

CONVENIO DE COOPERACION CIENTIFICA UNI-ORSTOM  
CONVENTION DE COOPERATION SCIENTIFIQUE UNI-ORSTOM

1983 - 1988

INFORME FINAL

RAPPORT FINAL

I

I N T R O D U C C I O N

---oOo---

I N T R O D U C T I O N

G. CARLIER

LIMA 1988

## INTRODUCTION

La coopération scientifique entre l'Université Nationale d'Ingénierie (UNI) et l'Institut Français de recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM) a débuté, en décembre 1983, avec la signature pour deux années de la Convention UNI-ORSTOM. Celle-ci fixe les conditions et la finalité des études entreprises. Cette convention a été renouvelée suivant les mêmes termes en février 1986, pour deux années supplémentaires.

L'objectif de cette convention était de:

- développer, avec des programmes de recherche en sédimentologie, géochimie, métallogénie, etc..., un noyau de recherche dans le cadre de la UNI et des universités associées;
- contribuer, à travers des séminaires de spécialité, écoles de terrain, directions de thèse, à l'enseignement universitaire.

Dans cette optique, trois programmes de recherche ont été réalisés:

- Géodynamique des bassins intramontagneux andins (Crétacé terminal - Quaternaire).
- Dynamique sédimentaire du Crétacé des Andes Centrales.
- Etude métallogénétique de la sous-province cupro-ferrifère Tintaya-Bambas.



## I. PRESENTATION DES PROGRAMMES DE RECHERCHE:

### I.1 Géodynamique des bassins intramontagneux andins (Crétacé terminal - Quaternaire:

#### I.1.1. Objectifs scientifiques:

Au cours du Crétacé supérieur, la régression marine, consécutive aux premiers mouvements tectoniques responsables du soulèvement des Andes, se généralise dans le Bassin Occidental Péruvien. La sédimentation prend alors un caractère continental. Les dépôts, essentiellement d'origine fluviatile, remplissent des bassins intramontagneux fortement subsidents où s'enregistrent les fluctuations tectoniques du soulèvement.

Ainsi, ces bassins sédimentaires offrent des modèles sédimentaires originaux dans le contexte d'une zone de subduction et permettent de suivre pas à pas l'évolution géotectonique des Andes pendant le Crétacé terminal et le Cénozoïque.

La région de Cuzco-Sicuani, caractérisée par des affleurements étendus de sédiments continentaux rouges, a été retenue pour effectuer les premières recherches (fig.1). Une reconnaissance a été également réalisée dans la zone de Bagua-Cajamarca (fig.1).

#### I.1.2. Méthodes utilisées:

La dynamique du remplissage et ses relations avec la tectonique sont reconstituées en utilisant les méthodes maintenant classiques de la sédimentologie moderne:

- élaboration de coupes stratigraphiques détaillées,
- reconnaissance des figures sédimentaires,
- analyse séquentielle,
- mesure des paléocourants,
- relation tectonique-sédimentation.

#### I.1.3. Principaux résultats obtenus:

La découverte, dans les bassins de Cuzco et Sicuani, à la base et au sommet des séquences, de traces attribuées à des dinosaures, implique, pour la sédimentation, un âge compris entre le Santonien et le Maestrichtien ou le Paléocène. Le remplissage de ces bassins atteint 5 500 m de puissance. En tenant compte de la compaction, l'épaisseur initiale devait approcher 8 000 m pour une durée de 15 Ma, soit un taux de sédimentation de 550 m par million d'années. Ceci correspond à une subsidence élevée en relation avec une activité tectonique importante. La sédimentation est essentiellement d'origine fluviatile. Les termes les plus proximaux sont représentés par les rivières en tresse à galets et les plus distaux par la plaine d'inondation à chenaux divagants. L'existence de crues, de nombreux niveaux à plantes (tiges, troncs d'arbres), de fentes de dissécatation, suggère un climat à saisons alternées, l'une sèche et l'autre humide, comme il en existe encore dans ces régions. Le sens constant des apports sédimentaires implique une paléopente

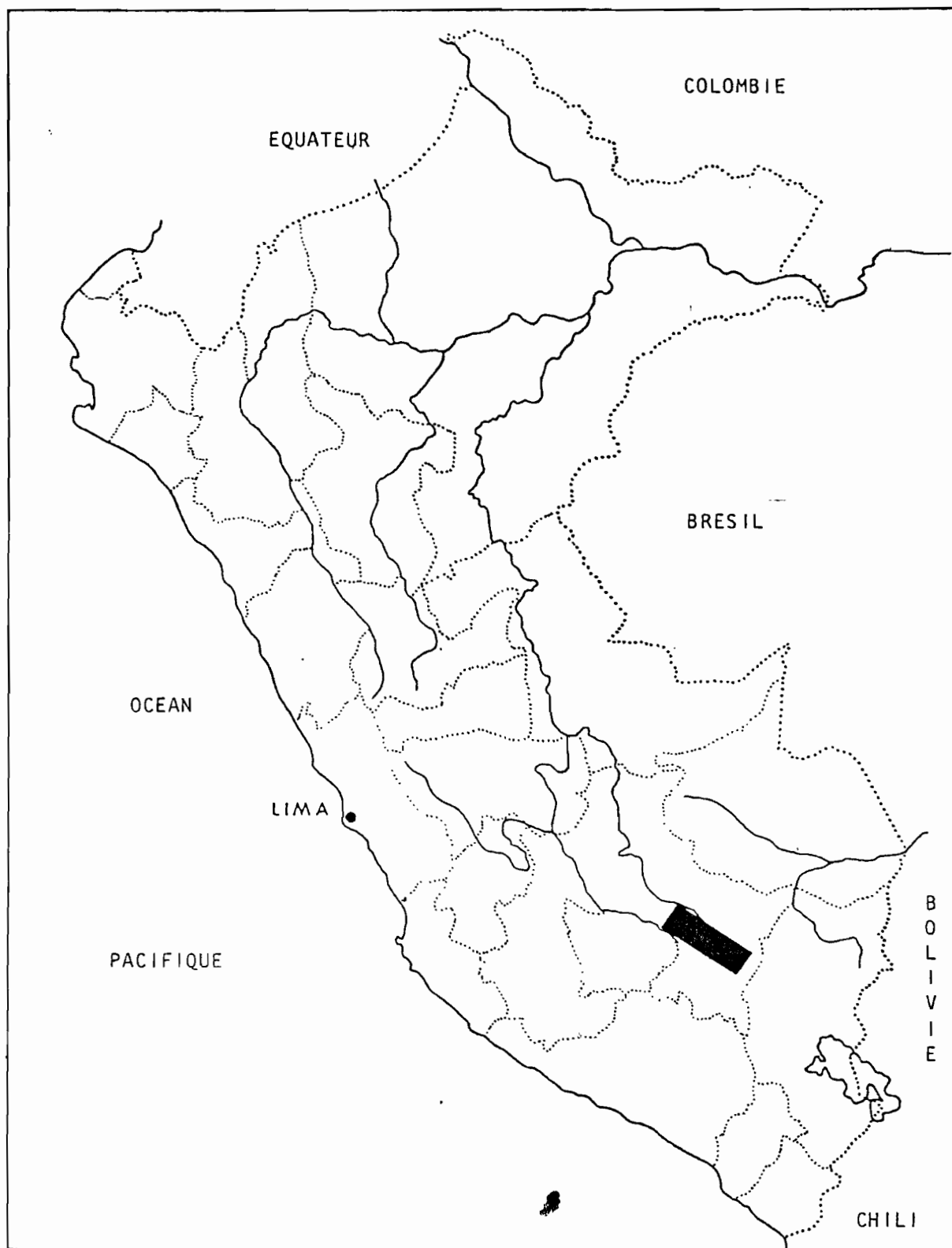


Fig.1 : Géodynamique des bassins intramontagneux andins (Crétacé terminal - Quaternaire). Localisation.

régionale inclinée vers le nord. Le taux de sédimentation relativement élevé, le guidage des transits sédimentaires par d'anciennes failles majeures et l'existence de structures de déformations synsédimentaires compressives (discordances angulaires progressives, flexures, failles synsédimentaires) sont des éléments qui convergent pour identifier ces bassins comme des bassins tectoniquement actifs. La première phase tectonique andine ne correspond donc plus à un événement ponctuel mais bien, au contraire, à un continuum tectonique en compression au cours duquel se développe la sédimentation des "couches rouges" sud-péruviennes. Ce continuum est associé à une activité volcanique intermittente, en partie responsable de l'alimentation des bassins. La direction des raccourcissements, NE-SO, effective pendant la sédimentation, coïncide avec les vecteurs de convergence entre les plaques de Nazca et sud-américaine de l'époque.

#### I.1.4 Personnel participant:

- Université Nationale d'Ingénierie (UNI):
  - \* Ing. César MUÑOZ, coordinateur UNI de la Convention UNI-ORSTOM (1983-1984);
  - \* Ing. Jorge SAEZ, coordinateur de la Convention UNI-ORSTOM (1983-1984);
  - \* M. Esteban MANRIQUE, enseignant;
  - \* Mlle Silvia ROSAS, étudiante;
  - \* M. Andrés QUIROZ, étudiant.
  
- Université Nationale San Antonio Abad de Cuzco (UNSAAC):
  - \* Dr. Elmer CORDOVA, enseignant;
  - \* Ing. Víctor CARLOTTO, enseignant;
  - \* Ing. Fernando CANDIA;
  - \* Ing. José CARDENAS;
  - \* Ing. Ronald LOPEZ;
  - \* M. Rolando LIGARDA, étudiant.
  
- Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM):
  - \* Dr. Gabriel CARLIER, coordinateur ORSTOM de la Convention UNI-ORSTOM;
  - \* Dr. Christophe NOBLET;
  - \* Dr. René MAROCCO;
  - \* Dr. Gérard LAUBACHER.
  
- Université de "Pau et des Pays de l'Adour", France:
  - \* Dr. Jean DELFAUD, professeur.
  
- Institut Français d'Etudes Andines (IFEA):
  - \* Dr. Thomas MOURIER;
  - \* Dr. Etienne JAILLARD;
  - \* Ing. Michel SERANNE.

### I.1.5. Chronogramme des activités (fig. 2)

En dehors des activités de laboratoire (bibliographie, exploitation des données de terrain, rédaction de rapports, etc...), les campagnes de terrain suivantes ont été réalisées:

#### Année 1984:

- Reconnaissance générale de la zone Cuzco-Sicuaní.  
(C. Noblet, S. Rosas): 27 mai-17 juin.
- Reconnaissance générale de la région Bagua-Jaén (C. Noblet, A. Quiróz, T. Mourier, G. Laubacher): 13-20 août.
- Reconnaissance générale de la région Cuzco- Abancay  
(G. Carlier, R. Marocco, J. Delfaud, V. Carlotto, F. Candia): 20-30 novembre.

#### Année 1985:

- Etude du bassin de Sicuaní (C. Noblet, A. Quiroz):  
2 mars-3 avril;
- Etude du bassin de Sicuaní (C. Noblet): 23-30 avril;
- Etude des bassins de Cuzco et Sicuaní (R. Marocco, V. Carlotto, F. Candia): 2-13 novembre.

#### Année 1986:

- Etude complémentaire des bassins de Cuzco et Sicuaní  
(R. Marocco, C. Noblet, M. Séranne, E. Manrique, V. Carlotto, F. Candia): 26 septembre-12 octobre.

### I.1.6. Rapports et publications:

CARDENAS, F. - 1987 - Estudio geológico de los yacimientos de cobre en capas rojas, en la Cuenca de Sicuaní. VI Congreso Peruano de Geología, Lima, 19-24 juillet 1987, résumé p. 3.

CORDOVA, E. - 1986 - Un bassin intramontagneux andin péruvien. Les couches rouges du Bassin de Cuzco (Maestrichtien - Paléocène) Thèse 3e cycle, Université de Pau, 272 p.

CORDOVA, E., DELFAUD, J. - 1987 - Tectónica sinsedimentaria en la serie continental "Capas Rojas" de la Cuenca del Cuzco: implicaciones en la estructuración andina del Perú meridional. VI Congreso Peruano de Geología, Lima, 19-24 juillet, résumé p. 101.

CORDOVA, E., DELFAUD, J., MAROCCO, R. - 1987 - La serie continental "Capas Rojas" de la Cuenca del Cuzco. VI Congreso Peruano de Geología, Lima, 19-24 juillet, résumé p. 1.

DELFAUD, J., CORDOVA, E., MAROCCO, R. - 1987 - Les couches rouges Crétacé terminal - Eocène du bassin intramontagneux de Cuzco (S.E. Pérou). Lithostratigraphie et découpage séquentiel. Séminaire "Géodynamique des Andes Centrales", ORSTOM, Bondy, France, 14-16 janvier 1987, p. 56-59.

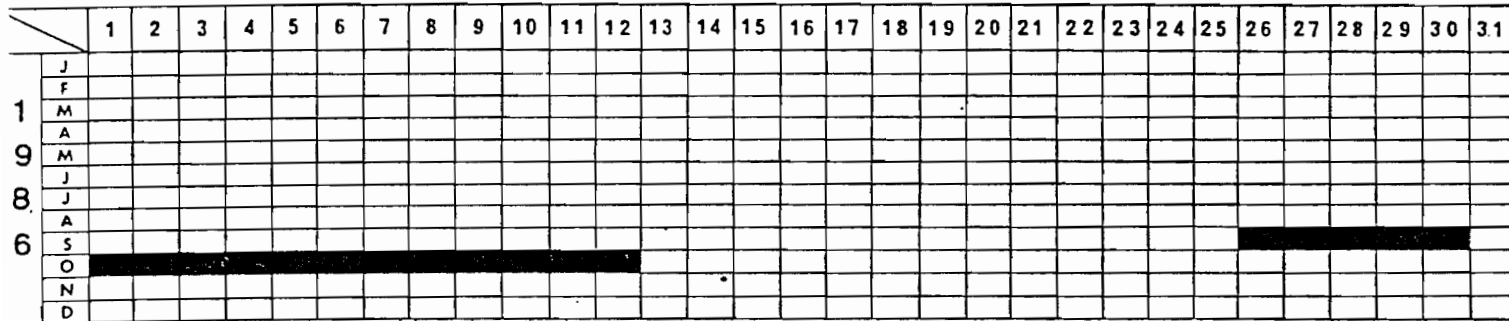
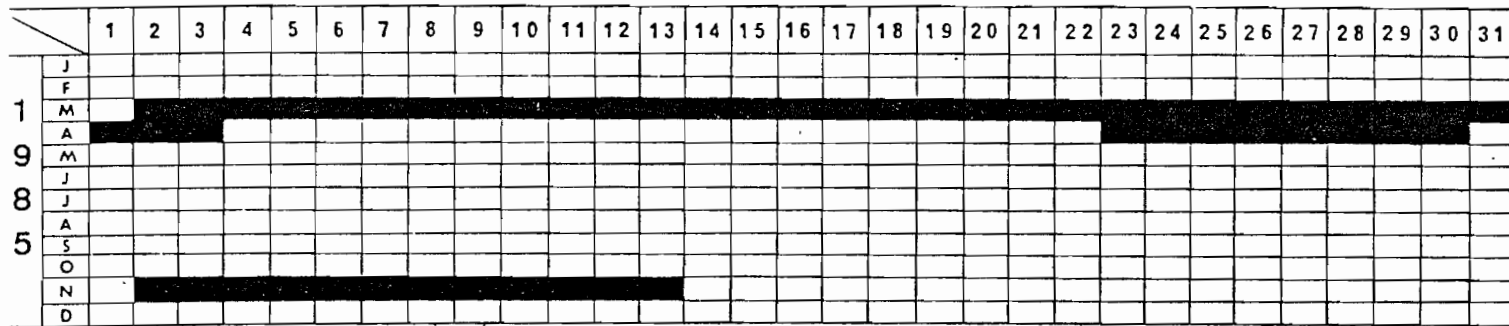
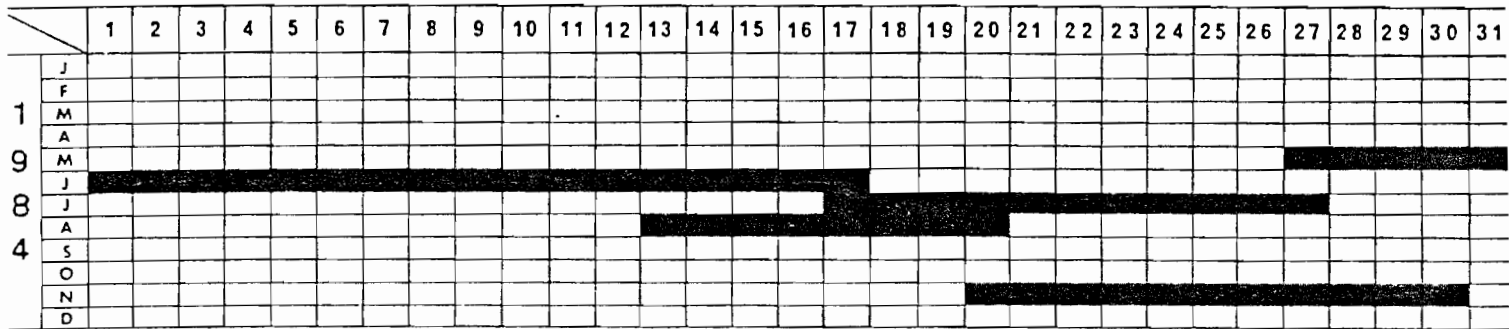


Fig.2 : Géodynamique des bassins intramontagneux andins (Crétacé terminal - Quaternaire). Chronogramme des activités.



LOPEZ, R. - 1987 - Estratigrafía y sedimentación de la serie continental "Capas Rojas" entre Cuzco y Ccorao. VI Congreso Peruano de Geología, Lima, 19-24 juillet 1987, résumé p. 2.

MAROCCO, R., NOBLET, C. - 1988 - Sedimentation, tectonism and volcanism relationships in two andine intramontane basins of Southern Peru. Soumis à Geol. Rdsch.

NOBLET, C. - 1985 - Etude des bassins intramontagneux andins. Analyse sédimentologique des couches rouges du Sud du Pérou. Rapport UNI-ORSTOM 1984-1985, partie II, 53 p.

NOBLET, C., MAROCCO, R., DELFAUD, J. - 1987 - Analyse sédimentologique des "Couches Rouges" du bassin intramontagneux de Sicuani (Sud-Pérou). Bull. Inst. Fr. Et. And. T. XVI, n°1-2, p. 55-78.

NOBLET, C., SERANNE, M., CORDOVA, E., MAROCCO, R. - 1987 - La formation des couches rouges de Cuzco (Sud Pérou): sédimentation, syntectonique. Séminaire "Géodynamique des Andes Centrales", ORSTOM, Bondy, France, 14-16 janvier 1987, p. 60.

## I.2 Dynamique sédimentaire du Crétacé des Andes Centrales péruviennes:

### I.2.1. Objectifs scientifiques:

Entre le Trias et le Santonien, le Bassin Occidental Péruvien est le siège d'une sédimentation essentiellement marine. A plusieurs époques de son histoire, les conditions sont réunies pour piéger dans les sédiments des éléments métalliques comme le plomb ou le zinc (par exemple, les gisements du groupe Pucará, des formations Cercapuquio, Santa...) ou constituer des dépôts de charbon (par exemple, les gisements ds formations Oyón, Chimú...). Pour reconstituer en détail les modalités de la genèse de ces concentrations minérales, il est nécessaire de reconnaître, dans un premier temps, la dynamique sédimentaire et la paléographie du bassin où ceux-ci se sont déposés.

L'étude entreprise sur les formations néocomiennes (Groupe Goyllarisquisga), aptiennes (Formation Pariahuanca) et albiennes (Formations Chulec et Pariatambo) dans le Pérou Central (fig.3) constitue une première étape pour établir les caractéristiques sédimentaires du Bassin Occidental Péruvien pendant le Crétacé inférieur.

### I.2.2. Méthodes utilisées:

- Les méthodes de la sédimentologie moderne sont utilisées:
- élaboration de colonnes stratigraphiques détaillées,
  - étude des figures et microfaciès sédimentaires,
  - mesure des paléocourants,
  - relations tectonique-sédimentation.

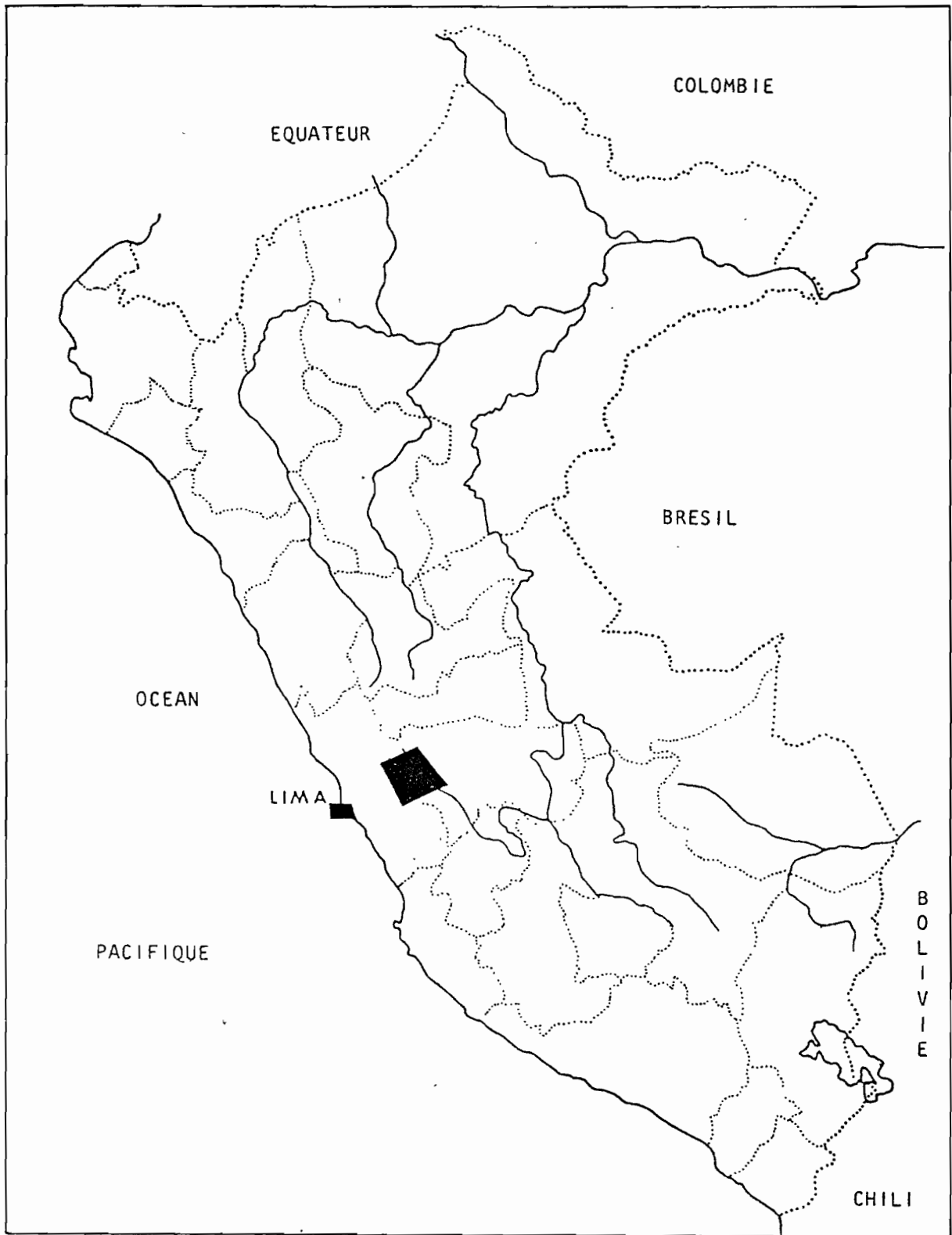


Fig.3 : Dynamique sédimentaire du Crétacé des Andes Centrales péruviennes.

### I.2.3. Principaux résultats obtenus:

A partir du Néocomien, et après une longue période de non-dépôt s'étendant du Callovien au Tithonique, la région des Hauts-Plateaux du Pérou Central est le siège d'une sédimentation continentale puis marine. Au Santonien, les premiers mouvements compressifs correspondent à une régression généralisée aboutissant à la sédimentation continentale "molassique" des "Couches Rouges".

Cette plate-forme présente une évolution continue depuis des environnements de dépôts fluviatiles jusqu'à la plate-forme carbonatée, en passant par des milieux littoraux grésocarbonatés.

Les dépôts fluviatiles en tresse (Groupe Goyllarisquisga) reposent en discordance parallèle sur les calcaires du Groupe Pucará (Trias-Bathonien). La sédimentation fluviatile en tresse est d'abord fine (plaine alluviale) puis devient brutalement grossière (épandages fluviatiles en tresse).

La sédimentation marine, grésocarbonatée, puis carbonatée, suit trois étapes principales. La formation Pariahuanca demeure gréseuse sous l'influence des vagues, des tempêtes et des marées. Les apports gréseux disparaissent progressivement vers le sommet. La Formation Chulec est entièrement carbonatée et présente des faciès de plate-forme interne et externe, ainsi que de plage, qui montrent le caractère localement variable de la paléogéographie.

La dernière étape (Formation Pariatambo), débute par des alternances marno-dolomitiques souvent très bitumineuses à ammonites, avec parfois des niveaux décimétriques de gypse. Elle se termine par l'apparition de silex qui peuvent former des bancs. La sédimentation (Formation Jumasha) faisant suite à ces dépôts est généralement dolomitique, massive et peu fossilifère.

Les variations d'épaisseur des dépôts, d'une part, et les déformations synsédimentaires (dykes clastiques, failles normales décimétriques à hectométriques) permettent de montrer que la sédimentation détritique (Groupe Goyllarisquisga) s'est développée dans un contexte tectonique extensif qui prend fin avec l'apparition de la sédimentation carbonatée

### I.2.4. Personnel participant

- Université Nationale d'Ingénierie, Lima (UNI):
  - \* Ing. César Muñoz, enseignant;
  - \* M. Esteban Manrique, enseignant;
  - \* Mlle Silvia Rosas, étudiante;
  - \* M. Isaac Burstein, étudiant;
  - \* Mlle Lidia Pastor, étudiante;
  - \* M. Jorge Merino, étudiant;
  - \* M. José Larrea, étudiant;
  - \* M. Walter Nuñez, étudiant;
  - \* Mlle Milagros Paredes, étudiante;
  - \* M. Enrique Chávez, étudiant;
  - \* M. Humberto Chirif, étudiant;
  - \* Mlle Cecilia Pachas, étudiante;
  - \* M. Jesús Reyes, étudiant;
  - \* M. César Santiago, étudiant.

- Université Nationale Supérieure de San Marcos, Lima (UNMSM):

- \* Dr. Carlos Angeles, enseignant;
- \* M. Javier Jacay, étudiant;
- \* M. Pablo Mesa, étudiant.

- Université Ricardo Palma:

- \* M. Pedro Tapia, étudiant.

- Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM):

- \* Ing. Nicolas Moulin.

- Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France (USTL):

- \* Dr. Michel Séguret.

#### I.2.5. Chronogramme des activités (fig.4):

En dehors des activités de laboratoire (bibliographie, exploitation des données de terrain, rédaction des rapports, etc...) les campagnes de terrain suivantes ont été réalisées:

##### Année 1986:

- Evaluation et orientation de l'étude (N. Moulin, M. Séguret): 24 septembre-6 octobre.

- Etude de la Formation Salto del Fraile, Lima (N. Moulin): 27 octobre.

- Levé de colonnes stratigraphiques, La Oroya, Azulcocha (C. Muñoz, S. Rosas, E. Manrique, I. Burstein, N. Moulin): 15-23 décembre.

##### Année 1987:

- Etude de la Formation Salto del Fraile, Lima (N. Moulin): 2 février.

- Levé de colonnes stratigraphiques, La Oroya, Llocllapampa (N. Moulin, L. Pastor, P. Mesa): 13-27 février.

- Levé de colonnes stratigraphiques, La Oroya, Maryasha, Llocllapampa (N. Moulin, J. Merino, P. Mesa): 13-21 mars.

- Levé de colonnes stratigraphiques, Chacapalpa, Cuchymachay, Cerro Muquimarca, Mojaricancha, Paccha, Chulec (N. Moulin: 2-9 avril).

- Levé de colonnes stratigraphiques, Azulcocha (N. Moulin, S. Rosas, J. Merino): 27 avril-3 mai.

- Levé de colonnes stratigraphiques, Laguna Pomacocha, Morococha, San Cristóbal (N. Moulin, J. Larrea): 4-13 juin.

- Etude complémentaire sur La Oroya, Llocllapampa, Chacapalpa, Chaucha, Azulcocha (N. Moulin, M. Séguret): 29 juin-16 juillet.

- Levé de colonnes stratigraphiques, Chaucha (N. Moulin, J. Jacay): 6-19 août.

- Levé de colonnes stratigraphiques, Chaucha, Jatun-

- Levé de colonnes stratigraphiques, Chaucha, Jatunhuasi, Tanta, Llocllapampa, Chacapalpa, La Oroya (N. Moulin, P. Tapia): 3-17 septembre.

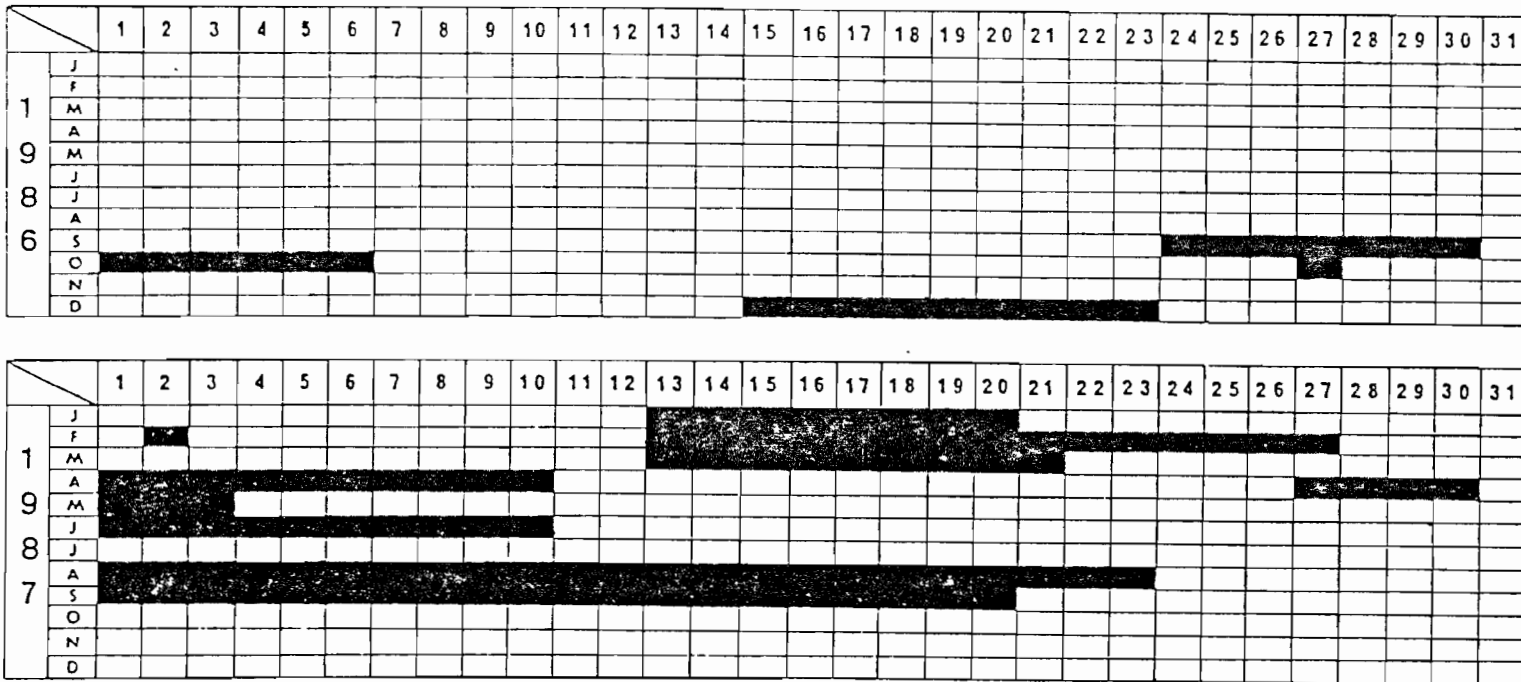


Fig.4 : Chronogramme des activités. Dynamique sédimentaire du Crétacé des Andes Centrales péruviennes.

I.2.6. Rapports et publications

MOULIN, N. - 1986 - Corte sedimentológico del Cretácico inferior de La Oroya, Andes Centrales, Perú. Ambiente deposicional y análisis secuencial. Informe UNI-ORSTOM 1984-1985, parte IV, 23 p

MOULIN, N. - 1987 - Faciès détritiques marins et continentaux du Crétacé inférieur du Pérou Central. Séminaire "Géodynamique des Andes Centrales", ORSTOM, Bondy, France, 14-16 janvier 1987, p. 112.

MOULIN, N., - 1987 - Facies y ambientes sedimentarios de la Formación Salto del Fraile (Cretáceo inferior de Lima, Perú). VI Congreso Peruano de Geología, Lima, 19-24 juillet 1987, résumé p. 91.

MOULIN, N. - 1987 - Grands traits de l'évolution de la plateforme Crétacé du Pérou Central (région des Hauts-Plateaux). 1er Congrès Français de Sédimentologie, Paris, 19-20 novembre 1987, p. 259-260.

SEGURET, M., MOULIN, N. - 1987 - Géométrie et faciès de levées sur des épandages fluviaux en tresse de la Formation Goyllarisquisga (Crétacé inférieur, Hauts-Plateaux des Andes Péruviennes). 1er Congrès Français de Sédimentologie, Paris, 19-20 novembre 1987, p. 303-304.

### I.3. Etude métallogénétique de la sous-province cupro-ferrifère de Tintaya-Bambas:

#### I.3.1. Objectifs scientifiques:

Le batholite d'Andahuaylas-Yauri, situé immédiatement au sud de la déflexion d'Abancay, développe, au contact des séries carbonatées mésozoïques du Bassin Occidental Péruvien, des gisements pyrométasomatiques à fer, cuivre et or. La position très interne de ce magmatisme et la spécificité cupro-ferrifère des minéralisations dans un contexte de subduction font de cette zone un objet spécifique d'étude dans le cadre de la métallogénie.

L'étude pétrologique, géochimique, géochronologique et métallogénique du magmatisme et de ses minéralisations associées devrait permettre l'élaboration de modèles sur la genèse et l'évolution de ces magmas. Des guides de prospections pourraient en découler.

Les régions de Yauri, Velille, Livitaca, Curahuasi, Pomacanchi, ont été sélectionnées pour l'étude (fig.5).

#### I.3.2. Méthodes utilisées

Les méthodes et techniques analytiques utilisées sont celles de la cartographie, la pétrologie, la géochimie et la géochronologie:

- en cartographie: levé détaillé au 1/25 000;
- en pétrologie: étude de lames minces et analyse minéralogique à la microsonde électronique;
- en géochimie: analyse des éléments majeurs et traces par fluorescence X, ICP;
- en géochronologie: datation par la méthode K/Ar sur minéraux.

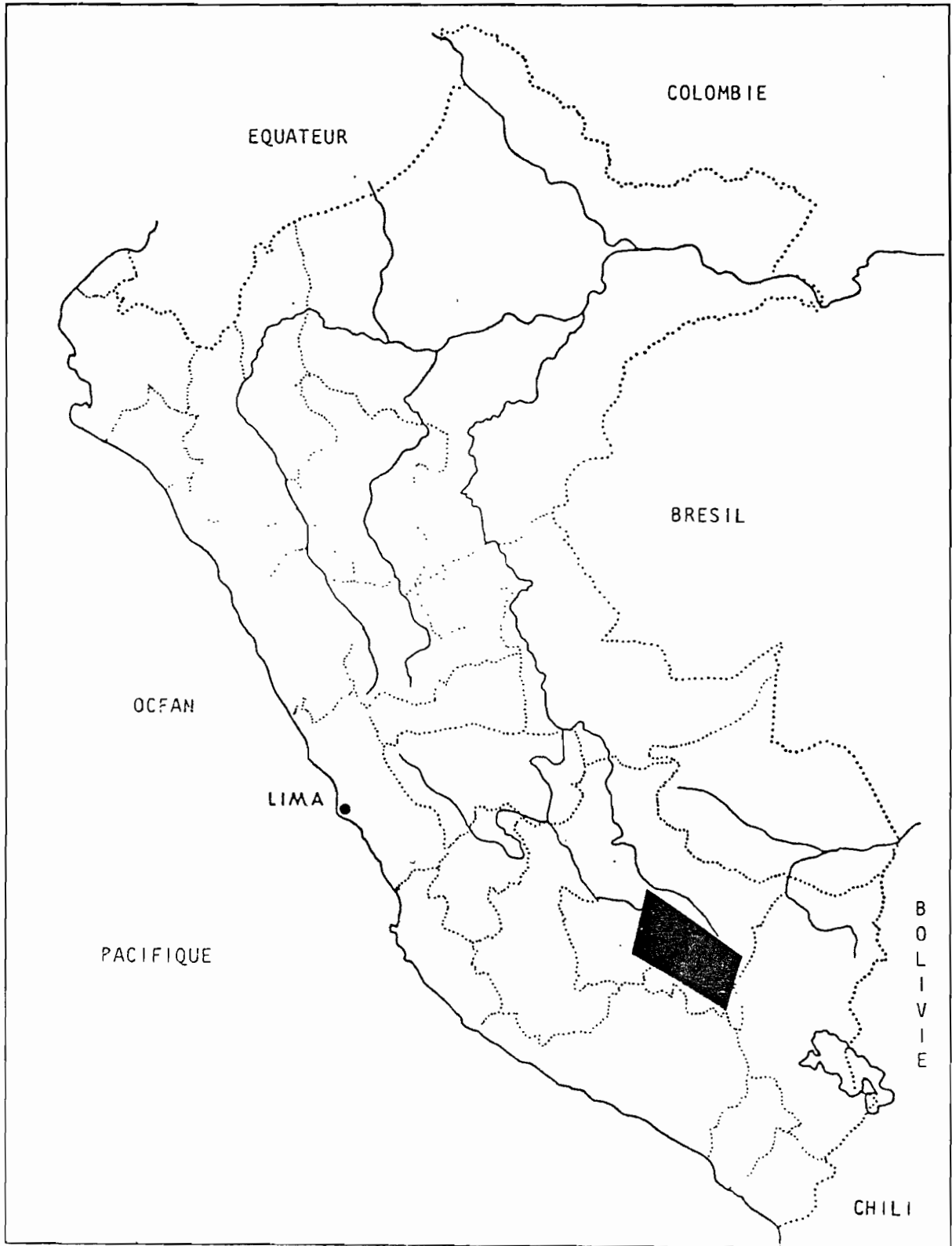


Fig.5 · Etude métallogénétique de la sous-province cuproferrière Tantaya-Bambas. Localisation.

### I.3.3. Principaux résultats obtenus:

Plusieurs secteurs du batholite d'Andahuaylas ont été cartographiés en détail (1/25 000) afin d'en suivre l'évolution latérale (Abancay-Yauri) et transversale (Cuzco-Velille). Il s'agit d'un batholite composite et plusieurs épisodes magmatiques, associés ou non à des minéralisations, ont été reconnus.

Le premier épisode, probablement d'âge Crétacé supérieur et représenté par une suite gabbro-quartzdiorite-tonalite-granodiorite, constitue la partie principale du batholite. Des skarns à magnétite et/ou à silicates calciques, ainsi que des filons de quartz aurifères sont liés à cet épisode. Pendant l'Oligocène, des porphyres de composition quartzmonzonitique, alignés suivant une direction NW-SE, se mettent en place. Des minéralisations à cuivre, molybdène, or de type "porphyre cuprifère" leur sont associées (gisements de Tintaya, Katanga, Atalaya, Chalcobamba, etc...). Il ne s'agit donc pas de simples minéralisations pyrométasomatiques à cuivre-fer. L'épisode suivant, d'âge inconnu, est caractérisé par des stocks porphyriques de composition monzonitique. La dernière activité subvolcanique est constituée par des stocks dacitiques, probablement en relation avec l'activité volcanique plio-quadernaire de la région (Groupe Barroso). Des dykes de gabbros et de syénites constituent le dernier événement magmatique reconnu.

Ces épisodes ne sont pas comagmatiques. Les données pétrologiques et géochimiques pour les quatre premiers épisodes sont typiques de séries calcoalcalines moyennement riches en potassium de type I. Pour le premier épisode, une évolution par cristallisation fractionnée peut être envisagée. Les dykes de gabbro ont une affinité avec les séries calcoalcalines riches en potassium.

### I.3.4. Personnel participant:

- Université Nationale d'Ingénierie, Lima, (UNI):
  - \* Ing. César Muñoz, coordinateur UNI de la Convention UNI-ORSTOM (1983-1984);
  - \* Ing. Jorge Saez, coordinateur UNI de la Convention UNI-ORSTOM (1984-1988);
  - \* Dr. Miguel Cardoso, enseignant;
  - \* M. Esteban Manrique, enseignant;
  - \* M. Luis Escobar, étudiant.
  
- Université Nationale San Antonio Abad du Cuzco, Cuzco, (UNSAAC);
  - \* Ing. Víctor Carlotto, enseignant;
  - \* M. Rolando Ligarda, étudiant.
  
- Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM):
  - \* Dr. Gabriel Carlier, coordinateur ORSTOM de la Convention UNI-ORSTOM;
  - \* Dr. Pierre Soler;
  - \* Dr. Laurent Balmelle.



- Institut Dolomieu, Université de Grenoble:
  - \* Dr. Michel Bonhomme;
  - \* Dr. Gérard Vivier.
- Université Paris VI, laboratoire de Pétrologie:
  - \* Dr. Danielle Velde.
- Ecole Normale Supérieure des Mines de Paris:
  - \* Dr. Michel Demange.

### I.3.5. Chronogramme des activités (fig.6):

En dehors des activités de laboratoire (bibliographie, exploitation des données de terrain, rédaction de rapports, etc...), les campagnes de terrain suivantes ont été réalisées:

#### Année 1984:

- Reconnaissance générale de la région de Tintaya-Katanga (G. Carlier, C. Muñoz): 14-23 novembre.
- Reconnaissance générale de la région de Tintaya (G. Carlier, C. Muñoz): 30 novembre-6 décembre.

#### Année 1985:

- Etude de la mine Tintaya (G. Carlier, P. Soler, L. Escobar): 13-27 août.
- Etude de la mine Katanga et région de Curahuasi (G. Carlier, V. Carlotto, L. Escobar, R. Ligarda): 22 novembre-4 décembre.

#### Année 1986:

- Etude des mines Tintaya et Katanga (G. Carlier, M. Bonhomme, L. Escobar): 14 novembre-12 décembre.

#### Année 1987:

- Etude des régions de Curahuasi et Paruro (G. Carlier, L. Balmelle, E. Manrique, R. Ligarda): 13-29 mars.
- Etude de la région de Cuzco-Pomacanchi (G. Carlier, E. Manrique, F. Candía): 16-31 mai.
- Etude de la région de Livitaca (G. Carlier, V. Carlotto, E. Manrique): 9-27 septembre.
- Etude de la région de Limatambo-Mollepata (Ecole de terrain) (G. Carlier, V. Carlotto, E. Córdova, R. Ligarda, E. Manrique): 13-30 octobre.

### I.3.6. Rapports et publications

CARLIER, G. - 1986 - Géologie de Tintaya. Premières données. Rapport UNI-ORSTOM 1984-1985, partie III; 12 p. 2 cartes.



CARLIER, G. - 1987 - Algunos datos nuevos sobre la génesis del yacimiento Tintaya. VI Congreso Peruano de Geología, Lima, 19-24 juillet 1987, résumé p. 124.

CARLIER, G. - Petrology and Geochemistry of the Tintaya intrusives, southern Peru, and their relationships to gold, copper and iron mineralisations. In: "Ore deposits in the Andes of Peru". Economic Geology, en préparation.

## II. ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT

Dans le cadre des accords entre l'ORSTOM, la UNI et les Universités associées, des séminaires, des conférences, des écoles de terrain et des directions de thèses ont été assurés.

### II.1. Conférences et séminaires

Neuf conférences et séminaires ont été donnés pendant la durée de la Convention UNI-ORSTOM:

II.1.1. L'or détritique du bassin du Madre de Dios (conférence):

Exposant: Dr. G. Laubacher.

Organisateurs: Département de Géologie de la UNI et Club Ecole de terrain des étudiants de la UNI. Lima

Date: 25 août 1984

Durée: 2 heures

Lieu; Département de Géologie de la UNI. Lima.

II.1.2. Les grands complexes continentaux. Les types de bassins continentaux et leur cadre tectonique. Les cyclothèses climatiques. La zonation climatique des systèmes sédimentaires. Les modèles de séquences continentales (conférence).

Exposant: Dr. J. Delfaud

Organisateurs: Département de Géologie de la UNSAAC, Cuzco.

Date: 24 novembre 1984

Durée: 4 heures

Lieu: Département de Géologie de la UNSAAC. Cuzco.

II.1.3. Analyse séquentielle, milieux de sédimentation, relation sédimentation-tectonique (séminaire):

Exposant: Dr. R. Marocco

Organisateurs: Département de Géologie de la UNI et Club Ecole de terrain des étudiants de la UNI. Lima

Date: 13-19 décembre 1984

Durée: 14 heures

Lieu: Département de Géologie de la UNI. Lima

Programme: Notion de séquence, analyse séquentielle, milieux sédimentaires, relations tectonique-sédimentation. Les plate-

formes carbonatées. Les deltas. Les turbidites, la sismostratigraphie. Conclusions générales.

II.1.4. Les couches rouges de Cuzco-Sicuan  
(conférence):

Exposant: Dr. R. Marocco  
Organisateurs: Société Géologique du Pérou  
Date; 27 août 1986  
Durée: 2 heures  
Lieu: Société Géologique du Pérou.

II.1.5. Analyse séquentielle des séries sédimentaires  
(conférence):

Exposant: Dr. R. Marocco  
Organisateurs: Département de Géologie de la UNI et Club Ecole de terrain des étudiants de la UNI. Lima  
Date: 8-13 septembre 1986  
Durée: 16 heures + 4 heures de sortie sur le terrain.  
Lieu: Département de Géologie de la UNI.

II.1.6. Premiers résultats de la campagne 1986 sur les couches rouges du sud du Pérou (conférence):

Exposants: Drs C. Noblet et R. Marocco  
Organisateurs: Département de Géologie de la UNI et Club Ecole de terrain des étudiants de la UNI. Lima  
Date: 17 octobre 1986  
Durée: 2 heures  
Lieu: Département de Géologie de la UNI.

II.1.7. Introduction à la géochimie des roches ignées  
(séminaire):

Exposant: Dr. G. Carlier  
Organisateurs: Département de Géologie de la UNI et Club Ecole de terrain des étudiants de la UNI. Lima  
Date: 27-30 avril 1987  
Durée: 12 heures  
Lieu: Département de Géologie de la UNI  
Programme: Introduction, définitions, généralités. Géochimie des éléments majeurs, notions de séries magmatiques. Géochimie des éléments en traces; comportement des éléments de transition et des terres rares. Géochimie des isotopes Sr, Pb, Nd, S, O. Géochronologie, méthodes Rb/Sr, U/Pb, K/Ar.

II.1.8. Exemple d'étude de trois bassins sédimentaires andins: le Permocarbone de l'Altiplano, le bassin de Moquegua, les couches rouges de Cuzco (conférence):

Exposant: Dr. R. Marocco  
Organisateurs: Département de Géologie, Faculté de Géologie de l'UNMSM. Lima  
Date:

Durée: 3 heures

Lieu: Département de Géologie de la Faculté de Géologie de l'UNMSM. Lima

II.1.9. La stratigraphie des formations crétacées et les principaux faciès sédimentaires qui les caractérisent. Les faciès de marée de la Formation Salto del Fraile de Lima (conférence):

Exposant: N. Moulin

Organisateurs: Département de Géologie de la UNI et Club Ecole de terrain des étudiants de la UNI. Lima.

Date: 30 octobre 1987

Durée: 4 heures

Lieu: Département de Géologie de la UNI. Lima.

## II.2. Ecoles de terrain:

Ces écoles avaient pour but d'initier les étudiants aux techniques de la cartographie, de la sédimentologie et de la tectonique. Trois écoles ont été réalisées durant la Convention UNI-ORSTOM:

II.2.1. Ecole de terrain de Cuzco - année 1984: Région de Oropesa, Département de Cuzco.

Date: 3-10 septembre

Organisateurs: UNSAAC, Cuzco

Encadrement: G. Carlier, C. Muñoz, V. Carlotto, F. Candía.

Etudiants: 25 de la UNI, de la UNSAAC et de la UNSAA.

II.2.2. Ecole de terrain de Cuzco - année 1985: Région de Huambatio, Département de Cuzco.

Date: 11-18 octobre

Organisateurs: UNI-UNSAAC avec financement CONCYTEC

Encadrement: G. Carlier, E. Córdova, V. Carlotto

Etudiants: 10 de la UNSAAC.

II.2.3. Ecole de terrain de Cuzco - année 1987: Région de Mollepata - Limatambo.

Date: 17-22 octobre

Organisateurs: UNSAAC-ORSTOM

Encadrement: G. Carlier, E. Córdova, V. Carlotto

Etudiants: 10 de la UNSAAC

## II.3. Directions de thèses:

Trois directions de thèses ont été assurées pendant la Convention UNI-ORSTOM:

II.3.1. Etude de la mine Katanga, Département de Cuzco.

Auteur: Luis Escobar (UNI). Abandon en cours de thèse.  
Directeur: G. Carlier.

II.3.2. Etude géologique de la feuille au 1/25 000 de Curahuasi, département d'Apurimac.

Auteur: Rolando Ligarda (UNSAAC)  
Directeur: G. Carlier  
Date de soutenance: année 1989.

II.3.3. Etude géologique de la feuille au 1/25 000 de Livitaca, département de Cuzco.

Auteur: Esteban Manrique (UNI)  
Directeur: G. Carlier  
Date de soutenance: en cours de rédaction.

III. LA COLLABORATION UNI - AMBASSADE DE FRANCE - ORSTOM:

Dans le cadre de la Convention UNI-Ambassade de France (1984-1985), Nicolas MOULIN a assuré un cours de sédimentologie à la UNI et un cycle de conférences, avec l'appui du CONCYTEC, à Arequipa et Cuzco. Durant cette convention, Nicolas MOULIN a été accueilli par l'ORSTOM. Une étude préliminaire sur les formations du Crétacé inférieur de la région de La Oroya a été entreprise avec l'appui de l'ORSTOM (voir programme "Dynamique sédimentaire du Crétacé des Andes centrales péruviennes").

---oOo---

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI)  
INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION (ORSTOM)

CONVENTION DE COOPERATION SCIENTIFIQUE UNI-ORSTOM

RAPPORT FINAL  
1984 - 1988

LIMA / SEPTEMBRE 1989