

## FICHE AUTEURS

### LA LUTTE ANTI-EROSIVE EN MILIEU AGRICOLE: MYTHE OU RÉALITÉ - LE CAS DE LA MONTAGNE ÉQUATORIENNE.

*G. De Noni, et M. Viennot - Centre ORSTOM (LCSC) de Montpellier.*

Depuis le début des années 80, les pays en voie de développement ont pris conscience des problèmes de dégradation de l'environnement. Affectés par une crise économique aiguë et contraints de produire plus pour nourrir une population en croissance rapide, ceux-ci sont conduits à multiplier les défrichements sur des terres difficilement maîtrisables et sans cesse plus sensibles à l'érosion. Face à l'appauvrissement des conditions de vie du paysan et à la baisse de la fertilité des sols qui en résultent, nos partenaires affichent de nouvelles priorités qui nécessitent une approche originale fondée sur l'analyse des solutions et non plus sur la seule étude des problèmes.

Il y a donc lieu de s'interroger pour savoir si nos méthodes traditionnelles, bien rodées depuis plus de 30 ans en Afrique principalement, sont toujours adaptées à ce contexte nouveau? Nous nous proposons d'apporter à cette question quelques éléments de réflexion à travers le programme "Erosion-conservation des sols" mené par l'ORSTOM en Équateur, en coopération avec la Direction Nationale Agricole (DNA) du Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage.

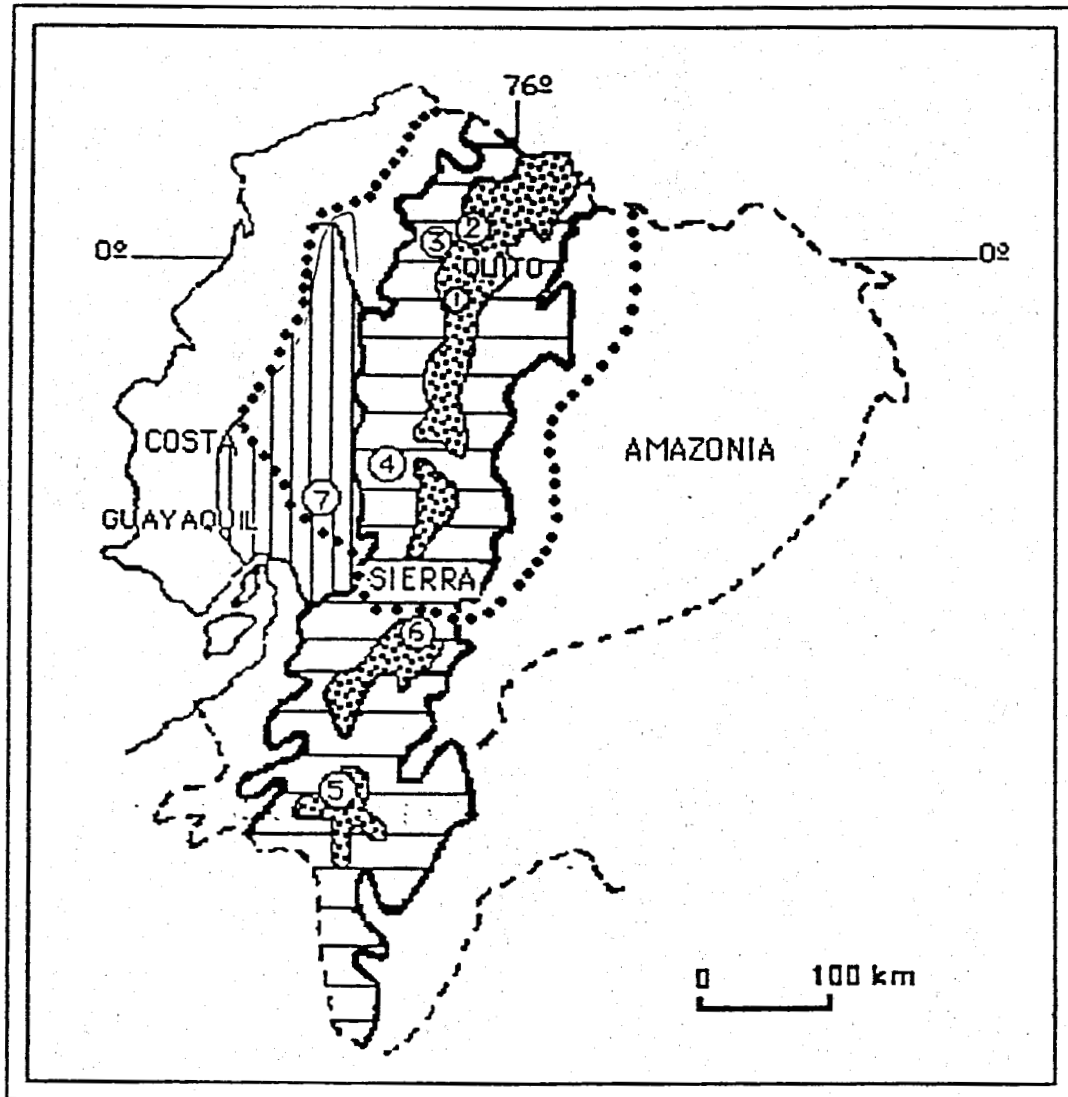
#### POSITION DU PROBLEME: VERS UNE NÉCESSAIRE SYNERGIE ENTRE RECHERCHE ET ACTION.




L'érosion est un phénomène naturel actif en Équateur en relation avec la présence, au centre du pays, de la barrière montagneuse des Andes. Cette cordillère, appelée localement "Sierra", s'étend du nord au sud sur près de 800 km, pour 100 à 120 km de largeur. Elle est dédoublée en deux cordillères parallèles entre lesquelles se trouve une dépression qui est formée par une succession de bassins d'effondrement. Il s'agit donc d'un milieu typiquement montagnard où s'établissent des relations dynamiques entre la pluie, l'énergie du ruissellement, la vitesse de l'écoulement, l'inclinaison de la pente et l'intensité de l'érosion.

En Équateur, l'érosion est aussi un fait de société résultant d'un héritage historique peu favorable à la population indigène qui s'est soldé par la juxtaposition dans la Sierra de 2 systèmes de production: d'un côté, les grands domaines d'élevage (haciendas) situés dans les bas-fonds et sur les zones planes d'interfluve où l'érosion est insignifiante; d'un autre côté, de petites parcelles vivrières inférieures à 1 ha ("minifundio") refoulées sur des versants où les contraintes augmentent avec l'altitude. De nos jours, l'érosion des terres agricoles est importante dans le minifundio dont les densités varient de 50 hab./km<sup>2</sup> à plus de 200 hab./km<sup>2</sup> (région de Ambato). En effet, lorsqu'on quitte la dépression intra-andine en direction des sommets, on constate, sur quelques années seulement et à mesure que progressent les fronts de colonisation, la multiplication des formes d'érosion ainsi que l'extension des terres abandonnées.

Le gouvernement local souhaite une intervention efficace contre ce problème car l'agriculture, comme dans tant d'autres pays du Tiers-Monde, regroupe ici le plus grand nombre d'actifs et rapporte au pays, avec le pétrole, le volume le plus important de devises à l'exportation. Ce secteur constitue donc une activité économique majeure et à protéger en première priorité. C'est dans cet esprit que le gouvernement équatorien a fait appel aux services de l'ORSTOM afin de déterminer des méthodes conservatoires adaptées au milieu et au paysannat local; les résultats devant permettre, parmi d'autres actions, de freiner la baisse, en quantité et en qualité des récoltes, et de soutenir, à terme, l'essor du "minifundio".

## MILIEUX GEOGRAPHIQUES OU SONT INSTALLEES LES STATIONS



-  Bassin interandin, 1500-2800m, maïs-pâturage, sols volcaniques et sols molliques
-  Versants des cordillères, 3000-4400m, pomme de terre-fève-orge, sols volcaniques hydratés et sols ferrallitiques rajeunis au sud
-  Région côtière, < 1200m, arboriculture tropicale-maïs, sols volcaniques peu hydratés, sols vertiques et sols peu évolués d'apport
- Limite externe des cordillères
- Limite des cendres volcaniques

Stations de: ① Tumbaco - ② Cangahua - ③ Mojanda - ④ Riobamba  
⑤ Loja - ⑥ Cuenca - ⑦ Babahoyo

Rappelons qu'il existe globalement 2 approches principales pour aborder ce type de problématique:

- l'une est fondée sur la recherche et vise à caractériser l'érosion comme une manifestation physique parmi d'autres lois naturelles du milieu. Dans la plupart des cas, les résultats se réfèrent à l'impact de la pluie sur le sol et au comportement de ce dernier. L'effort de réflexion porte plus sur la modélisation des processus que sur la définition de stratégies anti-érosives;

- l'autre est de nature appliquée et propose des interventions pratiques chez l'agriculteur. La plupart de ces actions sont inspirées de modèles connus sous le vocable de RTM, CES et DRS.... Bien que classiques, ces approches ont donné lieu à des résultats plus ou moins satisfaisants à cause d'un certain déphasage par rapport à la recherche et d'un manque de participation du paysannat local.

Dans le cas de la demande équatorienne, ces approches, considérées séparément, ne conviennent pas. La première est plus axée sur l'étude des processus que sur l'analyse des solutions. Quant à la seconde, celle-ci requière des moyens importants et des compétences techniques immédiates qui ne sont pas de notre ressort, sans compter qu'une intervention trop hâtive risquerait d'imposer des méthodes auxquelles l'agriculteur n'aurait peut-être pas adhéré spontanément.

Il a donc été décidé de suivre une méthodologie où se combinent des éléments de l'une et de l'autre de ces 2 approches. Le premier niveau d'approche a été de nature nécessairement investigative afin de mieux connaître un pays que nous découvrons et sur lequel il n'existait que peu de données scientifiques sur l'érosion. Une fois atteint le cap du diagnostic, la recherche s'est poursuivie exclusivement en milieu agricole et en étroite communion avec les sociétés rurales. A partir de ce stade, il n'y a plus eu de frontière entre recherche et action car la méthode scientifique, appliquée selon ses règles conventionnelles, a eu pour cadre unique de terrain une vraie parcelle cultivée. Celle-ci, identifiée par une histoire culturelle et un propriétaire qui fait partie de l'équipe, est soumise à des observations en conditions traditionnelles et améliorées. C'est dans cet esprit de concertation, où se mêlent essais scientifiques, expériences de terrain et connaissances du terroir, qu'a été conduit le programme chez l'agriculteur équatorien.

## LE CAS DE LA MONTAGNE ÉQUATORIENNE.

Le programme "Équateur" a été structuré autour des 3 volets suivants:

### **VOLET DIAGNOSTIC.**

Le point de départ est consacré à un diagnostic général de la situation érosive du pays. La finalité est de répondre aux questions suivantes: quelle est l'importance spatiale de l'érosion, où se situe-t-elle par rapport aux régions géographiques et aux zones agricoles du pays, quels sont les processus prédominants ? A terme, le contenu de ces réponses doit permettre le choix de sites d'étude représentatifs. Elle fournit aussi une sorte de "point zéro" auquel on pourra se référer pour évaluer l'évolution des phénomènes.

Pour établir ce diagnostic, il est décidé de réaliser une carte des principaux processus d'érosion en Équateur. Le document final, qui est le premier de cette nature, couvre l'ensemble du pays, à l'échelle de 1/1.000.000. (De Noni, Nouvelot et al., 1984, 1989). Les informations qu'il nous livre sont fondamentales car il permet:

- de mieux cerner les principales caractéristiques morpho-pédologiques des 3 grandes régions naturelles de l'Équateur: collines et plaines de la "Côte pacifique" à l'Ouest, collines et vallées du piedmont amazonien à l'Est et au centre la montagne andine, appelée localement "Sierra", qui transverse tout le pays du Nord au Sud, sur environ 1000 km. Dés à présent, il apparaît que cette dernière région constituera un des points sensibles de l'étude parce que c'est un milieu de haute de montagne. En effet, la Sierra est dédoublée ici en 2 cordillères parallèles séparées l'une de l'autre par un

étroit bassin intra-andin, lui-même formé par une enfilade de petits "grabens" (1500m et 3000m), la topographie d'ensemble est irrégulière (0-50%). Plus haut, de 3200 à 3600m, cette zone est relayée par de longs versants, au profil assez homogène et régulier mais à fortes pentes (40 à 70%); au-delà encore (jusqu'à 4200-4400m), on pénètre sur les hautes terres dominées par un paysage monotone de savane herbeuse ("paramo") puis par la roche volcanique et les neiges pérennes;

- d'évaluer spatialement l'importance globale de l'érosion ainsi que des principaux processus qui la composent: A la lecture de cette carte, on constate que globalement 50 % de la superficie du pays est affecté par des processus de dégradation et que la Sierra, qui regroupe 30% environ des zones concernées, est bien la région la plus touchée par ce phénomène. L'érosion pluviale, qui peut se produire pendant près de 9 mois dans l'année, de septembre à mai, est l'origine des phénomènes de dégradation les plus répandus, d'où émerge cependant la primauté des processus de ruissellement diffus et concentré.

- de situer ces processus par rapport à l'environnement agricole: grâce aux études réalisées par notre collègue P. Gondard et son équipe sur "l'utilisation du sol dans les Andes de l'Équateur", il a été possible de superposer la carte d'érosion à une carte des principaux types d'occupation du sol. Il ressort de cette analyse comparée qu'il existe une relation étroite entre l'érosion actuelle, les zones à forts risques érosifs et les régions agricoles de type "minifundio". L'hacienda et le minifundio sont les 2 principales structures agraires du pays. Dans la Sierra, les haciendas regroupent plusieurs centaines d'hectares, situés dans des zones quasi planes de vallée avec peu d'érosion, et ont développé un élevage très extensif. Au contraire, les fortes densités de population correspondent au minifundio. Les études de distribution de la population (Delaunay, 1989) montrent en effet que c'est dans ce milieu que l'on observe les plus fortes densités rurales. Celles-ci peuvent varier de 50 hab./km<sup>2</sup> à plus de 200 hab./km<sup>2</sup>, comme par exemple dans la région de Ambato (province de Tungurahua). Les terres du minifundio sont comprises en général entre 0 à 20 ha et correspondent à plus de 80% des unités de production. Dans ces conditions, la pression sur le sol de la part du petit paysan ne peut être qu'extrême. La première génération du minifundio s'est installée entre 2000 et 3000 mètres et pratique la monoculture du maïs dont la récolte est consacrée prioritairement à l'autoconsommation. A partir de la seconde réforme agraire (depuis le début de ce siècle, la population a été multipliée par 10!), au cours de la décennie des années 70, le minifundio s'est développé sur les hautes terres et versants de la Sierra (3200-4000 mètres) et a orienté sa production vivrière en fonction des conditions climatiques vers la trilogie orge-fève-pommes de terre.

#### **VOLET STATIONNEL.**

La méthode stationnelle a été retenue non pas en tant que site conventionnel de mesures et d'explications de l'érosion mais en tant qu'outil permettant de tester l'efficacité de solutions pratiques à la lutte anti-érosive. De telle sorte qu'une station de ce type doit être impérativement installée chez le paysan, acceptée et co-gérée par l'ensemble de la communauté rurale. Elle est composée d'une situation témoin et améliorée qui sont comparées sur la base de critères physiques (ruissellement, pertes en terre, pluviographie) et humains (cultures, pratiques et calendriers culturels) et dont les résultats sont valorisés par des actions de développement (démonstration, vulgarisation, enseignement). Dans ce cadre, la durée des observations liée à une infrastructure de ce type n'est plus un obstacle. La station devient un lieu quasi permanent de dialogue et de réflexion avec les agriculteurs, les chances de succès sont fonction du degré de confiance qui pourra s'établir entre les parties et qui demande, dans ce genre de milieu déshérité et marginalisé, un certain nombre d'années (De Noni, Viennot, Trujillo, 1989-90).

Une station est toujours située sur un versant cultivé (20 à 40% de pente) et est composée de 3 types de parcelles de ruissellement: une parcelle sur sol nu (20m X

5m) travaillé (protocole "Wischmeier") pour référencer les valeurs de l'érosivité des pluies et de l'érodibilité du sol, et 2 parcelles de ruissellement sur sol cultivé - l'une en condition témoin (20m X 5m) et l'autre dans un état amélioré (50m X 20m) dont la surface, plus importante, autorise l'installation d'ouvrages conservatoires. Les enquêtes de terrain ayant révélé la presque totale absence de méthodes conservatoires traditionnelles, il est décidé de lutter en premier lieu contre l'énergie du ruissellement, particulièrement active dans ce milieu de haute montagne. Pour cela, les parcelles expérimentales sont dotées d'ouvrages simples (murets, bandes de végétation...etc.) et disposées perpendiculairement à la plus grande pente afin de disperser l'action des nappes et filets d'eau. Les matériaux utilisés sont ceux qu'emploient les paysans dans leurs constructions traditionnelles (maisons, haies, chemin...etc.). Les 4 premières stations ont été installées en 1986, puis 6 nouvelles stations ont été construites de 1988 à 1989, la plupart en association avec l'Université. Actuellement, le réseau s'élève donc à 10 stations équipées totalement, soit près d'une quarantaine de parcelles de ruissellement s'étalant du nord au sud de la Sierra sur environ 800 km (De Noni, Trujillo, Viennot, 1988).

Les résultats dépouillés jusqu'à maintenant sont encourageants (voir tableau ci-contre) car les poids de terre prélevés sur les parcelles de ruissellement améliorées sont minimaux (en moyenne < 5t/ha/an) ce qui constitue une limite "admissible" comparée aux événements qui interviennent en situation témoin, de 50 à 100 t/ha/an et jusqu'à 200 t/ha/an en situation de jachère nue travaillée selon le protocole de "Wischmeier" (De Noni, Trujillo, Viennot, 1986). L'agressivité des pluies joue un rôle important dans la mesure où l'on a pu établir de bonnes corrélations entre les pertes en terre et les intensités pluviométriques maximales durant 15 ou 30 minutes selon les stations, et constater que, lorsqu'on regroupe les poids de terre dus aux 5 pluies les plus érosives de l'année, cette donnée correspond presque toujours à plus de 60% de l'érosion annuelle. Ces quelques pluies interviennent le plus souvent soit en début de cycle cultural soit après la récolte lorsque le sol est très exposé aux gouttes de pluie. Le rôle de l'homme n'est pas négligeable par ailleurs: sur la station de Mojanda, on a pu évaluer que le poids terre tiré vers le bas du versant par la houe du paysan se situe autour de 40 t/an pour un hectare (De Noni, Trujillo, Viennot, 1990).

Il en est de même pour les coefficients de ruissellement qui sont, en règle générale, inférieurs à 10% en situation améliorée: il s'agit là d'une économie de l'eau nécessaire au développement agricole de ces régions sèches. Il résulte de ces gains en eau et en terre que c'est sur les parcelles améliorées que les rendements sont les meilleurs. Après plusieurs années de fonctionnement, les ouvrages de conservation ont évolué progressivement en pseudo-terrasses sur tous les sites, ce qui était bien le but recherché au départ. La dynamique de construction des terrasses a été plus active que le travail de dégradation dû à l'érosion. Les talus sont inférieurs à 1 mètre de hauteur jusqu'à 20% de pente, ils atteignent 2 mètres sur les pentes comprises entre 20 et 50%.

#### **VOLET ACTION.**

Bien qu'encourageants, ces résultats ne sont que préliminaires et expérimentaux et ils se limitent pour l'instant strictement à la réduction des pertes en terre. Cet objectif ne se suffira pas à lui-même s'il n'est pas englobé dans un système d'optimisation de la production agricole qui intégrerait outre la conservation, l'irrigation, la fertilisation...etc. C'est la raison pour laquelle nous avons lancé, dans cet esprit, un premier essai d'application des résultats sur la station de Mojanda. Celui-ci consiste en une opération incitative basée sur l'octroi d'un crédit aux agriculteurs désirant lutter contre l'érosion. Avec ce crédit, une vingtaine de familles environ a pu avoir accès à des semences améliorées et à des engrais, en contrepartie elles se sont engagées à construire sur leurs parcelles les ouvrages de conservation testées sur les stations. Cette opération a connu un vif succès et se développe à grands pas. Cependant, tous les problèmes ne sont pas maîtrisés: le principal réside dans le transfert d'échelle: si celui-ci est relativement satisfaisant de la parcelle expérimentale à la parcelle individuelle du paysan, grandeur nature, la situation se complique lorsqu'on passe à un

**Pertes en terre et Coefficients de ruissellement pour la  
période 1986-91**

<b>Equateur</b>		<b>Pluie an</b>	<b>Pertes en terre t/ha/an</b>			<b>Coef. ruissellement annuel %</b>		
			mm	parcelle nue	p. traditionnelle	p. améliorée	parcelle nue	p. traditionnelle
alt. 2500m	min.	627	69.0	5.7	0.5	6.6	3.7	0.8
<b>Tumbaco</b>	<b>Moy.</b>	<b>678</b>	<b>96.0</b>	<b>19.3</b>	<b>4.5</b>	<b>19.0</b>	<b>6.2</b>	<b>2.3</b>
durustoll	max.	745	128.0	43.5	19.8	29.8	8.6	6.1
alt. 3200m	min.	501	20.0	1.6	0.4	7.3	0.9	0.3
<b>Riobamba</b>	<b>Moy.</b>	<b>702</b>	<b>87.0</b>	<b>15.4</b>	<b>4.4</b>	<b>14.5</b>	<b>6.0</b>	<b>3.0</b>
sol à mat. vitreux	max.	997	179.0	52.5	9.3	21.3	15.5	6.2
alt. 3250m	min.	669	6.0	0.1	0.0	2.0	0.1	0.0
<b>Mojanda</b>	<b>Moy.</b>	<b>902</b>	<b>131.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.3</b>	<b>8.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.2</b>
mollisol andique	max.	1264	233.0	1.7	1.1	11.1	1.0	0.4
alt. 150m	min.	814	115.0	0.1	0.1	10.2	0.1	0.0
<b>Ventanas</b>	<b>Moy.</b>	<b>985</b>	<b>172.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>10.7</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>
sol vertique	max.	1265	233.0	0.6	1.1	11.1	0.7	0.4

groupe de parcelles constituant un terroir de versant. A cette échelle, il devient très complexe de maîtriser la circulation de l'eau dont le cheminement se situe à plusieurs niveaux: entre les ouvrages conservatoires, de versant à versant et sur l'espace foncier des communautés (routes, chemins, habitat, bordures...etc.).

Grâce à un travail conjoint avec le petit paysannat local, le projet ORSTOM-DNA a ouvert une voie pionnière et a démontré expérimentalement que la maîtrise de l'érosion, en combinant des actions de recherche, de valorisation et d'action, n'est pas un défi impossible face aux contraintes naturelles et au poids de l'histoire. Sur la base d'ouvrages simples adaptées aux conditions du milieu et acceptés par les hommes, ce type d'opération devrait permettre, à l'échelle d'une génération, de conserver la fertilité des sols, de garantir la qualité des récoltes et globalement d'améliorer les conditions de vie des agriculteurs.

Il ressort de cette expérience équatorienne qu'il est désormais nécessaire d'envisager une nouvelle approche qui attribuerait une large place à la multidisciplinarité et qui placerait sur un même niveau l'analyse physique et la perception (historique, sociale, économique...etc.) du phénomène par les populations. C'est ainsi que le Projet "Equateur" (De Noni, Viennot, 1984-87) et la GCES - Gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols - (Roose, 1987) s'inscrivent dans cette nouvelle approche en développant une stratégie plus globalisante des états de crise d'érosion dans diverses sociétés rurales.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Delaunay (D.), 1989. - Espacios demograficos y redes migratorias, Coll. "Etudes de Géographie", Corporacion Editorial Nacional, Colegio de Geografos del Ecuador, Quito, p. 71-98.
- De Noni (G.), 1984. - Sobre la implementacion de una red de proyectos pilotos en Ecuador, Séminaire "Medio ambiente", UNESCO, Montevideo, 5 p.
- De Noni (G.), Nouvelot (J.F.), Trujillo (G.), Winckell (A.), 1984.- Los principales procesos erosivos en Ecuador, PRONAREG - PRONACOS - ORSTOM, Quito, 31p., avec une carte du pays (2 couleurs) à l'échelle de 1/1000.000.
- De Noni (G.), Trujillo (G.), Viennot (M.), 1986.- L'érosion et la conservation des sols en Equateur, Cah. ORSTOM, sér. pédol., vol. XXII, n° 2, p. 235-245.
- De Noni (G.), Viennot (M.), 1987. - Los estudios MAG-ORSTOM, un paso hacia la conservacion de los suelos en la Sierra ecuatoriana, Desfil-USAID, Salcedo, pp. 345-359.
- De Noni (G.), Trujillo (G.), Viennot (M.), 1988. - The soil conservation project in the ecuadorian Sierra by MAG-ORSTOM, Taller "Usos sostenidos de tierras en laderas", DESFIL (Washington), Quito-Salcedo, p. 345-358.
- De Noni (G.), Trujillo (G.), 1989. - Principales causas et quelques réflexions sur la dégradation et la conservation des sols en Equateur, Colloque "Ecuador 1986", Colloques et Séminaires, éd. de l'ORSTOM, Paris, p.133-143.
- De Noni (G.), Viennot (M.), 1989-90.- "Land husbandry in Ecuador: a soil conservation strategy led together by investigators and farmers", ISCO 1989 (Kenya - Ethiopie), Adis Abeba, 5 p. + 4 panneaux.
- De Noni (G.), Viennot (M.), Trujillo (G.), 1990. - Mesures de l'érosion dans les Andes de l'Equateur, Cah. ORSTOM, série Pédologie, vol. XXV, n° 1-2, p. 183-196.
- Roose (E.), 1987. - Gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols dans la zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale, in Séminaire ICRISAT-INRAN (11/06/87), Niamey, pp. 55-72.