont inférieures à 0,5 meq/100g avec des taux de saturation inférieurs à 5 % (1). De plus ...

- Les zones douées de fortes potentialités agricoles doivent être mises à la disposition des ~~colons~~^{cultivateurs}, ou d'entreprises agro-industrielles, avec la volonté d'en tirer un parti intensif.

Ces principes sont simplistes, et l'INCRAE qui hérite des erreurs du "spontanéisme" devra ajuster ses décisions aux contingences. Néanmoins, il n'y a pas d'avenir écologique ni socio-économique pour la R.A.E. en dehors d'un tel schéma. Le MAG et l'INCRAE en ont pris acte.

Soulignons qu'aucun aménagement n'a été concevable avant la réalisation de nos premiers documents. En ce qui concerne les Parcs ou Réserves par exemple, d'une part il était impossible de les délimiter tant qu'aucune carte ne définissait leurs contours naturels, d'autre part leur protection pouvait être contestée tant que leur potentiel agro-pastoral n'avait pas été évalué et que toute convoitise à leur égard n'avait pas été écartée.

La localisation respective des zones à développer et des zones à protéger est également indispensable à la conception d'un réseau routier. Celui-ci a été esquissé sur une carte thématique, expressément dressée par nos soins.

5. RESULTATS CONNEXES: PROBLEMES PARTICULIERS DE LA COLONISATION

Ayant révélé l'extrême disparité de leurs potentialités, l'inventaire des sols a mis en lumière quelques erreurs initiales de la colonisation qui méritent d'être mentionnées.

5.1. L'occupation inconsidérée des mauvais sols et le dangereux mirage de l'élevage.

Parmi les terres colonisées, certaines sont de nature telle que toute entreprise y est condamnée à l'échec. Il est néfaste de relativiser ce verdict ou de professer qu'à défaut de cultures on pourrait développer l'élevage. Cette attitude ne mènera qu'à la marginalisation socio-économique des exploitants à travers une destruction irréversible du capital bio-écologique.

Quant à la prétendue vocation pastorale de la R.A.E., elle relève d'une intoxication particulièrement nocive des colons, des indigènes qui s'y laissent gagner et de quelques administrations qui la soutiennent.

Les dégâts causés par l'élevage en Amazonie ont été maintes fois dénoncés: l'établissement des pâturages implique la destruction la plus radicale de l'écosystème forestier, sol inclus; l'introduction du bétail dénature les horizons superficiels du sol par piétinement comme nous l'avons constaté en toutes occasions.

Sur les "mauvais sols", on ne peut maintenir un pâturage appétent et nutritif, ce qui entraîne la fuite en avant vers de nouveaux défrichements. Sur les "bons sols" l'élevage est une forme de sous-exploitation. Le rendement financier à l'hectare est très inférieur à celui des cultures et ne saurait justifier ni la destruction du milieu forestier ni l'occupation même du sol.

5.2. Le problème capital de la surface des lots de colonisation

La réhabilitation économique et sociale des migrants constitue l'un des objectifs primordiaux de la colonisation. Pour la mener à bonne fin, il aurait fallu définir préalablement le niveau de vie auquel on souhaitait les élever, puis évaluer les surfaces adéquates en fonction des aptitudes des sols. Or, les bases de cette évaluation faisant initialement défaut, la surface des lots a été fixée uniformément à 50 hectares. Cette procédure arbitraire, grosse de conséquences, constitue un exemple typique des erreurs qu'on eût évitées si l'inventaire morpho-pédologique de la R.A.E. avait précédé la colonisation au lieu de suivre.

Les zones objectivement aptes au développement agricole sont restreintes (on peut les évaluer à 10% de la R.A.E.). Le nombre de bénéficiaires sera d'autant plus faible que les surfaces sont grandes et peu proportionné au nombre de candidats. De plus, le propriétaire d'une grande surface n'étant pas incité à maximaliser ses rendements, les meilleurs sols resteront sous-exploités.

La dimension de ces lots a été justifiée par la nécessité de reconstituer la fertilité des sols par une jachère. Ceci se conçoit dans une perspective extensive dont on ne devrait pas se contenter là où l'on dispose de sols d'excellente qualité. Seules les méthodes intensives sont génératrices de progrès et répondent aux exigences de la conjoncture.

6. CONCLUSIONS

La haute Amazonie était restée longtemps l'une des dernières *terrae incognitae* du globe. Si l'on avait pressenti l'imminence et l'importance de la mutation actuelle, il aurait paru nécessaire et passionnant de l'étudier préalablement. On ne peut aujourd'hui que déplorer le retard pris par rapport au développement et tenter de regagner le temps et le terrain perdu.

A une situation d'urgence, nous avons adapté une méthodologie sommaire afin de réaliser en un délai restreint les documents les plus indispensables. Les résultats se traduisent très positivement par les mesures récemment prises, ou envisagées, en vue d'un aménagement régional rationnel.

Dans la mesure où la documentation morpho-pédologique détermine les options de l'aménagement, l'auteur s'y trouve engagé moralement autant que techniquement. L'objectivité scientifique est un retranchement illusoire; d'une part, les délais et les moyens impartis n'assurent pas cette objectivité; d'autre part nous décevrons nos partenaires si nous nous refusons à certains choix.

Dans le cas présent, l'option s'est portée sur l'écologie à laquelle s'opposerait spécieusement le développement. L'expérience, la littérature et le conseil de quelques experts semblent ratifier la part de choix que nous avons consentie.

Une question reste posée: est-il justifié de violer ce sanctuaire de la nature qu'est la R.A.E. tandis que d'autres régions équatoriennes pourraient produire plus, à moindres frais et moindres risques? La question restera suspendue tant qu'une priorité n'aura pas été définie et motivée à l'échelle nationale, pour le développement de l'une ou l'autre des régions dont PRONAREG et l'ORSTOM poursuivent l'inventaire.

Références bibliographiques.

Los recursos naturales renovables y el desarrollo regional amazonico-IICA-TROPICOS, bol. n° 28, Turrialba, Costa-Rica, 1979 - 2 p.

Seminario sobre manejo de sistemas ecologicos y alternativas de producción agro-silvo-pastoril de la región amazónica ecuatoriana - IICA-TROPICOS, Bol. n° 29, Turrialba, Costa-Rica, 1979 - 2 p.

L'Ecologie, vol. 2; Ecosystemes et biosphère - Min. Ed. Nat. et Culture, Bruxelles, Sér. Documentation n° 23.

DE NONI (G.) et GUEVARA (O.) - 1980 - Reconocimiento cartografico de la Región Amazónica Ecuatoriana, Provincia de Pastaza - MAG-ORSTOM, Quito, multigr. 36 p. et carte 1/500 000 en couleurs.

SASTRE (C.) - 1980 - Fragilité des écosystemes guyanais: quelques exemples-Adansonia, sér. 2, 19 (4): pp. 435-449 - Paris.

SOURDAT (M.) et CUSTODE (E.) - 1977 - Reconocimiento morfográfico y edafológico de la Amazonia ecuatoriana, zona nor-oriental - MAG-ORSTOM, Quito, multigr. 15 p. et carte 1/500.000.

SOURDAT (M.) et CUSTODE (E.) - 1978 - Suelos del nororiente, características físico-químicas y su fertilidad - MAG-ORSTOM, Quito, multigr. 28 p., 3 diagr. et 1 carte 1/500.000.

SOURDAT (M.) et CUSTODE (E.) - 1978 - Datos adicionales, 2 p., 1 diagr.

SOURDAT (M.) et CUSTODE (E.) - 1980 - Problemática del manejo integral y estudio morfo-pedológico de la región amazónica ecuatoriana - MAG-ORSTOM, Quito, multigr. 17 p.

SOURDAT (M.), CUSTODE (E.) et MUÑOZ (A.) - 1980 - Provincia de Morona Santiago, parte norte, carta pedo-geomorfológica, informe provisional - MAG-ORSTOM, Quito, multigr. 12 p. et carte 1/500 000.

TRICART (J.) - Ecologie et développement: l'exemple amazonien - Ann Géogr., n° 481, pp 257-291.

*

* *