

ETUDE DE L'EROSION ET DES PRATIQUES DE CONSERVATION DU SOL EN
EQUATEUR: UN EXEMPLE DE RECHERCHE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT.

1) PRESENTATION DU PROJET: UNE RECHERCHE CONCU POUR L'ETRANGER TRADITIONNEL.

Il semble important de rappeler que, depuis une quinzaine d'années environ, l'ORSTOM a procédé à un redéploiement de ses activités hors des limites traditionnelles des Dom-Tom et des pays d'Afrique francophones. Cette évolution s'est réalisée au profit des pays dits de l'étranger traditionnel, en particulier ceux de l'Amérique du Sud, où se sont mis en place des mécanismes de coopération propres à cette nouvelle stratégie géopolitique: une recherche au service du développement, se déroulant dans les structures locales et dans le cadre d'équipe bi-nationale.

A cet égard, le projet mené en Equateur par l'ORSTOM, conjointement avec le Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage de ce pays, pour lutter contre l'érosion des sols agricoles constitue un exemple significatif pour illustrer ce type d'évolution.

1.1) Objectifs généraux du projet définis par le partenaire.

Analyser les causes de l'érosion, tant physiques qu'humaines, dans des zones agricoles de l'Equateur affectées par ce phénomène, afin d'expérimenter et de recommander des pratiques de conservation des sols; ce qui devrait permettre la sensibilisation de la population paysanne à la lutte anti-érosive et aussi la formation du personnel affecté à ce projet.

Il est important de noter que l'étude des manifestations et des causes de l'érosion ne constitue pas une fin en soi mais un moyen pour recommander et tester des méthodes de conservation adaptées aux besoins du paysannat local.

1.2) Les partenaires en présence.

- *Les partenaires équatoriens:*

Le partenaire principal est la Direction Nationale Agricole (D.N.A.) du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage (M.A.G.).

En outre, la D.N.A. et l'ORSTOM ont passé des accords de coopération pour lutter contre l'érosion avec les organismes régionaux suivants: pour la région andine, le Centre Andin de Technologie Rurale (CATER), l'Unité d'Aménagement de la vallée de Paute (UMACPA) à la demande de la FAO et le Département de Géographie de l'Université Catholique de Quito; sur la côte équatorienne avec l'Université Technique de Babahoyo (U.T.B.).

L'équipe principale de la D.N.A. est composée par: Wilson Vivero (agronome), German Trujillo (agronome), Ivan Leiva (hydrologue) et Bella Velez (agro-hydrologue). Les deux premiers nommés ont réalisé des stages de spécialisation, de courte durée (deux mois), dans les laboratoires de l'ORSTOM en France, respectivement en 1988 et 1987. L'ORSTOM devrait accueillir I. Leiva en 1989.

- *L'ORSTOM:*

L'équipe de l'ORSTOM, en poste en Equateur, est rattachée au Département MAA et à l'UR 3D (réunion des ex UR E8 et E9 sous la responsabilité de R. Moreau) et ses activités s'inscrivent dans le cadre du grand programme E9 (Système de culture et fonctionnement des sols) et de l'axe programme N° 4.

L'équipe est formée par: Georges De Noni (géographe physicien) et Marc Viennot (pédologue). Trois jeunes agronomes, qui ont terminé leur mission en octobre 1988, ont également participé au projet: Paul Penet (V.S.N.A.), 7 mois; Alain Caujolle (V.S.N.A. puis allocataire de recherche) et Isabelle Caujolle (allocataire de recherche), respectivement 14 mois et 6 mois environ, avant de se consacrer à plein temps à leurs thèses.

En France; la "base arrière" est assurée par E. Roose (pédologue) et J.C. Talineau (agronome) qui appartiennent au Centre ORSTOM de Montpellier et F. Fournier, consultant de l'UNESCO.

1.3) Intitulé et date de signature du projet spécifique.

- Etude de l'érosion et des pratiques de conservation des sols en Equateur.
- Le projet spécifique a été signé le 4 avril 1986, dans le cadre de l'accord M.A.G.-ORSTOM, et s'est terminé le 31 décembre 1987 bien que les études aient effectivement débuté en 1983-84.
- A la demande de la D.N.A., un renouvellement du projet spécifique, pour 3 ans supplémentaires, a été soumis aux autorités de tutelle. Les démarches sont en cours actuellement.

2) UNE METHODE DE TRAVAIL POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION.

2.1) Le choix des zones d'étude fondé sur l'approche cartographique.

La première approche a été cartographique et a donné lieu à la réalisation d'une carte inédite jusqu'alors, à l'échelle de 1/1.000.000, des principaux processus d'érosion affectant le pays (1 et 7). Aussi bien les travaux de terrain que ceux de bureau nécessaires à la réalisation de la carte ont permis d'évaluer, globalement, l'importance géographique des zones affectées par l'érosion ainsi que des aspects spécifiques de la situation érosive de l'Equateur. On retiendra surtout que:

- 50% de la surface du pays sont affectés par des processus de dégradation: 15% des zones concernées se trouvent dans la basse Sierra (qui est la partie centrale et montagneuse du pays) entre 2000 et 3000 mètres et indiquent une situation érosive avancée; les 35% restants se caractérisent par une érosion plus localisée, bien qu'active, et correspondent à des zones soumises à un processus de colonisation agricole, particulièrement actif sur les hautes terres (3200-4800m) et les versants externes de la Sierra (4) et plus diffus sur les régions côtière et amazonienne;
- la Sierra est la région du pays qui présente la situation érosive la plus alarmante. Celle-ci est d'origine hydrique et se manifeste surtout par des processus de ruissellement concentré;
- le climat est caractérisé à la fois par des moyennes modérées et quelques événements pluviométriques exceptionnels. Dans la zone basse, les totaux pluviométriques annuels sont faibles à moyens (de 500 à 1300mm) et correspondent à 2 saisons pluvieuses; ils sont un peu plus forts (1000 à 2000mm) sur les versants et les hautes terres, sans véritable saison sèche. Cependant vis à vis de l'érosion, c'est l'agressivité climatique provoquée par l'intensité des pluies qui constitue le facteur déterminant. Des études antérieures (1981-84), également réalisées par le M.A.G. et l'ORSTOM (3), sur de petites parcelles de ruissellement de 50m² avaient confirmé les bonnes relations entre intensités et pertes en terre et souligné les valeurs considérables de celles-ci (jusqu'à 500t/ha/an). Ces informations ont permis de tracer sur la carte d'érosion des isolignes d'intensité maximale. En règle générale, elle ne dépasse pas 40mm/h, cependant chaque année pour le moins une fois, sont observées des valeurs pouvant atteindre 90mm/h qui sont responsables d'une intense érosion;
- comme dans tout milieu montagnard, les pentes sont fortes mais, malgré leur déclivité, l'homme a dû forcer la nature en les "mettant en valeur". Les normes classiques d'utilisation du sol préconisent de ne pas dépasser 10% en culture motomécanisée et 20% en culture manuelle; ici les labours avec le tracteur se font jusqu'à 60% de pente et les cultures traditionnelles s'observent normalement entre 40 et 70%, voire même jusqu'à 100% ! Les méthodes de conservation sont quasi absentes ou fort élémentaires (5).

En fonction de cette carte et des informations dérivées, 4 zones d'étude ont été sélectionnées dans la Sierra (provinces de Pichincha et Chimborazo).

2.2) Les stations: un outil de travail adapté aux objectifs du projet.

Sur chaque zone, on a installé des stations qui sont formées par des parcelles de ruissellement construites selon les normes conventionnelles. Cependant, c'est là que réside l'originalité de la méthode, l'ensemble du dispositif stationnel a été conçu de telle façon à pouvoir répondre aux aspirations du partenaire et être utilisé comme un site d'expérimentations et de démonstration au service de l'agriculteur (2 et 8). Une station présente les caractéristiques suivantes:

- elle est composée systématiquement par un couple de parcelles de ruissellement: parcelles témoins des conditions locales et parcelles améliorées où l'on suit le comportement d'ouvrages de conservation simples et adaptés aux besoins locaux. La comparaison des résultats (pertes en terre et suivi agronomique) obtenus sur chaque type de parcelle permet d'évaluer l'efficacité des méthodes testées;
- elle est directement installée chez l'agriculteur ce qui permet d'associer ce dernier, ainsi que les habitants

vivant à proximité de la station, aux études. Ce travail conjoint nous permet de mieux comprendre les conditions actuelles d'utilisation du sol et d'expérimenter des pratiques de conservation utiles qui ont valeur de démonstration et sensibilisation.

Les parcelles témoins ont 100m² de surface et sont de deux types: la parcelle gérée selon le protocole "Wischmeier" et la parcelle où sont étudiées les cultures et pratiques traditionnelles. Les parcelles améliorées, une ou deux parcelles par station, constituent le support de l'expérimentation. Elles sont plus grandes (1000m² de surface) afin de pouvoir installer et tester les méthodes de conservation.

Malheureusement face à une carence quasi systématique de pratiques conservatrices traditionnelles, nous avons été conduits à tester sur les parcelles améliorées l'efficacité des bandes enherbées et des mûrets, disposés selon les courbes de niveau, qui constituent un bon frein mécanique au ruissellement et qui fonctionnent comme des micro-barrages perméables. Ce système permet en effet une filtration de l'eau et des particules les plus fines et d'éviter les dangers d'une accumulation boueuse derrière les ouvrages; en outre il requiert peu de travail d'entretien de la part des paysans. Pour déterminer le type de matériau à utiliser, on s'est inspiré de celui qu'emploient les paysans pour entourer leurs propriétés. On distingue les trois principaux types de matériau suivants: les mûrets en mottes de terre ou en blocs de "cangahua" (terme local pour désigner une cendre volcanique indurée) et des bandes en culture (quinoa et lupin) ou plus simplement enherbées avec un pâturage autochtone.

3) DES RESULTATS PRELIMINAIRES ENCOURAGEANTS, AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT.

Les résultats, obtenus grâce aux stations, sont pour l'instant encourageants (9). Ils ont permis:

- **d'améliorer les connaissances sur l'érosion en milieu montagnard équatorial** dont les mécanismes sont encore mal connus. Les pertes en terre peuvent être considérables (de 200 à 500t/ha/an) et la variabilité inter-annuelle des manifestations très importante. En règle générale, les relations entre les pertes en terre et, respectivement, les intensités pluviométriques maximales et le ruissellement sont bonnes. Les caractéristiques particulières des sols allophaniques semblent jouer un rôle non négligeable que les études en cours (sonde à neutrons et simulateur de pluies) essayeront de déterminer;

- **d'expérimenter et de tester avec et chez l'agriculteur** des méthodes de conservation simples et bien adaptées: les résultats dépouillés, jusqu'à maintenant, sont encourageants car les poids de terre prélevés sur les parcelles expérimentales sont minimaux (<1t/ha/an) alors que l'érosion peut être importante en situation témoin. Les rendements sont également meilleurs sur les parcelles expérimentales;

- **de sensibiliser l'agriculteur à la conservation des sols et lui montrer comment faire:** grâce à un travail conjoint sur la station, l'agriculteur, spontanément le plus souvent, adopte nos recommandations sur sa propriété. En septembre dernier, nous avons lancé sur la station de Mojanda une opération de crédit, avec la participation financière de l'ORSTOM, qui permettra à une quinzaine de familles environ d'avoir accès à des semences améliorées, des engrais et de construire des ouvrages de conservation;

- **d'utiliser la station comme centre de formation:** dans le cadre d'un accord interne avec la Coordination Nationale de l'Année Technique Rurale, un étudiant de dernière année d'agronomie est affecté sur chaque station. Ce dernier assure le suivi quotidien des observations et en contrepartie, nous nous chargeons de sa formation qui débouche sur la réalisation d'une thèse. Pour l'instant, nous avons participé à la formation de 7 étudiants. Bien entendu, la station constitue aussi un lieu idéal pour la spécialisation des techniciens locaux;

- **enfin, de transférer l'expérience acquise vers d'autres organismes équatoriens:** le Centre Andin de Technologie Rurale (CATER), l'Unité d'Aménagement de la vallée de Paute (UMACPA), l'Université Technique de Babahoyo (U.T.B.) ont sollicité cette année notre collaboration pour développer une méthode semblable à la nôtre.

G. DE NONI et M. VIENNOT. Quito, Décembre 1988.

BIBLIOGRAPHIE DE L'EQUIPE ORSTOM-MAG SUR LE THEME

"EROSION-CONSERVATION DES SOLS EN EQUATEUR".

Almeida (G.), 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.

Aspiazu (P.), Castro (M.A.), De Noni (G.), Regalado (J.F.), 1986.- Erosion eolica al norte de la hoya de Quito, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 69-78.

Caujolle-Gazet (A.), Luzuriaga (C.), 1986.- Estudio de un tipo de "cangahua" en Ecuador: posibilidades de mejoramiento mediante el cultivo, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 59-67.

Custode (E.), Viennot (M.), 1983.- Contribucion de los estudios morfopedologicos para la conservacion del suelo y su fertilidad en el Oriente ecuatoriano, PRONACOS-UNESCO, Quito, 7 p.

Custode (E.), Viennot (M.), 1986.- Evaluacion de algunas características físicas y químicas de los suelos recientemente cultivados en la region amazonica del Ecuador, Revista Cultura, Vol VIII, n° 24a, p. 371-382. (à paraître également en français dans les actes du colloque Equateur 86)

Custode (E.), Viennot (M.), 1986.- El riesgo de erosion en la region amazonica, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 79-88.

De Noni (G.), 1982.- Analisis cualitativo de tres procesos de erosion en la Sierra volcanica del Ecuador, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 2, Quito, p.39-54.

De Noni (G.), Nouvelot (J.F.), 1983.- Los principales procesos erosivos en Ecuador, PRONACOS-UNESCO, Quito, 11 p.

De Noni (G.), Nouvelot (J.F.), Trujillo (G.), 1984.- Erosion y conservacion en la Sierra volcanica ecuatoriana: el ejemplo de las parcelas de Alangasi, Boletin extraordinario de la Sociedad ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Quito, 20 p.

De Noni (G.), 1984.- Estudio de la erosion y de las practicas de conservacion del suelo en Ecuador bajo la implementacion de una red de proyectos pilotos, UNESCO, Montevideo (Uruguay), 5 p.

De Noni (G.), Del Pozo (G.), Nouvelot (J.F.), 1984.- Diagnostico de los procesos erosivos, sus causas y riesgos en base al uso de la informacion del inventario de recursos naturales renovables: un ejemplo en la Sierra ecuatoriana, Boletin extraordinario de la Ciencia del Suelo, Quito, 11 p.

De Noni (G.), Nouvelot (J.F.), Trujillo (G.), 1985.- 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.), Viennot (M.), 1986.- Estudio de algunos procesos de erosion en la Sierra volcanica del Ecuador (3200 m-4800 m), Revista Colombiana de la ciencia del suelo, Vol XVI, n° 1, Bogota, p. 23-31.
- De Noni (G.), 1986.- Breve vision historica de la erosion en el Ecuador, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 15-23.
- De Noni (G.), Nouvelot (J.F.), Trujillo (G.), 1986.- Estudio cuantitativo de la erosion con fines de proteccion de los suelos: las parcelas de ALANGASI y Ilalo, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 35-47.
- De Noni (G.) et Trujillo (G.), 1986.- Degradacion de los suelos en el Ecuador: principales causas y algunas reflexiones sobre la conservacion de este recurso, revista Cultura, Vol VIII, n° 24a, Banco Central, Quito, p. 383-394. (à paraitre également en français dans les actes du colloque Equateur 86).
- De Noni (G.), Trujillo (G.), 1986.- La erosion actual y potencial en Ecuador: localizacion, manifestaciones y causas, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 5-14.
- De Noni (B.), De Noni (G.), Fernandez (M.), Peltre (P.), 1986.- Accidentes climaticos y gestion de las quebradas de Quito. Analisis del aluvion de la Raya del 23 de enero de 1986, CEPEIGE, Quito, p.25-44.
- 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.), Pourrut (P.), Viennot (M.), 1986-87.- Analyse de l'impact du "Nino" 1982-83 sur le milieu morphodynamique instable de l'Equateur, Colloque "Climats et risques naturels", A.F.G.P.(publié en 1987), Paris, p.157-168.
- De Noni (G.), Trujillo (G.), Viennot (M.), 1987.- Los estudios MAG-ORSTOM un paso hacia la conservacion de los suelos en la sierra ecuatoriana, Taller "Usos sostenidos de tierras en laderas", DESFIL, Quito-Salcedo, p. 345-358.
- 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), Grenoble (en cours de publication).
- De Noni (G.), Trujillo (G.), Viennot (M.), 1988.- El hombre y el erosion en El Ecuador, revista geografica n° 25, IGM, Quito, p. 169-180.
- De Noni (G.), Trujillo (G.), Leiva (I.), Viennot (M.), 1988.- Extension y agudizacion de los procesos de erosion en Ecuador, conférence dans le cadre du Colloque "Risques Naturels" organisé par le Collège des Géographes de l'Equateur.
- De Noni (B.), De Noni (G.), Fernandez (M.), Peltre (P.), 1988.- Drainage urbain et accidents climatiques à Quito (Equateur). Analyse d'un cas récent de crue boueuse, Cah. Sci. Hum.- vol.24-n°2, ORSTOM, Paris.
- Gregoire (I.), Trujillo (G.), 1986.- Estudio de la erosion en una comunidad indigena de la Sierra ecuatoriana: manifestaciones, causas y metodos de conservacion del suelo, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 49-57.
- Pourrut P., 1986.- Papel de las precipitaciones en la degradacion de los suelos: impacto da las lluvias excepcionales del periodo 1882-83, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigacion N° 6, Quito, p. 79-88.