

L'EROSION AGRICOLE DANS LES ANDES DE L'EQUATEUR.

Georges De Noni et Marc Viennot, Mission ORSTOM, Apartado 6596 CCI, Quito (étude réalisée dans la cadre d'un accord de coopération entre le Ministère équatorien de l'Agriculture et l'ORSTOM).

Bien qu'à peine plus grand qu'une demie France, l'Equateur se caractérise néanmoins par une mosaïque exceptionnelle de paysages naturels se succédant sur de courtes distances. Cette diversité géographique est due en premier lieu à la présence de la cordillère des Andes (appelée localement "Sierra") qui traverse le centre du pays selon une direction méridienne. Depuis une trentaine d'années, la "Sierra" est le siège d'importantes transformations agraires qui sont à l'origine de la concentration d'un petit paysannat (le "minifundio") sur des terroirs de versants inhospitaliers et d'une accélération préoccupante de l'érosion des sols.

1) L'AGRICULTURE MONTAGNARDE DE LA " SIERRA": UN MILIEU PROPICE A L'EROSION AGRICOLE.

1.1) Le poids des contraintes naturelles: verticalité altitudinale et terroirs de versants.

La "Sierra" est dédoublée en 2 chaînes de montagne parallèles: la cordillère occidentale face au Pacifique et la cordillère "real" du côté de l'Amazonie. Entre ces deux chaînes, se trouve le bassin inter-andin qui est une étroite dépression formée par une succession de "horts" et "grabens". Il s'agit d'une zone relativement plane (pente de 0 à 20 %) dont l'altitude va de 1200m à 3000-3200m. C'est le domaine des grandes haciendas d'élevage. A partir de 3000-3.200m, commencent les versants de cordillères et les hautes terres andines où se cultivent jusqu'à 3200m le maïs puis jusqu'à 3.800m la pomme de terre, l'oignon, la fève, l'orge, la quinoa et le lupin, relayés par un élevage extensif d'ovins et de caprins parfois de lamas qui atteint 4.400m. Les pentes sont fortes (40-100%) et les conditions climatiques rudes. L'habitat est exclusivement indigène et les parcelles sont de petite taille (minifundio). La production est destinée en premier lieu à l'autoconsommation.

1.2) Le poids de l'histoire: forte pression sur la terre du minifundio et déficit alimentaire.

La " Sierra" est la région du pays où la pression de l'homme sur la terre est la plus forte. Les densités de population peuvent varier de 50 hab./km² à plus de 200 hab./km². En règle générale, elles correspondent au minifundio dont les exploitations sont inférieures à 20 ha.

Les principales données existantes sur la structure agraire de l'Equateur ont été regroupées dans le tableau ci-dessous:

LA STRUCTURE AGRAIRE DE L'EQUATEUR (1954 - 1985) :
NOMBRE D'EXPLOITATIONS ET SUPERFICIES DES TERRES CULTIVEES, EN %.

Taille en ha	1954		1974		1985	
	Nombre	Superficie	Nombre	Superficie	Nombre	Superficie
0 - 20	89.86	16.63	85.31	18.54	83.5	20.4
20 - 100	8.06	18.15	12.48	33.52	15.3	44.4
> 100	2.08	64.39	2.13	47.94	1.3	35.2

On notera que le minifundio regroupe plus de 80% des unités de production comptabilisées au niveau national. Par contre, l'inégalité est très marquée dans la distribution des superficies par taille d'exploitation: le minifundio n'occupe seulement que 20% des terres agricoles et exerce en conséquence une forte pression sur le sol.

La situation actuelle du minifundio est précaire: selon les régions, l'auto-consommation est à peine garantie; quant aux excédents de production, ils sont rares et tributaires d'une année culturale exceptionnelle. Au début des années 85, il est estimé que 90% environ des familles du minifundio se trouvent en conditions de "pauvreté absolue". Le poids de l'histoire est énorme dans la situation actuelle du minifundio. Malgré les réformes agraires de 1964 et 1973 qui ont permis au petit paysan de se libérer du joug ancestral de l'hacienda, celui-ci n'a pas pu, en réalité, contrôler les modalités d'accès à la propriété. Sur le terrain, les résultats sont très décevants: les "hacendados" ont transformé les meilleures terres du bassin en pâturage et n'ont attribué au minifundio que des terrains inhospitaliers pour la culture.

2) L'EROSION ANTHROPIQUE DANS LA SIERRA: UN BILAN NEGATIF ET ALARMANT.

2.1) Des processus de ruissellement très actifs.

Les études réalisées par l'ORSTOM dans la "Sierra" - carte des principaux processus érosifs et mesures de l'érosion sur des parcelles de 50 et 100M² - montrent que l'érosion hydrique par ruissellement concentré est très active sur les terres cultivées par le minifundio:

PERTES EN TERRE SUR LES PARCELLES DE 50 m ² 1981- 1984				
Année	ALANGASI Mollisols + cangahua		ILALO Mollisols + cangahua cangahua	
	divers traitements (maïs, pâturage)	pâturage dégradé	maïs	jachère
1981-1984	62 t/ha	314 t/ha	631 t/ha	71 t/ha
1982	58 t/ha	204 t/ha	421 t/ha	58 t/ha

PERTES EN TERRE ET PLUVIOMETRIE SUR LES PARCELLES DE 100 m ² 1986-1988						
Stations	Année 1986-1987			Année 1987-1988		
	Pluies tot. annuel mm	Pertes en terres en t/ha		Pluies tot. annuel mm	Pertes en terres en t/ha	
		Témoïn Cultivé	Wischmeier		Témoïn Cultivé	Wischmeier
TUMBACO	478	3.02	12.9	457	42.18	82.82
CANGAHUA	366	3.80	56.0	308	6.89	83.60
MOJANDA	588	1.15	5.9	547	0.52	96.94
RIOBAMBA	537	1.44	56.9	532	52.20	189.70

Ces résultats, préliminaires pour l'instant, suscitent les commentaires suivants:

- l'érosion sur sol cultivé peut être spectaculaire: par exemple, pour la génération des parcelles de 50m² l'érosion a dépassé 600t/ha en monoculture du maïs;
- l'irrégularité inter-annuelle des manifestations érosives: à Alangasi et Ilalo, respectivement sur 28% et 33% de pente, les pertes en terre observées en 1981-83-84 sont faibles par rapport à l'année 1982 où a lieu la majorité de l'érosion. Les résultats subissent également des variations considérables d'une année sur l'autre sur les stations: c'est ainsi que par rapport à 86-87, on observe en 87-88, 16 fois plus de terre perdue à Mojanda et 7 fois plus à Tumbaco sur les parcelles "Wischmeier", 32 fois plus d'érosion à Tumbaco sur la parcelle témoin;
- l'absence d'une époque érosive bien marquée dans l'année: en règle générale les cinq pluies les plus érosives, sur un total d'une quarantaine de pluies érosives par année et par station, sont responsables d'une grande partie de l'érosion. Parmi ces pluies, les seules hauteurs ne permettent pas d'expliquer les pertes en terre. En calculant les coefficients de corrélation pour les années 86-87 et 87-88, nous notons que c'est avec l'IM15 ou l'IM30 que l'on observe les meilleures corrélations avec les poids de terre bien que les intensités maximales présentent dans la "Sierra" des valeurs faibles à moyennes variant de 15 à 45 mm/h. Les valeurs "R" de l'indice d'érosivité sont également modérées et dépassent rarement 100: par exemple, elles sont de l'ordre de 90 sur la station de Tumbaco, de 60 à Cangahua et de 100 à 110 à Mojanda et Riobamba. Cependant, toutes ces valeurs sont également soumises à des variations annuelles et peuvent être exceptionnellement plus élevées et intensément érosives au moins une fois par an. Par exemple sur la parcelle de Ilalo, l'érosion passe les 400t/ha/an en 82; un IM15 de 90mm/h ayant donné lieu à un prélèvement de 1365kg pour 50m² et un autre de 70mm/h étant responsable de 590kg de terre perdue.

2.2) Le minifundio: une proie facile pour l'érosion.

Le petit paysannat, pressé par une nécessité vitale de produire plus et laissé à lui-même, n'a jamais pu développer de méthodes conservatoires adaptées aux conditions du milieu. De telle sorte qu'il ne met que rarement en cause ses pratiques culturales pensant, le plus souvent, que ce sont les éléments climatiques ou la simple fatalité qui sont les causes majeures de l'érosion. En conséquence, l'érosion anthropique est d'autant plus active qu'elle rencontre peu d'obstacle à son développement.

3) LA POSSIBLE MAITRISE DE L'EROSION DANS LA SIERRA:

Pour lutter contre l'érosion, l'ORSTOM a proposé et mis en place des stations en 1986. Chaque station est formée par des parcelles témoins de l'agriculture locale de 100m² de surface et des parcelles améliorées de 1000m² de surface où sont testées des méthodes conservatoires. Pour un site donné (station), on peut donc étudier comparativement les effets de l'érosion en conditions de culture traditionnelle et améliorée. L'ensemble du dispositif est implanté directement chez l'agriculteur et co-géré avec ce dernier. Les ouvrages conservatoires sont simples et à la portée des paysans: ils sont constitués de matériaux locaux (bandes enherbées ou cultivées et de murets) disposées selon les courbes de niveau et qui évoluent progressivement en terrasses.

Les premiers résultats démontrent que des systèmes de conservation simples, à la portée du minifundio, billonnage selon les courbes de niveau associé à des bandes enherbées ou à des murets de terre, font diminuer notablement l'érosion. C'est systématiquement sur les parcelles améliorées, quelles que soient les stations, que les poids de terre sont minimaux et l'érosion admissible, en général inférieure à 8t/ha/an et le plus souvent voisine de 1t/ha/an. Les rendements y sont également meilleurs: par exemple sur la station de Mojanda, la récolte de pommes de terre a été de 4.3t/ha sur la parcelle témoin et de 7.6t/ha sur la parcelle expérimentale.

METHODES DE CONSERVATION TESTEES SUR LES PARCELLES AMELIOREES DE 1000 m ²						
STATIONS	PENTE	CULTURES		METHODES CONSERVATOIRES	Pertes en terre en t/ha	
		86-87	87-88		86-87	87-88
TUMBACO	20%	maïs	maïs	bandes enherbées avec 3 types de pâturage	1.08	0.42
CANGAHUA	20%	maïs	maïs	murets de cangahua	0.45	0.33
MOJANDA	40%	orge/pomme de terre/fèves		murets en mottes de terre et gros billons avec quinoa	0.38	0.19
RIOBAMBA	20%	pomme de terre/orge/fèves		bande enherbée avec asso- ciation de cultures (orge, fève)	0.43	7.60

En conclusion, il est important de rappeler l'importance de l'immixtion de l'homme sur les sols agricoles et les conséquences sur l'accélération de l'érosion. La montagne andine, comme tout autre milieu montagnard, constitue certes un milieu très propice aux manifestations érosives parce qu'il existe une relation entre l'inclinaison de la pente, la vitesse de l'écoulement, le débit du ruissellement et l'intensité de l'érosion. Cependant, dans la "Sierra", l'érosion des sols est aussi une des conséquences majeures d'un blocage de la structure agraire du minifundio refoulé vers des terroirs inhospitaliers depuis une trentaine d'années. Grâce à un travail conjoint avec le petit paysannat local, l'ORSTOM et le Ministère équatorien de l'Agriculture ont ouvert une voie pionnière en démontrant expérimentalement que la maîtrise de l'érosion n'est pas un défi impossible et qu'elle peut se réaliser sur la base d'ouvrages simples adaptées aux conditions du milieu.

(Ce texte est le résumé d'une conférence présentée au nom des auteurs par E.Roose à l'occasion des 2èmes journées de l'AFES, novembre 1990).

BIBLIOGRAPHIE.

Almeida G., De Noni G. et al., 1984.- Los principales procesos erosivos en Ecuador, PRONAREG-PRONACOS-ORSTOM, Quito, 31 p. con un mapa del país a escala 1/1000.000.

Delaunay. D., 1989 - Espacios demográficos y redes migratorias, Collection "Etudes de Géographie", Corporación Editora Nacional - Colegio de Geógrafos del Ecuador, Quito, p.71-98.

De Noni. G., 1986 - Breve historia de la erosión en el Ecuador, Documentos de investigación nº6, CEDIG-ORSTOM, Quito, p.15-23.

De Noni G., Nouvelot J.F., Trujillo G., 1984.- Erosion and conservation of volcanic ash soils in the highlands of Ecuador: a case study, Sixth international soil classification workshop, Chile and Ecuador, part 1, p.263-274, SMSS (Washington), PUCC (Santiago de Chile).

De Noni G., Nouvelot J.F., Trujillo G., 1986.- Estudio cuantitativo de la erosión con fines de protección de los suelos: las parcelas de Alangasi y Ilalo, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación Nº 6, Quito, p. 35-47.

De Noni G., Viennot M., 1985.- Estudio de algunos procesos de erosión en la Sierra volcánica del Ecuador (3200 m-4800 m), Revista colombiana de la ciencia del suelo, Vol.XVI, Nº 1, Bogotá, p.23-31.

De Noni G., Viennot M., Trujillo G., 1986.- L'érosion et la conservation des sols en Equateur, cah. ORSTOM, sér. Pédologie, vol.XXII, Nº2, Paris, p.235-245.

De Noni G., Viennot M., 1987.- De l'approximation cartographique aux réalisations de terrain: la lutte contre l'érosion agricole dans les Andes équatoriennes, Colloque sur les sociétés rurales de montagne (Andes et Himalaya), CNRS- Université de Grenoble, 61-65.

Gondard P. et Département de Géographie de PRONAREG, 1981-83.- 10 cartes en couleurs, 1/200.000, d'utilisation actuelle des sols et des formations végétales dans la Sierra de l'Equateur.

Peltre-Wurtz. J., 1989 - El pan que comemos es estadounidense, Collection "Etudes de Géographie", Corporación Editora Nacional - Colegio de Geógrafos del Ecuador, Quito, p.7-16.

Roose E, 1968. - Mesure de l'érodibilité d'un sol (facteur K) sur la parcelle de référence de Wishmeier. Protocole standard et discussion, ORSTOM, Abidjan, 10 p. (revue en 1988).

Roose E, Bertrand R, 1971 - Contribution à l'étude des bandes d'arrêt pour lutter contre l'érosion hydrique en Afrique de l'Ouest, Agr. Trop., Paris, p. 1270-83

Roose E, 1977.- Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest: vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales, ORSTOM, Paris, 108 p.

Roose E, 1986. - Terrasses de diversion ou microbarrages perméables? Analyse de deux démarches de conservation de l'eau et des sols chez les petits fermiers de la zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale, cah. ORSTOM, sér. Pédologie, vol.XXII, Nº2, Paris, p.81-92.

Roose E, 1987.- Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale: stratégies anciennes et nouvelles, communication au Séminaire "Gestion des eaux, des sols et des plantes", Niamey, 17p.

Wischmeier W.H, Smith D, 1978.- Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning, Agriculture Handbook Nº 537, Washington D.C., 58p.