

4^{ème} : Partie 1

Portofolio

Un territoire situé en zone
intertropicale :
le réveil du Cotopaxi

En Equateur, l'éruption du Cotopaxi menace 325 000 personnes

[AFP 17 AOÛT 2015 À 21:46](#)

Le volcan, considéré comme l'un des plus dangereux au monde, s'est réveillé vendredi, entraînant le gouvernement équatorien à décréter l'état d'exception.

Jusqu'à 325 000 personnes pourraient être affectées en Equateur par des avalanches liées à l'éruption du volcan Cotopaxi, qui s'est réveillé vendredi, entraînant le gouvernement à décréter l'état d'exception, ont estimé lundi les



autorités. La zone de risque entourant le volcan enneigé, situé à 45 km au sud de Quito, recouvre en partie trois régions du centre et du nord du pays - Cotopaxi, Napo et Pichincha -, a expliqué lors d'une conférence de presse la ministre de Gestion nationale des risques, Maria del Pilar Cornejo.

«Dans la zone affectée de la région de Cotopaxi, nous estimons à 110 000 personnes [la population pouvant être touchée, ndlr]. Dans la zone de Pichincha, 80 000 à 200 000, et dans la région de Napo, autour de 15 000 personnes», a-t-elle indiqué, soit un total potentiel de 325 000 personnes environ, qui «pourraient être affectées par le flux de lave».

Cette lave, en faisant fondre la neige, pourrait déclencher de dangereuses avalanches, craignent les autorités.

«Nous avons noté une légère augmentation du débit des rivières [en contrebas du volcan, ndlr], ce qui pourrait être dû au dégel survenu dans la partie haute du volcan», a indiqué le ministre coordinateur de Sécurité, César Navas, précisant toutefois que, depuis samedi, «il n'y a pas eu de projection de flux pyroclastique [matériel incandescent, ndlr], donc il n'y a pas de présence de coulées de lave».

Considéré comme l'un des plus dangereux du monde, le volcan, qui culmine à 5 897 mètres d'altitude, a été secoué depuis vendredi par de nombreuses explosions, dégageant d'imposantes colonnes de cendres ainsi que des fragments solides et incandescents. L'éruption, la première depuis 1877, a entraîné l'instauration de l'état d'exception par le gouvernement et l'évacuation de 505 personnes des localités voisines.

«L'activité interne du volcan ces 24 dernières heures est restée élevée, c'est-à-dire qu'il y a des preuves de mouvements de fluides à l'intérieur du volcan, de gaz et de magma», a indiqué lundi César Navas. A l'extérieur, a-t-il précisé, l'activité est modérée, avec «des émissions de cendres volcaniques très légères, très faibles».

Document 2 : Carte physique de l'Amérique du Sud (sources : Larousse)



Amérique du Sud



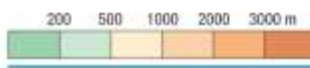
Document 3, 4 & 5 : Cartes politique et physique de l'Équateur



(Sources : d-maps.com)



Équateur



- route
- ✈️ aéroport
- ★ site touristique important
- plus de 1 000 000 h.
- de 100 000 à 1 000 000 h.
- de 30 000 à 100 000 h.
- moins de 30 000 h.

(Sources : Larousse)

Document 6 : le Cotopaxi

Topographie

Le Cotopaxi est un stratovolcan au cône quasi parfait, de 5 897 mètres d'altitude et dominant de 3 000 mètres les terrains environnants. Il est en fait constitué de deux appareils volcaniques imbriqués. La partie basale, la plus ancienne, est une caldeira qui s'effondra il y a plus de 5 000 ans et dont les restes sont encore visibles au nord et au sud-ouest sous forme de reliefs en saillie. Cette partie ancienne du volcan est appelée *Picacho*. La partie la plus récente, située au-dessus, forme le cône terminal nommé *Incaloma*. Couvrant une superficie de 280 km² avec une longueur de 22 kilomètres pour une largeur de 20 kilomètres, son volume est de 272 km³

Le volcan est recouvert de glaces et neiges éternelles dès 4 900 mètres d'altitude, sur une surface totale estimée à 27 km². Elles ont été à l'origine de lahars destructeurs lors de certaines éruptions du Cotopaxi.

Type éruptif et risques volcaniques

Ce volcan est de type explosif, avec émission de cendres, de lapillis (parfois sous forme de coulées pyroclastiques), voire de laves de type andésitiques. Il a aussi émis des ponces constituées de rhyolite.

À une altitude de plus de 5 500 mètres, le caractère glaciaire de la crête rend les éruptions extrêmement dangereuses car la lave se mêlant à la neige lance sur les pentes de l'édifice volcanique des coulées de boue meurtrières appelées lahars.

Ce volcan élevé est d'autant plus redoutable que la vitesse des épanchements surprend les populations de la vallée.

Le cratère du Cotopaxi étant légèrement égueulé vers l'ouest, les lahars ont tendance à prendre le chemin de la ville de Latacunga, qui a été plusieurs fois ravagée par des lahars.



Vue du Cotopaxi.



Cratère du Cotopaxi.



Le Cotopaxi peint par Frederic Edwin Church en 1855.

Document 7 : les stratovolcans

Edifice volcanique important qui s'est constitué par l'accumulation, au fil des éruptions (en plusieurs centaines de milliers d'années au moins), de coulées de lave et de niveaux de cendres.

Le stratovolcan est un volcan au **volcanisme explosif**, qui se caractérise par des versants très pentus, et la présence d'un dôme à son sommet, composé de lave très visqueuse et rempli de gaz.

L'Etna, en Sicile, le Kilimanjaro, en Tanzanie, et le Merapi, sur l'île de Java (Indonésie) sont des exemples de stratovolcans. (Sources : Futura-Sciences.com)



Coupe transversale d'un stratovolcan (Sources : Dorling Kindersley Ltd. 2004)

Document 8 : Conséquences de l'éruption du volcan Chaiten dans Les Andes



Destruction de la végétation par une nuée ardente (volcan Chaiten dans les Andes)



Dépôt de cendres sur des rizières en Indonésie



Lahars (volcan Chaiten dans les Andes)



Nuée ardente (Volcan Pinatubo 1991) en Indonésie



Voiture recouverte par des cendres au Chili

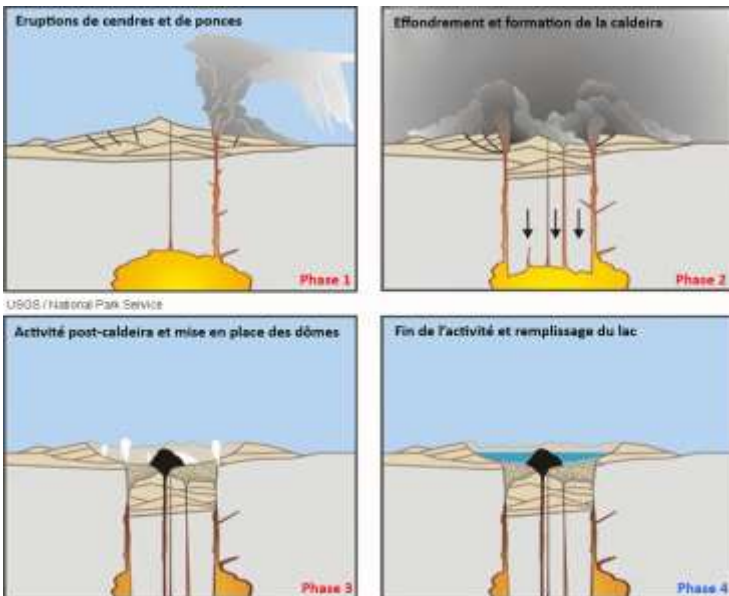
Document 9 : Caldeira (D'après : planet-terre.ens-lyon.fr)

Une **caldeira** est une dépression volcanique due à un effondrement provoqué par la vidange rapide d'une chambre magmatique superficielle, vidange entraînant l'effondrement du toit de la chambre et la formation de cette dépression fermée à la verticale de l'ancienne chambre. Une caldeira n'est donc pas tout à fait un cratère volcanique *sensu stricto*.

Deux types extrêmes de caldeiras existent.

Il y a les caldeiras dues à la vidange "non explosive" d'un réservoir rempli de lave fluide, du basalte par exemple. Sur Terre, ces caldeiras sont en général d'assez petite dimension (elles peuvent par contre être très grandes sur Mars -cf. *Olympus Mons* -, sur Io...). De manière conventionnelle, les anglo-saxons n'utilisent le terme "caldeira" pour ces dépressions "basaltiques" que pour celles, assez rares, d'un diamètre supérieur à "1 mile". Pour les plus petites, ils utilisent le terme de *pit crater*. Cette distinction a assez peu cours dans les pays francophones, et la taille limite serait plutôt le kilomètre. Les caldeiras de ce type sont classiques à Hawaï, à la Réunion (cf. cratère Dolomieu)...

Il y a les caldeiras dues à la vidange "explosive" d'un réservoir rempli de lave très visqueuse et très riche en gaz (lave acide comme des dacites, des rhyolites, des trachytes...). Cette éjection de grandes quantités de pyroclastites, à l'origine de la caldeira, est également à l'origine d'importants dépôts de téphras qui entourent cette caldeira. Ce type de caldeira peut avoir des dimensions colossales. L'une des plus grandes caldeiras récentes sur Terre est celle de Toba (100 x 35 km) sur l'île de Sumatra (Indonésie), formée il y a 73 000 ans. On trouve aussi en France métropolitaine des caldeiras "récentes" (Mont-Dore, Cantal...), mais aussi d'âge paléozoïque suite à de gigantesques éruptions. Ces caldeiras de France métropolitaine ne se voient quasiment plus dans la morphologie, mais sont bien signalées sur la carte géologique de France au 1/1 000 000.



© 2004 Silvan Höhn, sur Panoramio, modifié



© 2004 Pierre Thomas

Droits réservés - © 2002 D'après U.S. Geological Survey - National Park Service, modifié

Document 10 : Volcanisme explosif (D'après : Futura-Sciences.com)

Les éruptions explosives se caractérisent par la brusque libération de jets de gaz emportant des morceaux de lave riches en bulles. La lave émise est plus visqueuse que lors des éruptions effusives, car elle est plus riche en silice.

Le devenir du panache volcanique dans l'atmosphère

Deux situations peuvent se présenter, voir se combiner, durant l'éruption :

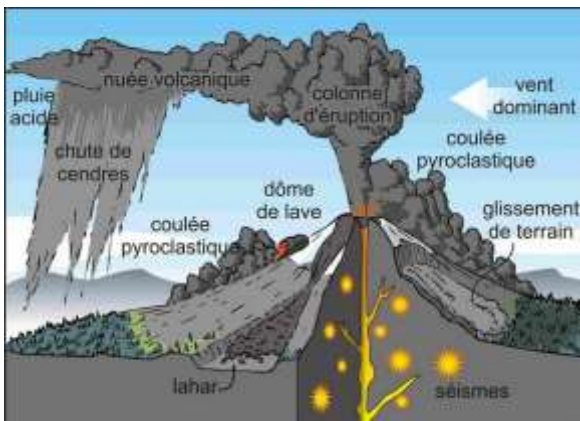
le panache volcanique peut monter de plusieurs kilomètres dans l'atmosphère (jusqu'à 50 km), auquel cas il s'étale et forme alors un parapluie plinien. Les pierres poncees et les cendres vont alors sédimenter en pluie ;

le panache ne dépasse pas 1.000 ou 2.000 m de haut, auquel cas tout ce qu'il contient va rapidement retomber puis dévaler les pentes du volcan sous la forme d'une coulée pyroclastique.

Les éruptions explosives sont principalement observées sur les volcans gris, par exemple au niveau de ceux situés sur la ceinture de feu du Pacifique.

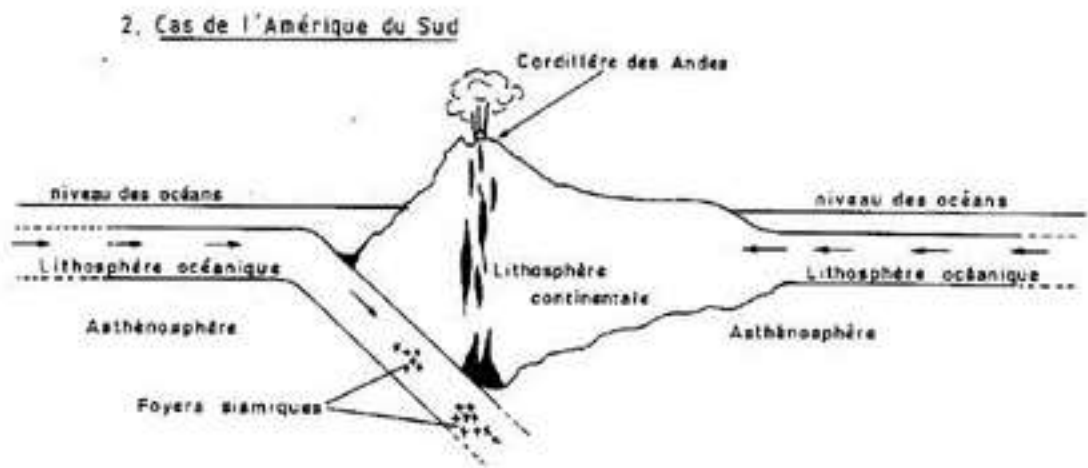
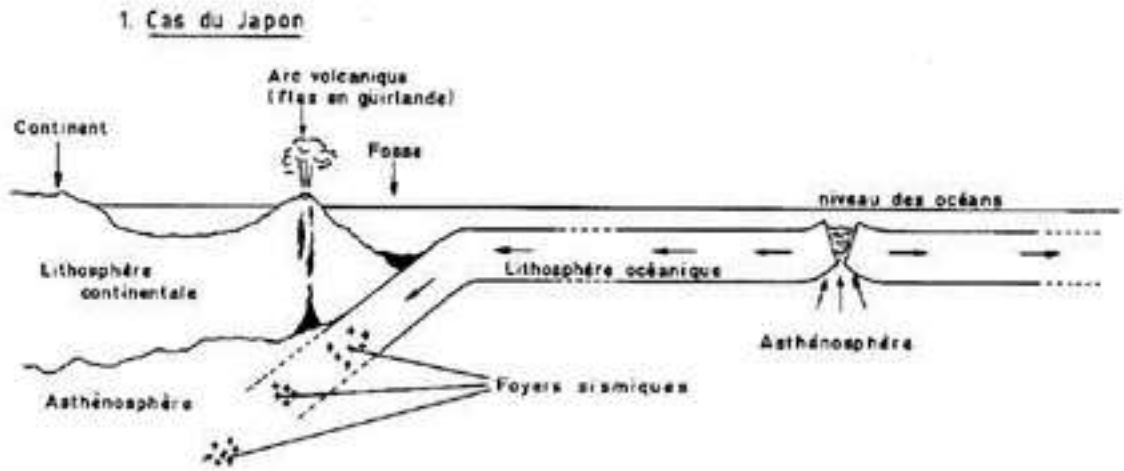


Ce panache volcanique a été photographié au-dessus du volcan Sarytchev, durant l'éruption explosive du 11 juin 2009. Il se trouve sur l'île russe de Matoua, au sein des îles Kouriles, elles-mêmes situées sur la ceinture de feu du Pacifique. Les gaz sont surplombés d'un nuage appelé pileus. © Nasa, Wikimedia Commons, DP



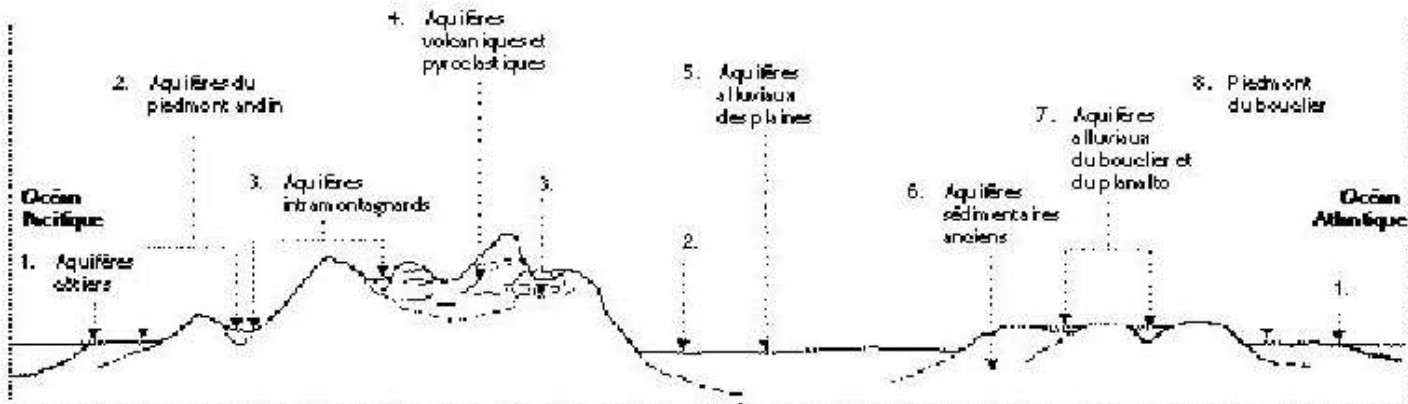
Document 11 : éruption explosive

Document 12 : l'origine des volcans de l'Amérique du Sud



Document 13 : Coupe topographique de l'Amérique du Sud

Source : Danilo J. Anton, « Villes assoiffées », CRDI; 1995



Document 14 : Données climatiques de trois stations en Equateur

(Source : MeteoMedia.com)

Latitude: 1.30 S Longitude: 77.55 O

Température °C

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne	21	21	21	21	21	20	20	20	21	21	21	21

Précipitations

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total (mm)	308	329	406	480	398	437	339	304	330	369	339	321

Nombre de jours où Préc. totale >= 1 mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	21	20	23	23	24	24	22	21	21	22	22	22

Latitude: 0.10 S Longitude: 78.29 O

Température °C

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne	14	14	14	14	15	15	15	15	15	14	14	14

Précipitations

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total (mm)	74	114	127	149	98	37	26	32	79	115	79	83

Nombre de jours où Préc. totale >= 1 mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	10	11	15	15	13	7	5	5	11	14	11	11

Latitude: 2.09 S Longitude: 79.53 O

Température °C

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne	27	27	27	27	26	25	24	24	25	25	25	26

Précipitations

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total (mm)	230	242	252	153	60	33	10	1	2	3	6	34

Nombre de jours où Préc. totale >= 1 mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	12	14	15	10	4	1	0	0	0	1	0	2

Document 15 : Relevés de la station de Chyriacu (1800 m, versant occidental de la cordillère)

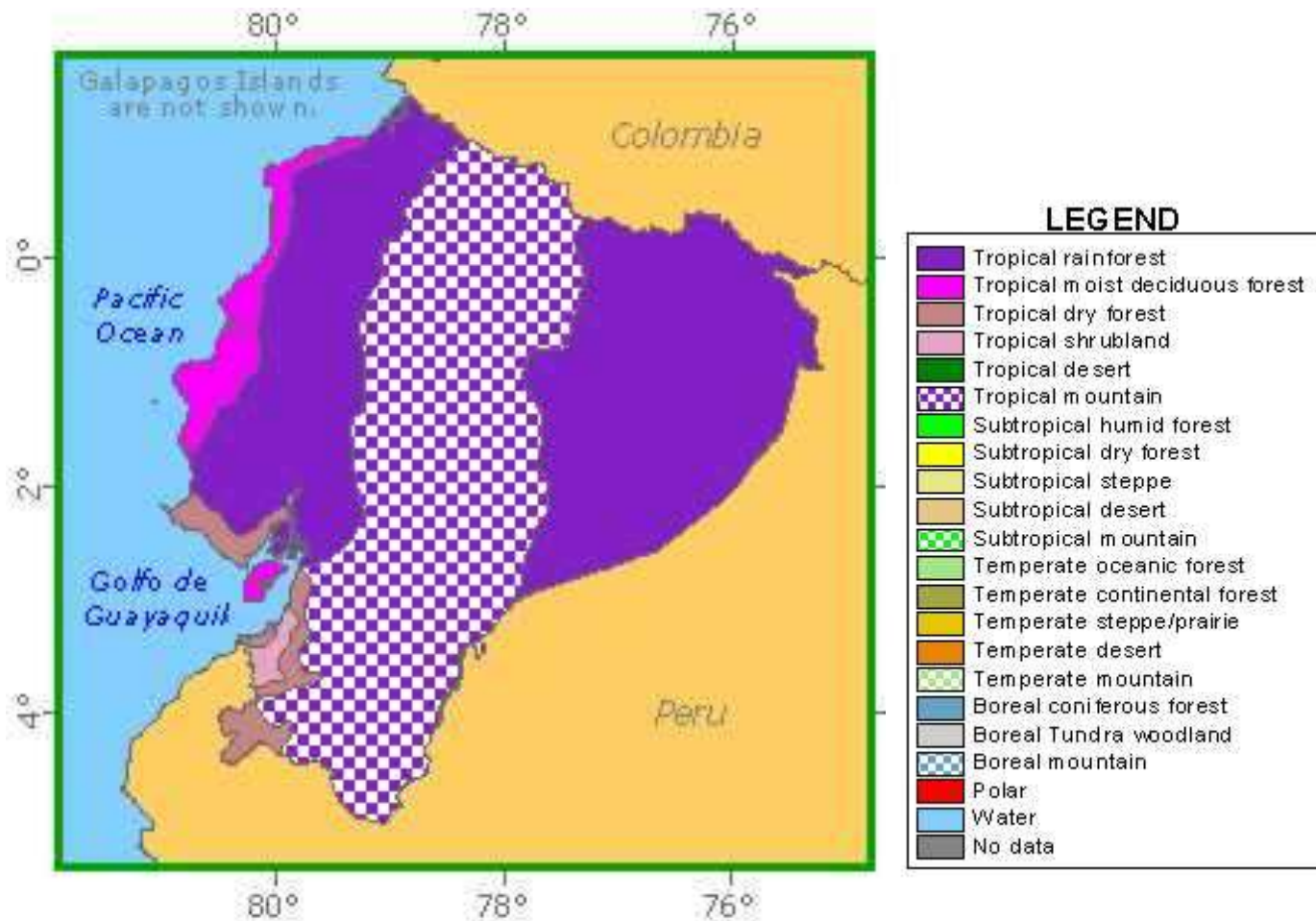
Au cours du mois d'avril 1999, la température moyenne était de 16,5°C, l'amplitude thermique était de 1°C. Tous les jours, l'humidité relative était supérieure à 90%. Un total de 200 mm d'eau a été recueilli. Les pluies sont quotidiennes. Vingt-sept heures d'ensoleillement ont été enregistrées, dont vingt-six entre 6h00 et 12h00.

Le temps observé au cours de ce mois est caractéristique d'une station météorologique à cette altitude dans la Sierra.

(Source : A l'entour des Andes, L'équateur; Anne Vandiest-Wallon; Iles de Paix)



Forêt des nuages au-dessus de La Merced de Buenos Aires, 3500 m (Imbabura, Équateur), 25 novembre 2013. Photo : J.-M. Gayman



Document 17 : Forêt tropicale d'Equateur

Meilleur biodiversité parmi les plantes Amazoniennes

En général, les conditions chaudes et humides de la forêt tropicale pendant toute l'année sont des conditions optimales pour les plantes. Par conséquent, on trouve beaucoup plus d'espèces dans les régions tropicales que dans les zones tempérées. Actuellement, on a identifié plus de 400.000 espèces de plantes dans la jungle tropicale et chaque jour on découvre des espèces nouvelles. Quelques scientifiques ont constaté que la plus grande variété d'espèces de plantes et de fleurs rares d'Amazonie se trouvent en Équateur dans la Réserve de faune Cuyabeno.

Il ya plusieurs raisons pour lesquelles Cuyabeno est plus riche en espèces que des autres parcs d'Amazonie dans les pays voisins:

Il fait partie des pieds de montagne des Andes, où se trouvent encore des espèces qui dépendent des conditions écologiques des Andes inférieurs;

la présence de rivières à débit lent et de lacs pauvres en sédiments des " eaux noires " qui sont des conditions écologiques rares dans l'Amazonie, ou la plupart des fleuves sont riches en sédiments et de couleur " café et du lait ».

Les écosystèmes, sont bien drainés sur collines et les écosystèmes de marais sont présents dans la réserve;

La réserve est située exactement sur l'équateur, où les fluctuations saisonnières sont relativement mineures et où la pluie tombe pendant toute l'année.

La lumière du soleil sur le sol de la forêt amazonienne est tellement faible, que très peu d'espèces de plantes savent y vivre. Cela a abouti à l'évolution des plantes qui peuvent vivre sur les arbres: les épiphytes. Ils savent croître sur les troncs, les branches, et les feuilles des arbres, ainsi que sur d'autres épiphytes. Chaque arbre est un écosystème en soi avec de nombreuses espèces de plantes différentes, tels que les broméliacées, orchidées, cactus, Aracées, mousses, fougères et lichens.

Source : www.cuyabenolodge.com/foret-amazonienne/foret-tropicale.htm



Forêt tropicale humide nuageuse
Réserve biologique de Bilsa, Equateur



Sous-bois en forêt amazonienne Parc national de Yasuni, Equateur

(Source : www.exode-tropical.com/exposition.php)

– Les forêts denses semi-décidues sont caractérisées par une chute partielle des feuilles en saison sèche. La pluviosité annuelle y est comprise entre 1 et 2 mètres avec moins de six mois secs. Leur composition floristique est très variable et moins riche que celle des forêts sempervirentes, mais les essences commerciales de bois d'œuvre y sont souvent abondantes.

(Source : Universalis.fr)



Forêt tropicale très sèche, parc Machalilla, Équateur



Trois paysages d'un seul regard : vallée plus verte, pentes très sèches et forêt de nuage sur les sommets. Parc Machalilla, Équateur

CRÉDIT PHOTO : JEAN-GUY TRUSSART

Document 18 : Les biomes de la Sierra

La végétation de la zone andine d'Équateur est déterminée par l'étagement de la végétation en fonction de l'altitude. Cet étagement altitudinal est modifié par l'exposition des versants (bien que ce facteur ait une importance moins forte aux latitudes équatoriales) et par l'humidité, qui varie fortement selon les versants (maximale sur les versants est de la cordillère des Andes). Les limites approximatives des étages climatiques de la sierra sont les suivantes:

1000-1800m : terre subtempérée, principalement occupée par différents types de forêt, suivant l'abondance des précipitations.

1800-2600m : terres tempérées, puis terres fraîches, originellement occupées par des forêts mais aujourd'hui largement cultivées, de sorte que les restes de forêt andine humide sont cantonnés à des zones protégées ou difficiles d'accès.

2600-3200m : terre froide, largement cultivée, les parties non cultivées sont occupées par la forêt humide de montagne

3200-4000m : terre sub-nivale, occupée par le páramo

> 4000m : étage nival, caractérisé par des chutes de neige et des gelées fréquentes. La limite des glaciers se situe généralement aux alentours de 5000m en Équateur.

(Source : Wikipedia)





(Source : Patricio Mena Vásconez)

Le **Páramo** est un biotope néotropical d'altitude, qu'on trouve dans la Cordillère des Andes, entre la limite des forêts et les neiges éternelles.

La végétation

Il existe une grande variété de lacs, de tourbières, de prairies humides mêlées à des parcelles de forêts.

Cette végétation présente un taux très important d'endémisme et de spéciation en raison de l'isolement et de la fragmentation des páramos.

Cet écosystème abrite environ 5000 espèces différentes : 60 % sont endémiques et adaptées parfaitement aux conditions spécifiques (faible pression atmosphérique, intense rayonnement ultra-violet, effets desséchants du vent).

La végétation se compose de touffes d'herbes, de rosettes, d'arbustes nains, de plantes en coussinets, de rosettes géantes.

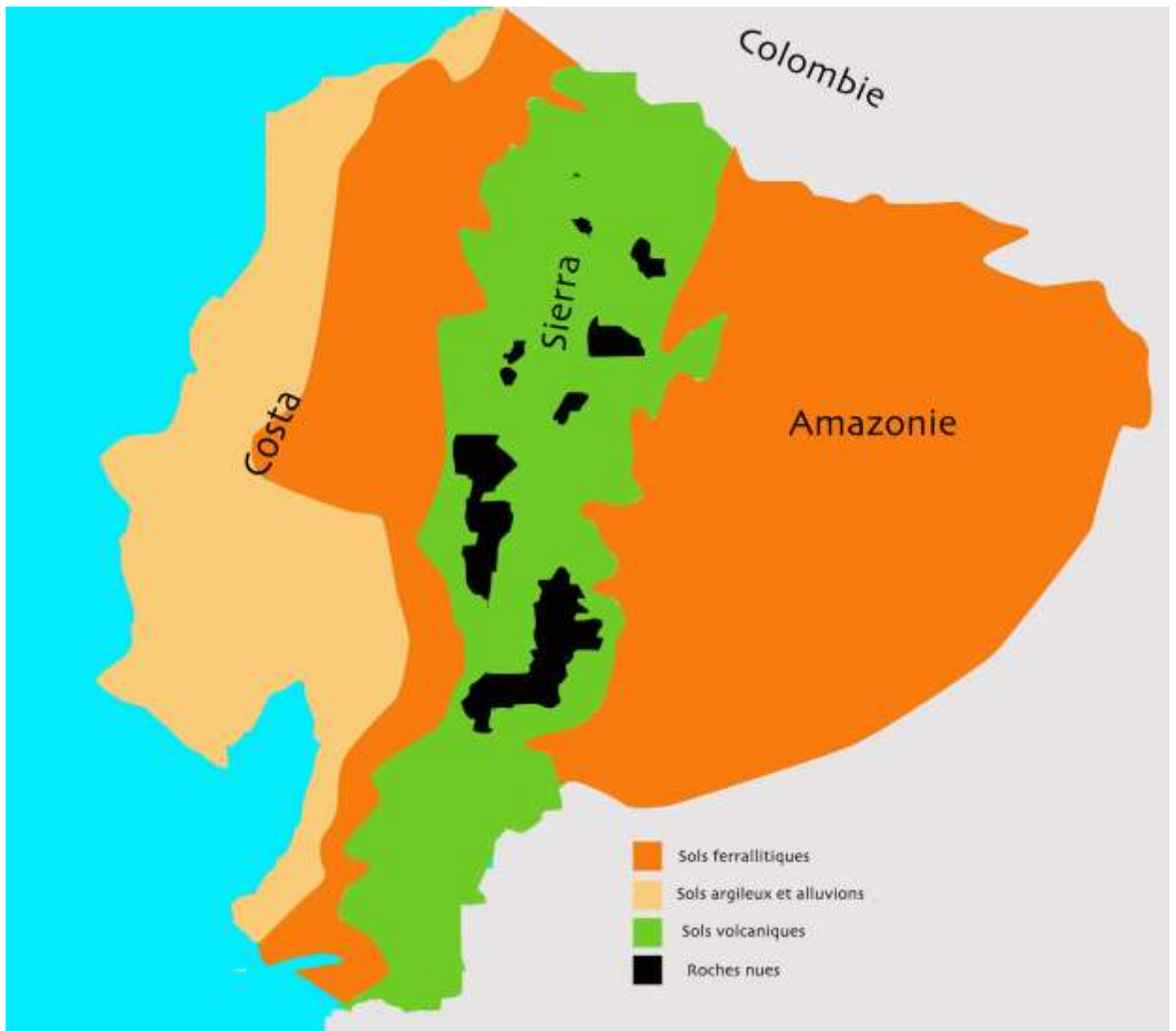
Document 20 : De vastes espaces naturels

La variation d'altitude est à l'origine de l'étagement des climats et des zones de végétation.

Parmi tous les domaines montagnards du monde, ce sont ceux des milieux tropicaux qui fournissent la source de biodiversité la plus abondante. Les pentes des Andes offrent les milieux les plus riches : forêt pluviale tropicale, forêt subalpine, lande alpine, herbages d'altitude, toundra, neige et glaciers.

L'Equateur a la chance, grâce à son petit nombre d'habitants, d'offrir encore de vastes espaces naturels dans chacune des régions qui le composent. Certains milieux sont fragilisés, particulièrement par le défrichage. C'est le cas du parano, la steppe d'altitude considérée comme l'éponge naturelle des Andes. Sa disparition augmente l'érosion par ruissellement, mais également dans les cours d'eau des rivières.

Document 21 : Carte des types de sols de l'Equateur



Carte simplifiée des sols de l'Equateur (d'après eusols.jrc.ec.europa.eu)

Document 22 : Différences et similitudes entre sols volcaniques et sols non-volcaniques

I. Différences et similitudes entre les sols volcaniques et les sols non-volcaniques

La composition des sols terrestres diffère d'un endroit à un autre. Pour étudier ces différences, nous allons d'abord observer la composition de différentes terres volcaniques, puis celle des sols non-volcaniques et enfin nous les mettrons en commun en soulignant les différences entre les compositions de ces deux types de sols.

1) Composition des sols volcaniques

Tous les sols volcaniques n'ont pas les mêmes propriétés chimiques. Comme nous n'avons pas la possibilité d'étudier toutes les compositions de tous les sols, nous avons décidé de réduire notre étude et de vous présenter les propriétés chimiques de trois types de sols volcaniques : la Pouzzolane, l'Akadam et la Zéolite.



Pouzzolane

2) *Les sols non-volcaniques* Dans les sols non-volcanique, comme pour les sols volcaniques, il existe une multitude de compositions chimiques différentes. Nous allons vous présenter celle qui revient le plus souvent. Dans les sols non-volcaniques, nous retrouvons 60 à 70% de silice, 15 à 25% d'argile, 5 à 7% de calcaire (CaCO₃) et seulement 5 à 10% d'azote, de phosphore et de potassium. Les sols non-volcanique contiennent également des traces d'oligo-éléments tel que notamment le cuivre, le manganèse et le zinc.

3) *Comparaison des deux types de sols* En comparant les compositions des sols volcaniques et des sols non-volcaniques, nous constatons que chacun d'entre eux est constitué d'un pourcentage considérable de silice. Dans les sols communs, l'argile et le calcaire sont présents en moyenne quantité alors que ces deux éléments chimiques sont presque absents de la composition des sols volcaniques. On retrouve du phosphore et du potassium dans les deux types de sols. Par contre, l'alumine, le fer et le magnésium sont trois éléments chimiques totalement absents des sols non-volcaniques contrairement aux sols volcaniques où ils sont assez présent.

II. Rapprochement des compositions des sols avec les engrais

Maintenant que nous avons la composition des sols volcaniques et non-volcaniques, étudions celle des engrais afin de savoir quels éléments, dans ces compositions, sont fertiles.

1) Les engrais, des composants fertiles En observant la composition des engrais, nous remarquons que plusieurs éléments chimiques reviennent à chaque fois.

Ainsi, l'azote est très utilisé car il est l'un des éléments les plus importants pour la vie des plantes. En effet, il permet la construction des éléments de la plante, la faisant grandir. Le phosphore est rajouté pour ses capacités à transporter l'énergie à travers toute la plante et à favoriser ainsi la croissance générale de celle-ci. Il est aussi rajouté du potassium car comme le phosphore, il améliore la croissance des plantes et les rend plus résistantes aux maladies et aux sécheresses. Le magnésium est également présent dans les engrais car il améliore la couleur des plantes et rend l'absorption du phosphore plus facile. Enfin le fer fait partie des oligo-éléments nécessaires à la plante durant toute la durée de sa vie.

2) Analyse des éléments de la composition des différents sols

Sachant cela, nous allons pouvoir étudier plus en détail les compositions chimiques des sols volcaniques et non-volcaniques. Dans les **sols non-volcaniques**, la **présence de 60 à 70 % de silice (SiO₂) permet de bien aérer les sols et de favoriser la respiration des plantes ; cependant, il ne contient que peu de nutriments**. L'argile, présente dans des proportions allant de 15 à 25%, est une matière compacte et collante conservant l'humidité, mais ne comportant pas non plus une quantité suffisante de nutriments. Le reste de la composition de ces sols est fait de calcaire donnant un pH neutre au sol. cependant 5 à 10% seulement des sols communs sont constitués des éléments fertiles trouvés dans les engrais (azote, potassium, phosphore). Le peu de quantité de ces éléments fertiles présents dans les sols communs conduit à penser que ces sols ne sont que **peu fertiles**.

Dans les **sols de type volcanique**, en revanche, nous retrouvons un nombre conséquent d'éléments identiques à ceux qui sont contenus par les engrais. Les sols de type volcanique contiennent également beaucoup de silice et sont donc **aussi bien aérés** qu'eux. Cependant ils contiennent en plus du **fer** et du **magnésium** en grande quantité, ainsi que du **phosphore** en quantité légèrement supérieure à celle des sols non-volcaniques.

De plus, dans chacun des trois types de sols étudiés, il est possible d'observer une quantité non négligeable d'alumine. Nous pouvons conclure que **ces sols sont particulièrement fertiles** et favorisent donc le développement des plantes.



Haricot planté dans un sol volcanique

Ainsi, nous en déduisons que si la population autour de nombreux volcans est très élevée et composée pour la majorité d'agriculteurs, c'est que ces sols sont très fertiles et permettent d'obtenir plus de productions dans les différentes cultures. Cela leur permet ainsi de mieux vivre, malgré les risques de mourir d'une éruption volcanique.^[L]_[SÉP] Cependant la croissance des plantes dans le sol ne dépend pas uniquement de la composition chimique de celui-ci, mais aussi d'autres facteurs comme le climat ou l'éclairage. C'est pourquoi certaines îles volcaniques, comme l'Islande, n'ont pas une végétation très abondante suite aux vents violents qui soufflent sur l'île et à d'autres facteurs.

Document 23 : La population de l'Équateur en quelques chiffres

Population (2014) : 15 925 872 habitants
Population urbaine (2010) : 64,27 %
Superficie : 283 580 km²

Espérance de vie (2009) : 75,3 ans
Taux de natalité (2009) : 20,77 pour mille
Taux de mortalité (2009) : 4,99 pour mille
Taux de mortalité infantile (2009) : 20,9 pour mille
Taux de croissance annuel : 1,5 %

Principales villes :

- 1 Guayaquil 4 008 332 hab.
- 2 Quito 2 163 565 hab.
- 3 Cuenca 331 888 hab.
- 4 Santo Domingo 305 632 hab.

(Source : www.populationmondiale.com)



La ville de Quito (Source : <http://www.colonialhousequito.com>)

Document 24 : Quito (Source : *A l'entour des Andes, L'équateur; Anne Vandiest-Wallon; Iles de Paix*)

La ville doit son nom aux premiers occupants des lieux, les Indiens quito. Vers 1500, l'Inca Huayna Capac soumit la région. Il fit de Quito son siège et la capitale septentrionale de l'Empire inca. Une route royale fut construite entre Cuzco (Pérou) et Quito. Mais les deux villes devinrent bientôt rivales. En effet, l'Inca avait eu un fils dans chacune d'elles : Huascar, son héritier, installé à Cuzco, et Atahualpa, établi à Quito. A sa mort, les deux héritiers plongèrent l'Empire dans une guerre de succession sans merci.

En 1534, les Espagnols arrivent à Quito, incendiée par ses habitants. Voyant la défaite inéluctable face aux conquistadors, ils avaient préféré brûler la ville et ses trésors. Une nouvelle ville surgit des cendres : San Francisco de Quito. Malgré les obstacles de la topographie, le plan est en damier comme celui des villes espagnoles.

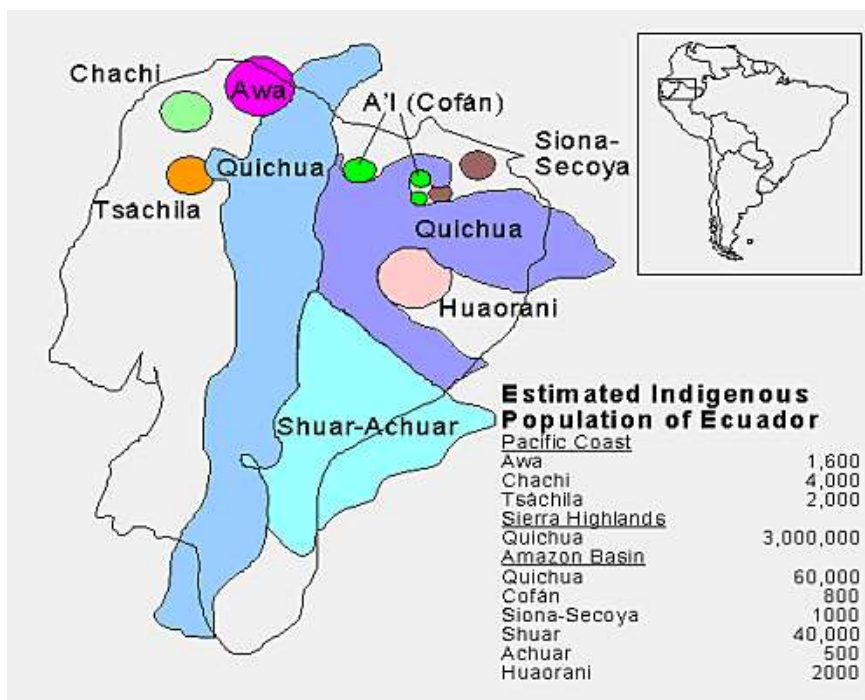
Actuellement, Quito s'étire en longueur, sur une trentaine de kilomètres, à 2800 m d'altitude, au pied du volcan Pichincha. Les quartiers luxueux et populaires envahissent les pentes de l'allée des volcans.

Document 25 : Projection de population par provinces en équateur.

Name	Population Projection 2011-07-01	Population Projection 2015-07-01
Azuay	753,500	810,400
Bolívar	193,700	201,500
Cañar	240,200	258,500
Carchi	173,400	179,800
Chimborazo	481,500	501,600
Cotopaxi	431,200	457,400
El Oro	634,500	671,800
Esmeraldas	561,600	599,800
Galápagos	26,600	29,500
Guayas	3,840,300	4,086,100
Imbabura	419,900	445,200
Loja	473,300	495,500
Los Ríos	817,700	865,300
Manabí	1,436,300	1,496,400
Morona Santiago	157,600	175,100
Napo	109,500	120,100
Orellana	140,700	151,000
Pastaza	89,100	99,900
Pichincha	2,723,500	2,947,600
Santa Elena	326,200	358,900
Santo Domingo de los Tsáchilas	387,200	419,000
Sucumbios	186,100	205,600
Tungurahua	530,700	557,600
Zamora Chinchipe	97,700	107,700

(Source: Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (web)).

Document 26 : Population indigène en équateur.



Source : www.conaie.natieweb.org

Document 27 : Le peuple Quechua en Equateur.



Les Quechuas sont les dépositaires de la civilisation inca, l'empire inca s'étendait à son apogée sur la partie occidentale de l'Amérique du Sud, entre l'Océan Pacifique et la Cordillère des Andes. Cela représente un territoire long de 4 000 km et couvrant une superficie de plus de 3 millions de km². La capitale était Cuzco, située au Pérou.

La civilisation inca se développe du xi^e au xvi^e siècle. Leur règne sur le tawantinsuyu s'achève avec l'exécution d'Atahualpa, lors de la Conquête espagnole en 1533. La mort de l'Inca ne signifie pas la disparition du peuple Quechua. Bien que la caste Inca ait été dévastée, la langue quechua fut utilisée comme langue d'évangélisation et elle prit le pas sur d'autres langues autochtones. De ce fait, de nombreuses populations, très diverses culturellement se revendiquent aujourd'hui de la nation Quechua. À l'heure actuelle, la langue quechua est bien vivante, on la retrouve principalement dans les provinces du Pérou (Sierra et Altiplano), de Bolivie (Chuquisaco, Cochabamba, Potosi) et d'Équateur.

(Source : Wikipedia; photo : Harvard.edu et Tripadvisor)



Document 28 : Malaria et Paludisme en Equateur.



Le paludisme (ou malaria) est une maladie qui peut être mortelle. Il est dû à des parasites transmis à l'homme par des piqûres de moustiques infectés. En 2013, le paludisme a été à l'origine de 584 000 décès, pour la plupart parmi les enfants africains. Le paludisme est dû à des parasites du genre *Plasmodium* transmis d'une personne à l'autre par des piqûres de moustiques infectés, appelés «vecteurs du paludisme», qui piquent principalement entre le crépuscule et le petit matin.

La transmission est plus intense aux endroits où les espèces de vecteurs ont une durée de vie relativement longue (ce qui permet au parasite de compléter son cycle de développement à l'intérieur du moustique) et piquent plutôt les êtres humains que les animaux.

La transmission dépend aussi des conditions climatiques qui peuvent influencer sur l'abondance et la survie des moustiques, telles que le régime des précipitations, la température et l'humidité. À beaucoup d'endroits, la transmission est saisonnière avec un pic pendant ou juste après la saison des pluies.

(Source : O.M.S.)

Les activités humaines, traditionnellement agricoles, ont dû s'adapter à ce milieu de haute montagne. Très tôt, durant les 2000 ans qui précèdent la conquête espagnole, la Sierra est le siège d'une agriculture florissante car la population, qui ne dépasse pas 200 000 habitants, a pu développer ainsi une agriculture en équilibre avec le milieu. En effet, ces sociétés d'antan pratiquaient spontanément la diversification des cultures, l'utilisation des terres sur plusieurs étages écologiques et l'irrigation dont les canaux épousaient les contours d'un dense réseau de terrasses. Au cours des siècles, l'histoire troublée de la conquête espagnole puis, plus proche de nous, les effets sociaux de la pression démographique ont fait évoluer cette situation vers un déséquilibre des rapports homme-milieu. Actuellement, l'expansion de la frontière agricole progresse en altitude et se heurte aux contraintes imposées par la montagne (climat, pente). C'est dans ce contexte que s'est développée la structure du "minifundio" qui, dans des conditions très difficiles, de petites parcelles vivrières inférieures à 1 ha, se heurte à des problèmes aigus d'érosion.

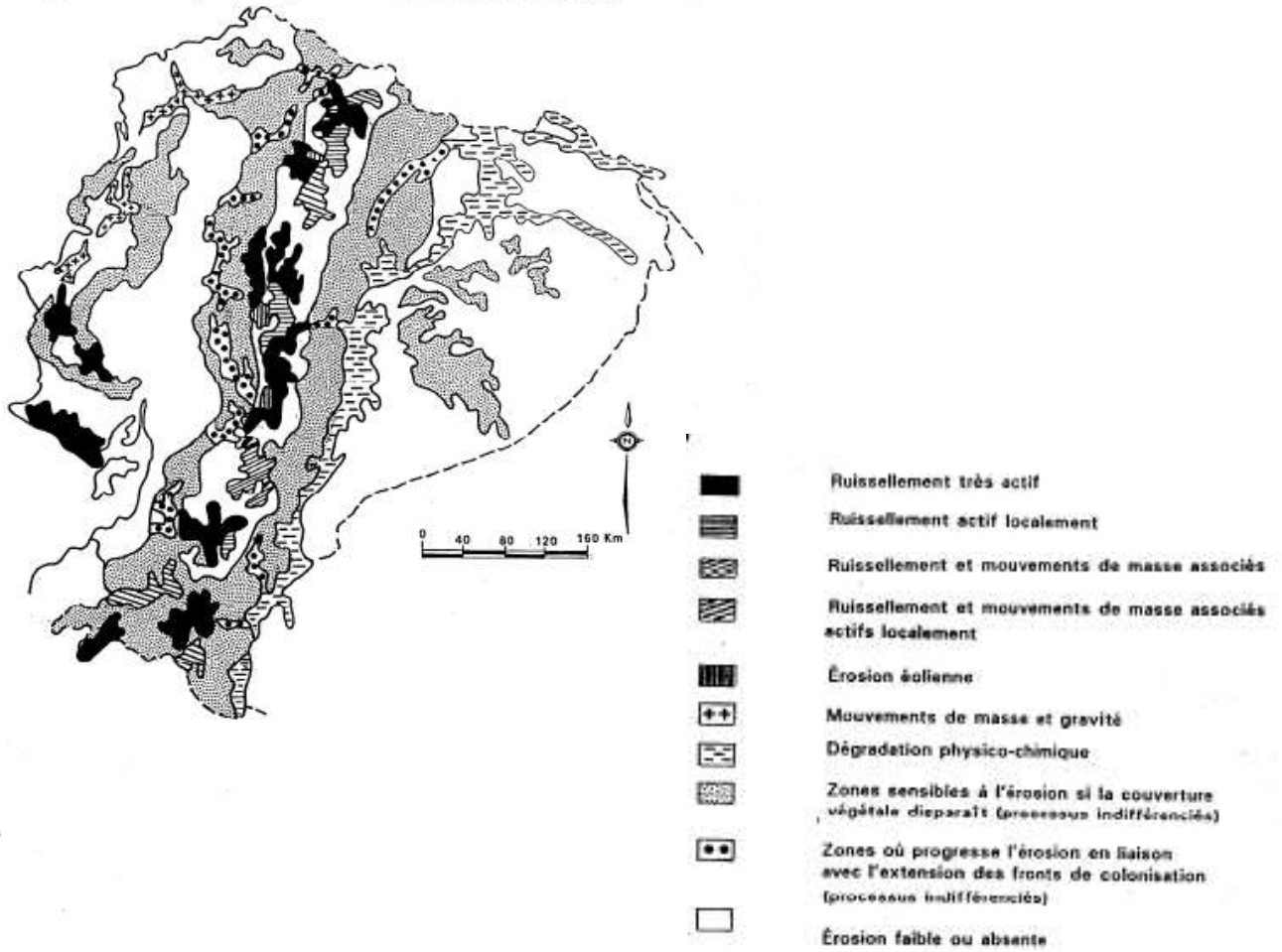
Dans la zone intra-andine, on distingue 2 niveaux de bassins. D'une part, ceux situés à une altitude inférieure à 2400 m. Il s'agit d'une unité relativement plane (pente de 0 à 20 %) et déprimée, couverte par une végétation arbustive xérophyte discontinue. La population groupée en petits villages pratique la culture irriguée: canne à sucre, arbres fruitiers et légumes. Les traces d'érosion sont partout manifestes aussi bien dans les zones mal protégées par cette végétation que dans les zones irriguées où la maîtrise de l'eau est insuffisante.

D'autre part, un niveau, compris entre 2400 et 3200 m, qui regroupe la majorité des paysages de la Sierra. On y observe:

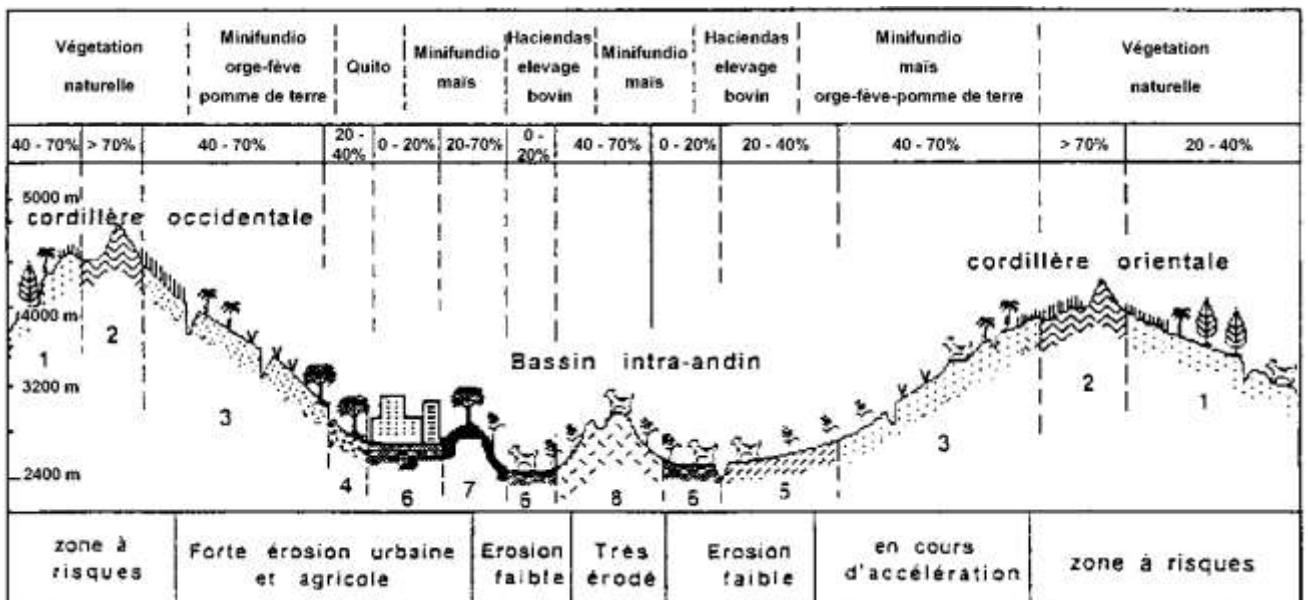
- un réseau dense de ravins et de "canons", témoins d'une active érosion régressive, où les pentes dépassent 70 %. Il n'existe qu'une maigre agriculture sur des sols de faible épaisseur;
 - des surfaces planes d'accumulation (moins de 10 % de pente), où sont établies les grandes propriétés d'élevage bovin ("haciendas"). Entre ces surfaces et les ravins, on observe une morphologie plus irrégulière (25-50%) qui se caractérise par un recul marqué des petites parcelles de maïs face à une érosion ancienne, très active;
 - soit des glacis-terrasses, soit des cônes de déjections en s'élevant au contact de la zone montagneuse. Sur les pentes inférieures à 25 %, s'est développé un élevage prospère dans le cadre de grandes ou de moyennes exploitations: haciendas (centaines d'hectares) et "fincas" (dizaines d'hectares). Plus haut, entre 3000 et 3200 m, apparaissent les premiers versants escarpés où s'est installée la première vague de minifundio. Cette mutation a provoqué une accélération de l'érosion;
- **sur les cordillères**, à partir de 3200 m (De Noni, Viennot, 1985), commencent les hautes terres andines où s'étend massivement, depuis quelques dizaines d'années, le minifundio. Jusqu'à 3800 m, on y cultive la pomme de terre, l'oignon, la fève, l'orge, la quinoa, le lupin ..., relayés par un élevage extensif d'ovins et de caprins, parfois de lamas qui atteint 4400 m. L'emprise de plus en plus marquée de l'agriculture sur le milieu s'accompagne de phénomènes actifs de dégradation;
- enfin **sur les flancs extérieurs**, les pentes sont encore plus fortes (plus de 70 %). L'érosion est localisée en fonction de l'instabilité des sols qui s'accroît lorsque la végétation naturelle et les prairies sont progressivement remplacées par les cultures tropicales.

La montagne andine constitue donc un milieu très propice aux manifestations érosives (actions des pluies et de l'homme) 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.

Spatialisation des principaux processus d'érosion affectant l'Équateur.



(Source : FAO)



Document 30 : Incisions du plateau de cendres du Quilotoa et cônes d'épandage, vallée du rio Toachi, Équateur



Droits réservés - © 2009 Cyril Langlois

La centaine de mètres d'épaisseur de ces terrains clairs est quasiment entièrement faite de cendres volcaniques acides (cendres dacitiques).

Document 31 : PHENOMENE HISTORIQUE: MINIFUNDIO ET HACIENDAS

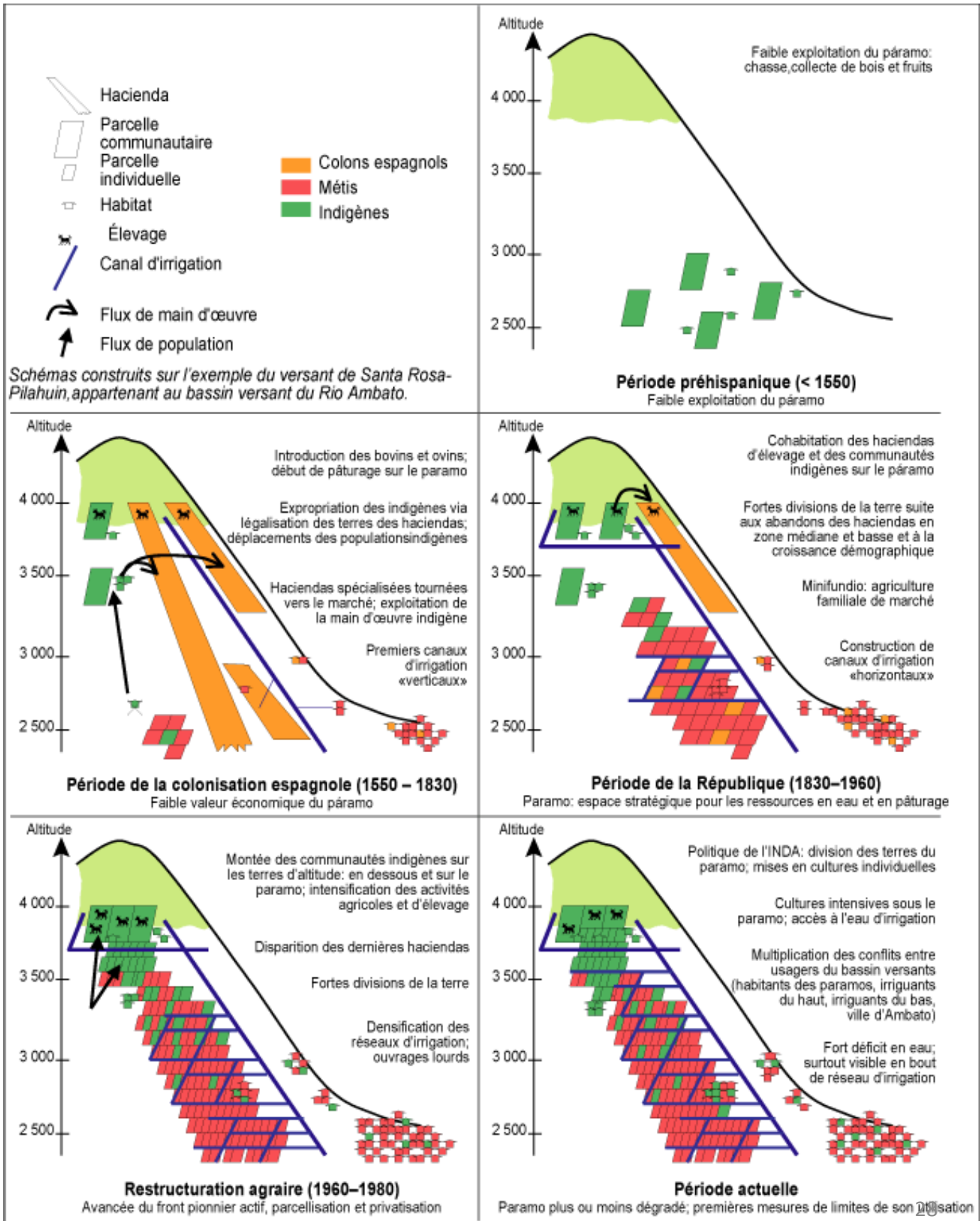
La Sierra est la région du pays où la pression de l'homme sur le sol est la plus importante. En règle générale, les fortes densités de population correspondent au minifundio, celles-ci (Delaunay, 1989) varient de 50 hab./km² à plus de 200 hab./km² (région de Ambato).

Quelles que soient les années considérées, les exploitations du minifundio (0 à 20 ha) regroupent plus de 80 % des unités de production, en revanche elles n'occupent que 20 % des terres agricoles situées, en général, dans un milieu difficile à valoriser. Les bonnes terres planes des bassins, gérées par les haciendas, supportent un élevage bovin extensif. Cette situation paradoxale résulte d'un héritage historique où l'on peut dégager les trois périodes clés suivantes (De Noni, 1986):

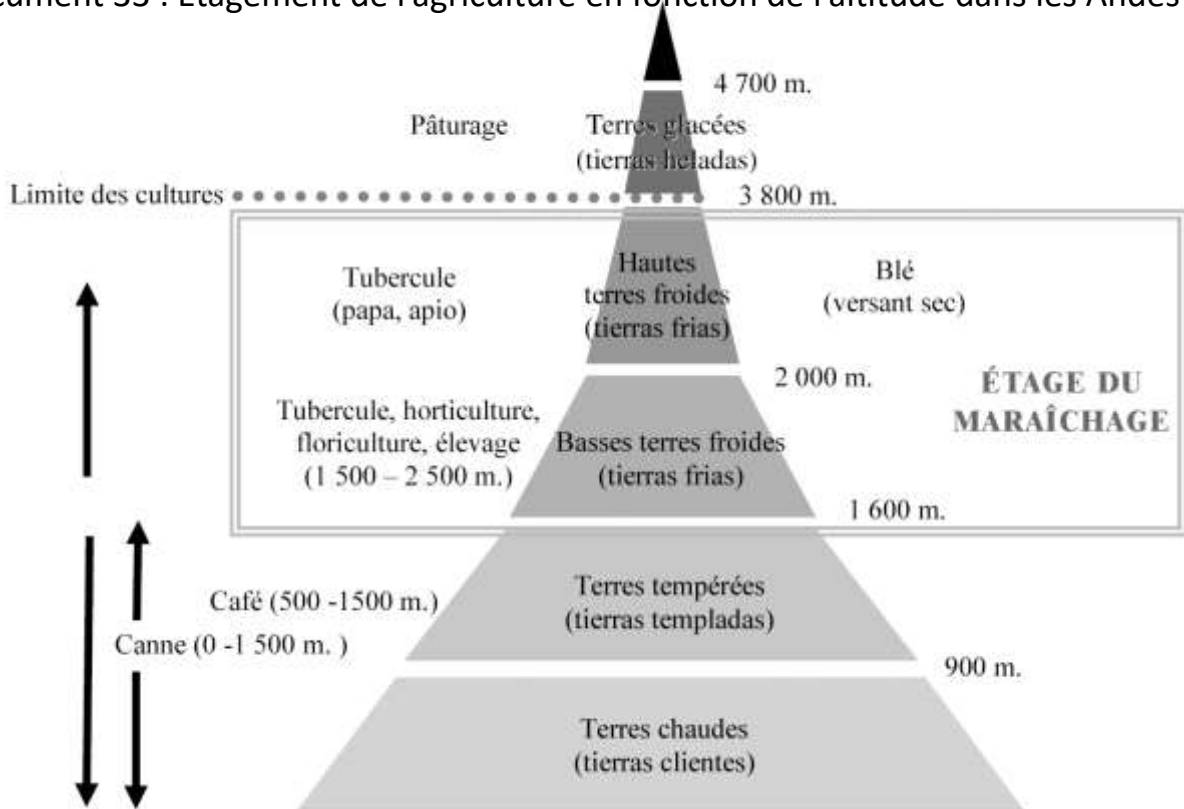
- les conséquences historiques de la conquête espagnole. Les indigènes, traités comme main-d'oeuvre servile, sont regroupés dans de vastes domaines agricoles. Cette structure évoluera rapidement vers de grandes fermes plus connues sous le vocable "d'haciendas";
- depuis le début du Xxe siècle, l'Equateur est le siège d'une formidable croissance démographique qui touche particulièrement la population rurale. En 1586, la population totale du pays s'élève environ à 150 000 habitants. Entre 1780 et 1886, la population double et passe de 500 000 à 1 000 000 d'habitants. Entre 1886 (Estrada, 1977) et 1989, la population est multipliée par dix et atteint 10 500 000 d'habitants. En 2015, la population est de 16 000 000 d'habitants.
- face au mécontentement général d'une population qui croît rapidement, le gouvernement militaire de l'époque proclame, le 11 juillet 1964, la loi de réforme agraire qui vise à abolir l'état de servitude auquel est réduite, depuis la conquête, l'abondante main-d'oeuvre des haciendas. Les grands propriétaires terriens sont contraints de renoncer à leurs privilèges et de céder une partie de leurs terroirs. Ainsi se développe la structure agraire du minifundio, gérée par de petits paysans indigènes désormais libres et propriétaires du sol. Dans la réalité, les haciendas ont conservé les meilleures terres et n'ont attribué à la réforme agraire que les terroirs inhospitaliers.

Document 32 : Evolution du peuplement de la Sierra

(Source : Institut français d'études andines c/o Institut de recherche pour le développement, Équateur)



Document 33 : Etagement de l'agriculture en fonction de l'altitude dans les Andes



(source : revues.org)

Document 34 : Photo d'un minifundio (source : Google image)



Document 34 : Proposition de lutte contre l'érosion des sols

Le "minifundio", face à son isolement physique sur les hautes terres, a besoin en premier lieu d'une assistance technique plus présente. L'intervention de l'Etat doit s'accroître sous différentes formes: organisation de cours pratiques de formation à l'agriculture de montagne, entraînement à l'utilisation d'engrais, de semences améliorées et bien sûr de pratiques conservatoires...etc. Il est nécessaire, dans les meilleurs délais, d'intensifier les relations entre "minifundistes", techniciens et ingénieurs agronomes et de coupler des actions de recherche et de développement.

C'est dans cet esprit que s'est développé le programme de coopération internationale entre la Direction Nationale Agricole (DNA) du Ministère équatorien de l'Agriculture et l'ORSTOM. Ce projet, relativement pionnier au niveau du pays ainsi que de la région andine (De Noni, Viennot, 1987 et 1989), a mis en place des stations d'étude implantées chez l'agriculteur et co-géré avec ce dernier. Les sites sont équipés de grandes parcelles de ruissellement de 1000 m² de surface (50 m x 20 m) où sont étudiés les effets de l'érosion en condition de culture améliorée par des ouvrages simples de conservation. Les stations ont été installées en 1986 en même temps que les parcelles de 100 m² mentionnées auparavant (voir tableau 46) de telle manière à pouvoir comparer les effets de l'érosion en conditions de culture traditionnelle (parcelles de 100 m²) et améliorée (parcelles de 1000 m²). Parallèlement à la construction des parcelles, une enquête de terrain socio-agronomique a été réalisée pour déterminer dans la zone d'études les différents systèmes de cultures; l'accent ayant été mis en particulier sur l'identification de méthodes de conservation. Face à l'absence de pratiques traditionnelles, il a été décidé, pour contrer l'énergie du ruissellement, de tester l'efficacité d'ouvrages perméables isohypses simples qui évolueraient progressivement en pseudo-terrasses (Roose, 1971, 1986 et 87). Pour être proche du paysan, on a choisi des matériaux qu'il utilise communément sur le terrain, en général pour clore les parcelles. On distingue les 3 principaux types de matériaux suivants: les murets en mottes de terre ou en blocs de cendre volcanique indurée ("cangahua") et plus simplement les bandes enherbées en pâturage ou cultivées (quinoa ou lupin). Les résultats démontrent que des systèmes de conservation simples, à la portée du paysannat - 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 8 t/ha/an et le plus souvent voisine de 1 t/ha/an.

Les rendements y sont également meilleurs: par exemple à Mojanda, la récolte de pommes de terre a été de 4,3 t/ha sur la parcelle témoin et de 7.6 t/ha sur la parcelle améliorée.

A Riobamba, pour la période allant du 20 septembre au 12 novembre 1987 (date de semis), 3 pluies érosives ont donné lieu à 33,8 t/ha de terre perdue sur la parcelle traditionnelle dont le sol a été préparé pour le lit de semences. Pour ces mêmes dates et pour un labour identique, l'érosion sur la parcelle améliorée n'est que d'une 1,1 t/ha. Le même phénomène est observé sur la station de Tumbaco: la seule pluie du 19 octobre 1987, en pleine jachère, le semis n'ayant lieu qu'un mois plus tard le 18 novembre, a provoqué une perte en terre de 34 t/ha. Pour la période considérée, la parcelle améliorée ne perd que 140 kg.

Bien qu'encourageants, ces résultats préliminaires nous montrent que tous les problèmes ne sont pas maîtrisés et, qu'avant d'entreprendre des actions de sensibilisation et de vulgarisation, il est indispensable d'effectuer des observations préalables en conditions expérimentales et en milieu paysan. Cette remarque est fondée sur l'exemple fourni par les transformations morphométriques des murets en mottes d'herbe de la station de Mojanda. Au départ, ceux-ci étaient constitués par deux rangées superposées de mottes de terre d'une hauteur d'environ 30 cm. Puis, progressivement, l'agriculteur au cours de l'année culturale, bien plus que l'érosion qui est insignifiante sur cette parcelle (0,2 à 0.3 t/ha/an), a induit avec la large lame de sa pioche ("asadon") des déplacements considérables de terre, du haut vers le bas de la parcelle. Les travaux de labour ou de piochage, qui commencent toujours au pied des murets, donnent lieu à un surcreusement à la base de ceux-ci, puis la terre est tirée vers le bas de la parcelle jusqu'à ce qu'un autre muret fasse obstacle. Ces déplacements simultanés de terre, par creusement à l'avant des murets et par remblaiement à l'arrière de ceux-ci, nous ont obligé à surélever à plusieurs reprises la hauteur des talus. Sur 20 mois d'observation, celle-ci est passée de 30 cm à 1,30 m; le profil rectiligne initial du versant évoluant progressivement vers un profil en terrasses. On estime que, chaque année, le poids de terre qui s'accumule de cette façon derrière les murets est d'environ 40 tonnes par 100 m linéaire.

CONCLUSIONS

Les Andes, parce qu'elles sont un obstacle orographique majeur à l'échelle planétaire, constituent un milieu naturel propice aux manifestations érosives. En outre en Equateur, ce phénomène est exacerbé, depuis quelques décennies au moins, par l'impact sur le milieu du minifundio qui a connu une histoire troublée le conduisant à une marginalisation sur des terres inhospitalières. Grâce à un travail conjoint avec ce petit paysannat local, le projet DNA-ORSTOM a ouvert une voie pionnière et a démontré expérimentalement que la maîtrise de l'érosion, face aux contraintes naturelles et au poids de l'histoire, n'est pas un défi impossible. 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.