

Paysages et sols de l'amazone équatorienne entre la conservation et l'exploitation

Les milieux naturels de l'Amazonie équatorienne¹ sont restés longtemps méconnus. A défaut d'une perception globale qui requièrerait le concours de nombreuses disciplines, les études morpho-pédologiques qui ont été réalisées par le PRONAREG et l'ORSTOM entre 1976 et 1985 en ont offert une première approche systématique : elle procède de la délimitation des principaux *paysages* et de l'identification des *sols* qui leur sont assortis.

L'AE, c'est la partie périphérique du bassin amazonien voisine de la ligne équinoxiale et adossée au secteur le plus intensément volcanique de la cordillère des Andes. C'est une région originale. Si divers que soient ses milieux naturels, des glaciers aux marécages, leur nature et leur localisation ne sont pas quelconques. Elles sont déterminées par l'ordonnance des structures géologiques et des gradients climatiques en un système cohérent. Pour en rendre compte dans le cadre de ce bref exposé, il nous suffira d'établir l'organigramme de quinze paysages primordiaux et de caractériser neuf types de sols prédominants.

I. LES PAYSAGES

A. Altitudes et reliefs

Les versants des Andes s'étendent entre 6 000 et 1 000 m d'altitude environ. Leurs dénivellations, de très grande ampleur, sont raccordées par de très fortes pentes, coupées d'accidents nombreux et profonds. Les reliefs subandins sont étagés entre 3 000 et 600 m, plus modestes mais encore vigoureux et contrastés. Quant aux formations périandines, elles sont étagées au-dessous de 600 m, soit en buttes-témoins, gradins ou plaines plus ou moins disséqués, soit en collines, soit en terrasses et bas-fonds dont le régime hydrologique est toujours critique.

(*) Pédologue de l'ORSTOM - Paris

(**) Pédologue de PRONAREG - Quito

1. AE dans la suite du texte.

B. Climats

Il n'y a pas de saison thermique sous ces latitudes mais les températures diminuent proportionnellement à l'élévation des altitudes. Les températures moyennes du sol (supérieures à 2°C à celles de l'air) sont de 22°C à 1 200 m, de 15°C à 2 500 m et de 8°C à 3 800 m.

Les hauteurs de précipitations sont rarement inférieures à 2 000 mm (sauf en altitude et à l'extrême sud), généralement voisines de 3 000 mm et atteignent 7 000 mm sur le flanc inférieur des Andes. L'air est saturé d'humidité.

C. Végétation

La forêt tropicale dense prédomine. Elle s'adapte à l'altitude ou aux sols trop peu profonds par des formes prostrées. En zones marécageuses, elle cède le pas aux formations ouvertes à palmiers. Elle entretient des litières et des horizons humifères bien fournis surtout en altitude mais elle est partiellement convertie en cultures et en pâturages.

Organigramme des paysages

Unités de la carte	Référence aux sols
Le versant amazonien des Andes	
11. Glaciers	-
12. Edifices volcaniques, hautes crêtes rocheuses et <i>páramos</i> ² recouverts de cendres	01 + 04
15. Hauts versants disséqués du nord et du centre, recouverts de cendres	04
18. Hauts versants disséqués du sud	08
L'amazone subandine	
21. Reliefs structuraux ou karstiques du haut-Napo et zones ravinées, recouverts de cendres	04 + 01
22. Reliefs structuraux du haut-Santiago avec leurs tables, <i>cuestas</i> et chevrons frangeants	01 + 08
24. Reliefs disséqués ou remaniés du couloir de Limon-Indanza	07
25. Hautes collines subandines et chevrons gréseux	08 + 05 + 01

2. *Páramos* : équivalents andins des alpages.

L'Amazonie périandine

31. Vieux piémont central : <i>mesas</i> ³ et reliefs dérivés	09a
32. Piémonts indifférenciés proches : plateaux couverts de cendres	04
33. Gradins médians du 2d piémont : plateaux et plaines	09b
34. Gradins éloignés du 2d piémont : plaines, terrasses et cordons sableux	09c
35. Piémonts collinaires du sud	08
41. Collines périandines	05
42. Complexe fluvial : terrasses et marécages	02 + 03 + 06

II. LES SOLS**A. Profils, sols, couvertures et codes**

A tout inventaire pédologique correspond un niveau de perception. Il dépend de l'échelle adoptée. Il est ajusté à l'accessibilité du terrain, aux moyens mis en oeuvre, etc. Dans le cas présent, c'est une perception très grossière qui nous a été imposée. A ce niveau et compte tenu de la diversité propre aux *profils* de sols tels qu'on les observe dans la nature, ce qui peut être défini et délimité n'est généralement pas un *sol* (l'extension homogène d'un seul et même profil) mais plutôt une *couverture pédologique* : l'extension de profils similaires, distincts des profils de toute autre couverture quelle que soit leur variabilité propre.

La similitude des profils d'une couverture est définie par les limites de variations de quelques traits et paramètres. Or, les traits et paramètres qui définissent l'appartenance ou l'exclusion d'un profil par rapport à une couverture ne sont généralement pas les mêmes que ceux qui les définissent par rapport aux taxonomies usuelles. Réciproquement, on ne pourrait attribuer une extension géographique aux catégories d'une taxonomie.

Si les connotations attachées à un langage taxonomique ajoutent ou retranchent indûment à la perception des objets naturels, l'emploi de ce langage doit être évité. C'est pourquoi nous avons, quant à nous, codé les couvertures pédologiques dont nous avons constaté l'existence et les limites. Nous l'avons fait en termes de couleurs pour substituer des mots brefs et simples à de longues définitions. Il se trouve que dans l'AE, les couleurs sont souvent les seuls critères communs aux profils d'un ensemble. Leur avantage essentiel, c'est d'être perceptibles par tout un chacun.

3. *Mesas* : reliefs tabulaires.

B. Méthodes et terminologie

- L'étude a porté sur 400 profils dont 170 ont fait l'objet de déterminations analytiques dans les laboratoires *ORSTOM* de Bondy.
- L'acidité d'une couverture est notée : X/Y, X étant le pH moyen des horizons A et Y le pH moyen des horizons B. Il s'agit du pH (eau) - 20 g/50 ml.
- S = somme des bases échangeables extraites par l'acétate d'ammonium à pH 7 - en mé/100 g de sol.
- T = capacité d'échange cationique mesurée par l'acétate de calcium à pH 7, en mé/100 g de sol. T/A : la même rapportée à 100 g d'argile.
- V = S/T : saturation du complexe d'échange en %. Un matériau est dit *eutriqué*, *mésodystriqué*, *dystriqué* ou *perdystriqué* pour des valeurs de V dont les seuils sont 50 %, 20 % et 07 %.
- m = indice de KUMPRATH = $100 \text{ Al} / (\text{Al} + \text{S})$, Al étant la teneur en aluminium échangeable extrait par le chlorure de potassium. Un matériau est dit *aluminotoxique*, *fortement aluminotoxique* ou *pertoxique* aux seuils respectifs de 25, 60 et 85 de l'indice m.
- R = résidu insoluble de l'attaque totale triacide.
- Ki = rapport moléculaire $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ selon la même attaque. Le seuil théorique de 2.00 (pratiquement 2.20) sépare les matériaux bisiallitiques et monosiallitiques.
- Les minéraux argileux ont été déterminés par diffractométrie des rayons X, au niveau exploratoire.
- A l'état naturel sous forêt, les horizons A de tous les sols évolués sont semblables et ne donnent pas lieu à commentaires. Sauf indication contraire, les traits et paramètres étudiés sont ceux des horizons B.
- Certains horizons B présentent des caractères argiliques de sorte que les profils correspondants seraient des ultisols de la USDA Soil Taxonomy. Cependant, ces caractères ne sont jamais nets et il n'apparaît nulle évidence d'une véritable translocation d'argile. De plus, il n'y a pas lieu de transposer à la couverture le caractère de quelques profils. Pour ne pas entretenir une constante indétermination taxonomique, nous n'en avons pas tenu compte.

1) Sols minéraux bruts ou peu évolués (blancs)

De tels sols prédominent surtout à la surface des paysages qui ont été façonnés par le volcanisme et l'érosion glaciaire ou par la dissection de roches dures quartzieuses. Ils sont évidemment dépourvus de potentiel productif.

2) Sols alluviaux des terrasses (gris)

Il s'agit de l'ensemble des sols alluviaux non marécageux des vallées, pour la plupart submersibles ou mal drainés. Ils conservent leur aspect originel de dépôts

stratifiés, sables/limons. Les minéraux primaires sont abondants, notamment les minéraux et verres volcaniques. Les minéraux argileux sont variés, à dominance de montmorillonite avec kaolinite, illite, chlorite et parfois gibbsite mêlées. L'acidité est faible (6.0/5.7) ; la désaturation est variable, faible à modérée (V entre 30 et 90 %). La fertilité intrinsèque est élevée mais les potentialités réelles sont restreintes par les variations de textures et le manque de drainage.

3) Sols hydromorphes des marécages (bleus)

A la surface des marécages, les plus remarquables sont les *sols organiques fibreux (hydric tropofibrists)* : 1 à 3 mètres de fibres végétales surmontent des horizons argilo-limoneux gris-bleus, constitués de montmorillonite, illite, kaolinite (Ki voisin de 2,70). Ils sont très acides (4.5) au niveau organique, modérément au niveau minéral (de 4.5 à 6.5) ; celui-ci est plus ou moins désaturé (de 20 à 90 %). Cet indice de fertilité est virtuel en raison du caractère marécageux et de la présence des horizons organiques.

4) Sols beiges formés sur cendres volcaniques

Un manteau de cendres de 1 à 5 mètres d'épaisseur s'étend sur d'importantes parties des Andes et du piémont. Au-dessous de 3 000 m d'altitude, les sols prédominants sont des *andosols perhydratés (hydrandeps)*.

Ils présentent des profils profonds de type ABC/R2, pourvus d'horizons humifères diffus profonds, d'horizons B homogènes, beiges (IOYR4/4) et d'horizons de cendres météorisées beige-ocre (IOYR5/8) massifs, excessivement friables ; la teneur en eau est de 100 à 300 %. Ils fossilisent des roches météorisées ou des sols rouges tronqués. Ils sont constitués de minéraux primaires altérés et de quartz fins, d'allophanes alumineux, de gibbsite et d'hallowite (Ki entre 1.40 et 1.00 avec T/A très élevée). Ils sont perdystriques (V entre 04 et 00 %) mais l'acidité reste modérée (5.2/5.8). La libération d'aluminium toxique est imprévisiblement variable (m entre 20 et 70).

Leur fertilité intrinsèque est très faible. Les potentialités des paysages concernés le sont parfois plus encore, eu égard aux pentes et aux climats. Le mode d'exploitation habituel est inadapté, notamment l'élevage car le piétinement dénature ces sols qui sont physiquement fragiles.

5) Les sols rouges des collines périandines

Cette couverture pédologique – la plus étendue de l'AE – associe divers sols rouges peracides (4.2/4.5) de type A(B)C(R) caractérisés par la prédominance des horizons altéritiques dont le développement dépasse la profondeur des coupes courantes et ne laisse jamais voir la roche saine. Les horizons A sont similaires mais les horizons B diffèrent notablement d'un profil à l'autre car la dissection collinaire recoupe imprévisiblement telle ou telle strate du matériau originel : pélites, grès et conglomérats alternés, d'âge miocène.

Les uns (*rouges M*) sont clairs (5YR5/8), peu différenciés, prolongés à faible profondeur (0,50 à 1,50 m) par une plinthite ; argileux (A entre 30 et 60 %) et

compacts ; constitués de montmorillonite, illite, vermiculite et kaolinite (Ki entre 3,00 et 2,20 avec T/A supérieure à 24 mé), associées à un taux élevé de quartz (R entre 30 et 60 %) et à moins de 15 % d'oxydes. Ils sont dystriques ou perdystriques (V entre 20 et 01 %) et peraluminotoxiques (m entre 80 et 98).

Les autres (*rouges K*) sont plus foncés (2,5YR4/8), plus profonds, apparemment mieux organisés et drainés ; plus argileux (A de 40 à 80 %) ; constitués de kaolinite et d'un peu de gibbsite (Ki entre 2,00 et 1,90 avec T/A inférieure à 24 mé, parfois même à 16 mé), de quartz (R entre 4 et 40 %) et d'oxydes (15 %). Ils sont perdystriques et peraluminotoxiques.

Dans un cas comme dans l'autre, les horizons *A* sont appauvris en argile mais sans traces de translocation en *B*. Il s'agit donc d'une association de *sols ferrallitiques* ou *ferrallitiques, fortement désaturés et appauvris* (par extension de la classification française : CPCS, 1967) ; de *typic* ou *oxic dystropepts* ou encore d'*haplorthox* selon la classification américaine (S.M.S.S., 1983).

La morphologie et les paramètres tels que V et m situent la fertilité intrinsèque de ces sols au plus bas niveau. Compte-tenu du modelé collinaire, les potentialités du paysage sont très restreintes, du moins à l'égard des systèmes agro-pastoraux extensifs habituellement pratiqués.

6) *Les sols bariolés (roses) des vallées*

Ces sols occupent les parties hautes du paysage fluvial. Ce sont des sols de type *rouge* hydromorphes, peracides et perdystriques, peraluminotoxiques, de fertilité quasi-nulle et de drainage problématique. Il convient de ne pas les confondre avec les autres sols de vallées lors des évaluations.

7) *Les sols jaunes de Limon-Indanza*

Ces sols prédominent dans la zone d'affleurement de la série secondaire LIMON (DNGM, 1982). Ils dérivent de fines strates grèsopélitiques, très inégalement gonflées d'eau et météorisées, d'où foirage des pentes et remaniements des profils.

Ils sont jaunes (10YR5/8), sablo-limono-argileux, peracides (4,5/4,8), perdystriques (V inf. à 05 %) et peraluminotoxiques (m sup. à 95). Les données relatives à leur constitution sont contradictoires sans doute en raison des remaniements : Ki entre 2,20 et 1,70, avec de la gibbsite, un peu de kaolinite et aussi illite, chlorite... (avec T/A sup. à 40 mé). Ce serait des *sols ferrallitiques très désaturés, pénévoués* ; des *typic dystropepts*. Leur fertilité intrinsèque est très faible et les potentialités de ce paysage à pentes instables sont très restreintes.

8) *Les sols jaunes et/ou rouges du sud*

La couverture pédologique des hauts versants et piémonts collinaires du sud est développée sur roches métamorphiques, granites, grès ou colluvions de ces roches. Les horizons altéritiques sont généralement profonds mais les profils sont souvent érodés ou remaniés ; rouges ou jaunes, peracides et perdystriques. La gibbsite est habituelle, souvent abondante avec de la kaolinite et de la méta-

halloysite mais il subsiste des argiles complexes (Ki entre 1,00 et 2,00 avec T/A supérieur à 16 mé).

Les plus remarquables se trouvent en altitude au voisinage des cols andins. Pourvus d'horizons organiques épais, ils sont de type ABCR, noir/ jaune/rouge ; peracides (4,2/4,8), perdystriques (V = 01 %) et peraluminotoxiques (m = 98) ; allitiques (Ki = 1,10). Il s'agit de *sols ferrallitiques très désaturés humifères ; d'umbriorthox*. Les profils de piémont sont situés dans un environnement mois sévère mais présentent des paramètres à peine moins excessifs.

La fertilité de ces sols est très faible. Les contraintes qui pèsent sur les paysages à pentes très fortes et/ou instables sont très restrictives : ils devraient être protégés. Les potentialités des collines de piémont sont un peu plus ouvertes.

9) *Les sols bruns des piémonts*

Les piémonts périandins ont été formés par plusieurs générations de nappes détritiques constituées de grès, galets ou sables d'origine volcanique. Toutes ces formations sont caractérisées par des couvertures de sols de couleur brune (7,5YR4/4).

On peut distinguer trois couvertures, assorties à trois paysages distincts, et qui diffèrent assez nettement par la nature des constituants argileux prédominants. On peut aussi distinguer, dans chacune de ces couvertures, divers profils dont l'approfondissement et certains traits impliquent des degrés divers de transformation minéralogique et chimique : profils profonds, moyens ou superficiels. Ces derniers peuvent être considérés comme *initiaux* ou *rajeunis* selon qu'on envisage une évolution progressive (par approfondissement) ou régressive (par érosion).

9a) *Les sols bruns à kaolinite désordonnée des mesas*

Les témoins de la formation plio-quaternaire MESA (DNGM, 1982) sont des tables (*mesas*) et des reliefs dérivés. La résistance des *mesas* est due à des couches horizontales de grès verdâtres, riches en minéraux volcaniques, et les sols surmontent ces grès. Cependant la filiation n'a pu être prouvée. L'interposition d'altérites à « galets mous » est probable, sous réserve d'observation en place.

Les profils typiques sont très profonds (plus de 4 m), homogènes, massifs et friables ; bruns, de texture excessivement argileuse (A sup. à 80 %), appauvris en A, sans indices de translocation d'argile. Les argiles résistent à la dispersion. Il n'y a jamais de plinthite ni d'induration ni de signes d'hydromorphie.

La kaolinite désordonnée prédomine en présence de gibbsite, avec extrêmement peu de quartz (Ki entre 2,00 et 1,70 - T/A inf. à 16 mé - R inf. à 03 %). Ils sont peracides (4,3/4,9), perdystriques (V inf. à 07 %) et fortement aluminotoxiques (m entre 75 et 90). Ce sont des *sols ferrallitiques fortement désaturés ; des haplorthox*.

Il existe des profils de moindre profondeur. La rapprochement du matériau implique des textures moins exclusivement argileuses ; l'acidité, la désaturation et la toxicité aluminique tendent vers des niveaux faibles ou négligeables.

Les profils peu ou moyennement profonds réunissent toutes les conditions de la fertilité dont les profils profonds sont totalement dépourvus. Les potentialités du paysage dépendent donc de leur répartition qui est imprévisible. Elles bénéficient d'un relief faiblement disséqué mais souffrent d'accès difficiles.

9b) *Les sols bruns à halloysite de plateaux du 2d piémont*

La formation détritique pléistocène *MERA* est constituée d'accumulations considérables de galets d'origine volcanique. Ses témoins sont disposés en gradins multiples, plans, non disséqués.

Les profils typiques, analogues aux précédents, sont très profonds (plus de 4 m) et homogènes, bruns, massifs mais friables, excessivement argileux mais avec un taux élevé de pseudoparticules qui résistent à la dispersion. Ils sont peracides (4,8/5,0), perdystriques (V entre 8 et 3 %), fortement aluminotoxiques (m entre 60 et 90). Gibbsite et métahalloysite prédominent en l'absence de quartz (Ki entre 1,80 et 0,70 - T/A inf. à 16 mé - R inf. à 04 %) avec 25 à 50 % d'oxydes métalliques. Ce sont des *sols ferrallitiques fortement désaturés* ; des *haplorthox*. Les horizons altéritiques n'ont pas été observés.

Des surfaces importantes et apparemment individualisées sont couvertes de profils moyennement ou peu profonds (moins de 1 m) au sein desquels les galets s'altèrent en écailles, directement, sans interposition de couches à *galets mous*.

Les textures sont alors moins lourdes, en présence de sables non-quartzeux (R entre 15 et 30 %). L'halloysite remplace la métahalloysite et il semble exister des allophanes mais la gibbsite reste présente (Ki entre 1,50 et 1,70 - T/A très supérieure à 24 mé). Acidité (5,0/5,4), désaturation (entre 15 et 35 %) et toxicité (m voisin de 30) sont modérées. Il s'agit de *sols ferrallitiques moyennement désaturés, pénévoués ou rajeunis* : de *typic dystropepts*.

La fertilité intrinsèque des profils profonds est très faible. Celle des profils moyennement et peu profonds est bonne : ils comptent parmi les meilleurs que l'on puisse trouver dans l'AE. Les potentialités de ce paysage sont donc importantes sous réserve d'une exacte localisation de chaque type de sol et d'un mode d'exploitation adapté.

9c) *Les sols bruns à halloysite-allophane des plaines du 2d piémont*

Les plaines périphériques de la formation *MERA* sont constituées de sables et limons d'origine volcanique. Les profils comportent des horizons stratifiés : un *B* supérieur plus sableux, beige à caractères andiques (thixotropie) ; un *B* inférieur plus limoneux ou argileux (jusqu'à 60 %), brun, massif et friable. Ceux-ci contiennent de la gibbsite et de l'halloysite en présence d'allophanes et de phyllites résiduelles (Ki entre 2.10 et 1.40 - T/A sup. à 50 mé). Ils sont acides (5,4/5,7), mésodystriques (V entre 15 et 45 %), peu ou non toxiques.

A l'extrême périphérie de la formation se trouvent des profils bruns à caractères andiques plus marqués et eutriques. Il s'agit d'une couverture complexe mais généralement très fertile.

III. PANORAMA PÉDOGÉNÉTIQUE DE L'AE

Il est admis qu'à la surface des régions tropicales humides telles que l'AE, le climat exerce sur la pédogenèse une influence primordiale qui privilégie la *ferrallitisation* des sols⁴. Cependant, certaines conditions particulières sont propres à bloquer la pédogenèse, à en limiter l'expression ou à l'orienter vers d'autres voies. De plus, il faut prendre en compte les effets morpho-pédogénétiques des climats anciens et de leurs modifications.

- C'est ainsi que l'érosion, le renouvellement périodique des matériaux ou l'excès d'eau donnent lieu à des sols *bruts, peu évolués, alluviaux ou hydromorphes*.
- Il semble que certains sédiments soient riches en argiles complexes de sorte que leur météorisation en libère plus qu'elle n'en dégrade ; elles subsistent à la base des profils et entretiennent un confinement défavorable à la poursuite du processus. Ce serait le cas des sols *rouges à montmorillonite*. Il est cependant remarquable que la désaturation, l'acidification et l'aluminisation y précèdent la désilicification et soient intenses. Cela donne lieu à des *sols fersiallitiques très fortement désaturés*, autrefois méconnus (CPCS, 1967).
- Certaines couvertures associent des profils diversement profonds et évolués dont les traits et paramètres sont contradictoires. Ils correspondent à divers stades d'évolutions progressives ou régressives, vers le terme typique du processus ou à partir de ce terme. C'est le cas notamment des sols *bruns*.
- Les matériaux volcaniques meubles et riches en verres génèrent préférentiellement des *allophanes*. Il est alors convenu de parler d'*andosolisation* plutôt que de *ferrallitisation*, même si la désaturation et l'allitisation sont extrêmes. C'est le cas des sols *beiges* et de quelques profils bruns à *halloysite-allophanes*.

4. La ferrallitisation tend vers une hydrolyse exhaustive des minéraux primaires altérables et des argiles complexes des roches, par lixiviation des bases (Ca, Mg, K, Na) et de la silice. Elle induit, par concentration relative ou par néogenèse, la prédominance des minéraux peu altérables et des argiles simples : quartz, kaolinite, halloysite, gibbsite et oxydes de fer notamment. Elle implique certaines caractéristiques morphologiques et l'abaissement des paramètres : pH, T, V, Ki.

C'est donc par les sols *rouges à kaolinite*, les sols du sud – d'une certaine façon les sols *beiges* – et les sols *bruns* à terme que la ferrallitisation se manifeste le plus nettement. Les matériaux volcaniques divisés s'y prêtent particulièrement bien. C'est pourquoi l'extension des sols *bruns* (et *beiges*) constitue l'un des traits particuliers de l'AE.

La présence des sols *noir/jaune/rouge* du sud à la limite du paysage rocheux ex-glaciaire montre qu'une intense ferrallitisation peut affecter, jusqu'en altitude, tous les paysages qui n'ont pas été couverts autrefois par les glaciers ou récemment par les cendres.

Les sols *rouges* s'apparentent – sans toutefois s'identifier – aux *latosols* et *red-yellow-podzolic-soils* qui ont été décrits dans d'autres régions amazoniennes (SOMBROEK, 1966). Par contre, on ne trouve en AE ni podzols ni sols sableux jaunes ou rouges (*latosolic sands*). Il ne s'y manifeste ni *stonelines* ni concrétionnement ni indurations.

Par rapport à d'autres parties du monde tropical, le faible degré d'approfondissement, de dégradation minéralogique et d'organisation texturo-structurale des parties hautes des profils de certaines couvertures retient l'attention, parallèlement à la désaturation, à l'acidité et à l'aluminotoxicité qui sont intenses. Les processus de dégradation minéralogique et de lixiviation paraissent ici déconnectés.

IV. RESSOURCES EN SOLS DE L'AE

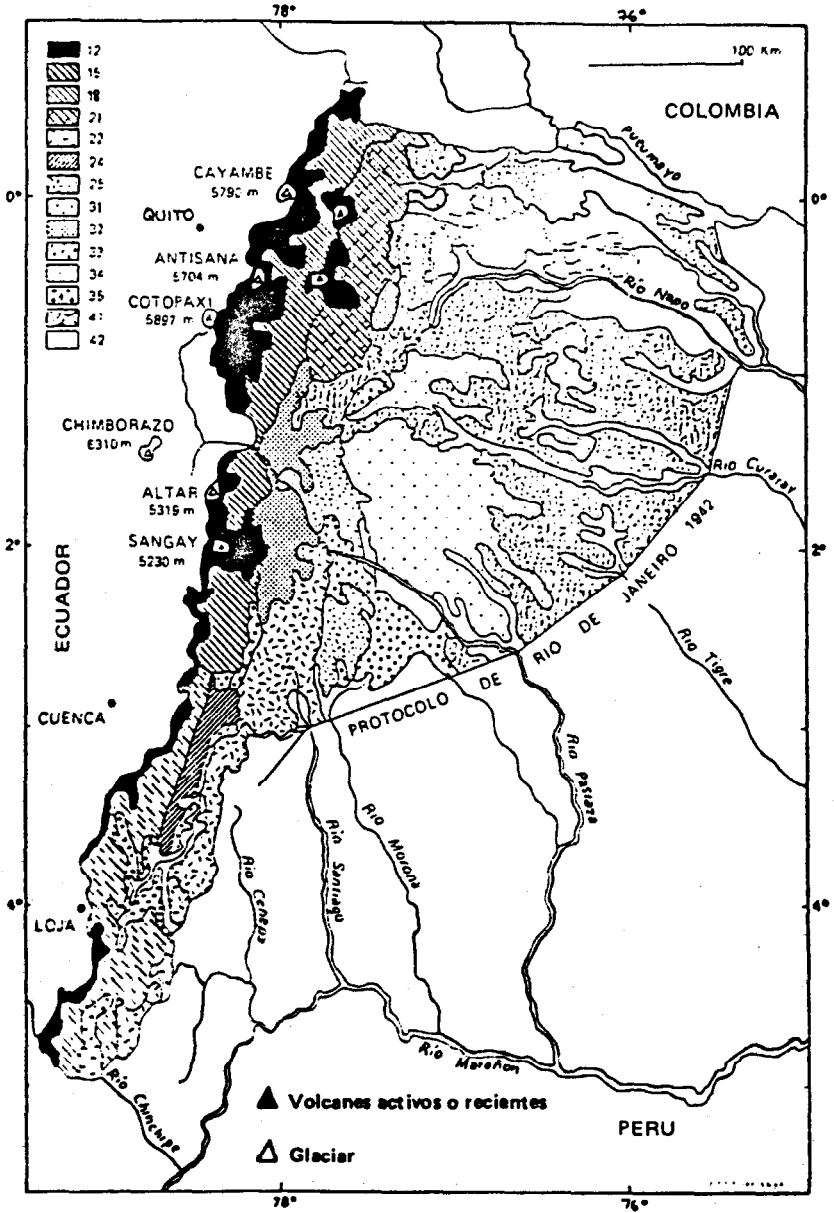
Au moment d'occuper et d'exploiter l'AE, il faut compter avec diverses contraintes. Les unes sont liées aux teneurs en nutriments des sols, ainsi qu'à leurs capacités de fonctionnement bio-physique et de résistance aux agressions météoriques et physiques. Elles limitent leur fertilité. Les autres sont liées aux climats, aux pentes et aux accidents, aux crues et au drainage. Elles limitent ce qu'il est raisonnable d'entreprendre et indiquent ce qu'il serait opportun d'éviter.

Les zones qui en sont exemptes sont restreintes. Ce sont les plateaux et plaines du 2^d piémont, là du moins où les sols *bruns* ne seraient pas trop profonds ou trop sableux (cf. 09.b et c).

Hors de là, les contraintes réapparaissent : de drainage ou de crues (sols alluviaux), de fertilité (autres sols *bruns*) ou multiples (tous les autres couples paysage-sol) jusqu'à un cumul rédhibitoire lorsqu'il s'agit par exemple de sols excessivement pauvres et/ou fragiles sur des pentes fortes et/ou instables, soumis à des climats exagérément arrosés et/ou nébuleux. L'extension des défrichements à de telles zones n'a rien, hélas, de caricatural.

La gestion correcte de milieux naguère vierges tels que ceux de l'AE se joue entre la conservation et l'exploitation. Pour arbitrer, il faut pouvoir évaluer ce qu'on sacrifie (la forêt et sa fonction écologique) aussi bien que ce que l'on convoite (les productions commercialisables). En ce sens, l'inventaire de ces milieux est resté trop partiel, ayant été entrepris trop tardivement, avec des objectifs et des moyens trop limités.

PAISAJES DE LA AMAZONIA ECUATORIANA



L'exploitation des milieux tropicaux est très problématique. Ni le courage des pionniers ni la théorie des experts ne valent un savoir-faire éprouvé. Or, il n'existe pas en AE d'autres traditions agricoles que celle des indigènes et celle des colons. L'une, peu compatible avec une perspective de croissance démographique et d'intégration sociale ; l'autre, mal adaptée aux milieux pour la simple raison qu'elle est originaire d'ailleurs⁵. Ceux qui se veulent conservateurs sont réputés improductifs et ceux qui prétendent produire sont dénoncés comme destructeurs. Quant à la communauté scientifique, elle hésite à arbitrer ou à promouvoir d'autres voies, faute de références expérimentales incontestables. Elle est notamment prise au dépourvu en ce qui concerne l'exploitation des sols à montmorillonite peracides et des andosols perhydratés.

Pour sauvegarder l'AE, il importe de prendre acte de l'inventaire morpho-pédologique, de poursuivre l'inventaire écologique, de promouvoir l'expérimentation dans les domaines du comportement et de la valorisation des sols et des écosystèmes.

BIBLIOGRAPHIE

- C.P.C.S., 1967. Classification des sols. Projet collectif, *Multigr.* p. 87, E.N.S.A. Paris-Grignon.
- DESCOLA (P.), 1982. Ethnicité et développement économique : le cas de la Fédération des Centres Shuar, in *Idianité, Ethnocide, Indidénisme en Amérique latine*, Ed. C.N.R.S., pp. 221-237.
- D.N.G.M., 1982. Mapa geológico nacional de la Republica del Ecuador. Escala 1/1.000.000. Quito y I.S.G., London.
- S.M.S.S., 1983. *Keys to Soil Taxonomy*. p. 244, USDA et AID.
- SOMBROEK (W.G.), 1966. Amazon Soils. p. 303, 10 ann. Wageningen.
- SOURDAT (M.) y CUSTODE (E.), 1983. Mapa edafológico, escala 1/500.000 : provincias del Napo, de Pastaza, de Morona-Santiago, de Zamora-chinchipec. 4 hojas a colores. MAG-ORSTOM et I.G.M., Quito.

5. La vache, animal allochtone, est le symbole de cette inadaptation. On suit sa trace, sous forme d'horizons superficiels compactés, à *gley*, partout où les sols, trop fragiles et trop arrosés, ont été piétinés ; partout où l'épuisement d'une pâture doit être compensé par un nouveau défrichement et l'avance du front pionnier. Les effets pervers du mythe pastoral s'étendent jusqu'au domaine ethno-culturel comme l'a montré Descola (1982).