



HAL
open science

Inventaire des ressources minières du val d'Aoste (Italie) : prospection alluvionnaire, géochimique et minéralogique : reconnaissance de quelques anomalies

Guy Moreau

► To cite this version:

Guy Moreau. Inventaire des ressources minières du val d'Aoste (Italie) : prospection alluvionnaire, géochimique et minéralogique : reconnaissance de quelques anomalies. Géologie appliquée. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1984. Français. NNT : . tel-00662071

HAL Id: tel-00662071

<https://theses.hal.science/tel-00662071>

Submitted on 23 Jan 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

31 JAN. 1985

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

THESE de SPÉCIALITÉ en GÉOLOGIE APPLIQUÉE

Titre de l'ouvrage :

INVENTAIRE DES RESSOURCES MINIERES
DU VAL D'AOSTE (ITALIE) :
prospection alluvionnaire, géochimique et minéralogique
reconnaissance de quelques anomalies

Nom de l'auteur : Guy MOREAU

Établissement : Université Scientifique et Médicale de Grenoble

RÉSUMÉ

Très tôt, le Val d'Aoste a intéressé les industries minières, par le nombre des indices minéralisés qui présentent, dans leurs variétés, un cadre métallogénique d'un grand intérêt.

Les méthodes récentes d'investigation permettent de compléter et de mettre à jour les inventaires des ressources du sous-sol, dressés dès le XIX^e siècle, en fonction des connaissances actuelles sur ces sujets. Parmi ces méthodes, la prospection en lits vifs, géochimique multi-élémentaire (stream-sediment), associée à une prospection alluvionnaire plus classique (batée), donne une bonne image de la répartition des secteurs minéralisés, ou ceux plus favorables à des recherches plus rapprochées.

Le relief escarpé de la région valdôtaine, et les grandes variations lithologiques des différentes structures géologiques et tectoniques, posent de nombreux problèmes d'hétérogénéités des échantillons, pour la détermination de secteurs anomaux.

Cependant, grâce aux traitements statistiques multi-variés, de la cartographie automatique de leurs résultats, et par comparaison avec les connaissances géologiques de la région, nous avons pu définir des seuils d'anomalies, permettant d'isoler des secteurs métallogéniquement plus favorables aux recherches minières.

A partir de ces résultats, complétés par quelques reconnaissances ponctuelles sur le terrain, des recherches plus spécifiques à chaque secteur anomal peuvent être proposées pour une exploitation éventuelle.

MOTS-CLÉS

Prospection géochimique ; Prospection alluvionnaire ; Analyse statistique des données ; Inventaire minier ; Val d'Aoste ; Italie ; Alpes occidentales.



MOREAU (G.)
+ 25 h.t.
Ex. n° 1

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE DE GRENOBLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE SPÉCIALITÉ EN GÉOLOGIE APPLIQUÉE

INVENTAIRE DES RESSOURCES MINIERES DU VAL D'AOSTE (Italie) :

- Prospections alluvionnaire, géochimique et minéralogique,
- Reconnaissance de quelques anomalies.

par

31 JAN. 1985

Guy MOREAU

Soutenue le 31 octobre 1984 devant la Commission d'Examen.

R. MICHEL	Professeur	Président
H. DABROWSKI	Chargé de cours	Rapporteur
E. WILHELM	Ingénieur B.R.G.M. SGN/GMX/GCA	Examineur invité
G. ELTER	Directeur recherche au CNR (Turin)	Examineur invité
G. BUFFET	Chercheur CNRS	Examineur

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, je tiens à remercier tout particulièrement :

- Le Gouvernement de la région autonome de la Vallée d'Aoste, sans qui ce travail n'aurait pu être fait,
- M.MICHEL, qui me fait l'honneur de présider mon jury,
- M.DABROWSKI, qui m'a accueilli dans son équipe et m'a permis de réaliser cette thèse,
- M.WILHELM du B.R.G.M. SGN/GMX qui m'a accueilli dans son service à Orléans durant un mois au cours de l'été 1983,
- M.BUFFET, qui m'a efficacement soutenu dans mes derniers traitements statistiques,
- M.ELTER du C.N.R. italien, qui me fait l'honneur d'accepter de participer à mon jury,
- Le Personnel technique de l'Institut Dolomieu,
- Tous ceux qui, sur le terrain, m'aidèrent :
 - . Les Valdôtains, notamment ceux de Bionaz, Champorcher, Issime et Cogne, qui m'accueillirent chez eux,
 - . Mes camarades Pierre-Edouard, Jean-Yves, qui m'initièrent aux problèmes métallogéniques du Val d'Aoste,
 - . Jean-Pierre, Philippe, Achim, Christophe, Dominique, Laurent, Tintin, qui ont participé efficacement aux prospections sur le terrain,
 - . enfin, tous ceux qui, de près ou de loin, ont aidé à la réalisation de cet ouvrage, copains, amis, parents...

RIASSUNTO

La Val d'Aosta, da tempo, ha interessato le industrie minerarie attraverso i numerosi reperti minerali, che presentano per la loro varietà un quadro metalgenico di grande interesse.

I recenti metodi di ricerca permettono di completare e di aggiornare gli inventari delle risorse del sottosuolo, compilati sin dal XIX° secolo, secondo le attuali conoscenze sull'argomento.

Fra questi metodi, la prospezione alluvionale geochimica (stream sediment) associata a una prospezione mineralogica più classica (bateia), da una buona immagine della divisione dei settori minerari, e di quelli più favorevoli a ricerche più approfondite.

Il rilievo scosceso della regione Valdostana e le grandi differenze litologiche delle diverse strutture geologiche e tettoniche, pongono numerosi problemi di eterogeneità dei campioni, per la determinazione dei settori anomali.

Tuttavia, grazie ai diversi metodi statistici e alla cartografia automatica dei loro risultati, e in confronto alla conoscenze geologiche della regione, abbiamo potuto definire dei valori d'anomalia che permettono d'isolare alcuni settori più favorevoli alle ricerche minerarie.

A partire da questi risultati, completati da alcune ricognizioni realizzate sull' terreno, si possono proporre delle ricerche più specifiche a ogni settore anomalo per un eventuale sfruttamento.

RESUME

Très tôt, le Val d'Aoste a intéressé les industries minières, par le nombre des indices minéralisés qui présentent, dans leurs variétés, un cadre métallogénique d'un grand intérêt.

Les méthodes récentes d'investigation permettent de compléter, et de mettre à jour les inventaires des ressources du sous-sol, dressés dès le XIXe siècle, en fonction des connaissances actuelles sur ces sujets. Parmi ces méthodes, la prospection en lits vifs, géochimique multi-élémentaire (stream-sediment), associée à une prospection alluvionnaire plus classique (batée), donne une bonne image de la répartition des secteurs minéralisés, ou ceux plus favorables à des recherches plus rapprochées.

Le relief escarpé de la région valdôtaine, et les grandes variations lithologiques des différentes structures géologiques et tectoniques, posent de nombreux problèmes d'hétérogénéités des échantillons, pour la détermination de secteurs anomaux.

Cependant, grâce aux traitements statistiques multi-variés, de la cartographie automatique de leurs résultats, et par comparaison avec les connaissances géologiques de la région, nous avons pu définir des seuils d'anomalies, permettant d'isoler des secteurs métallogéniquement plus favorables aux recherches minières.

A partir de ces résultats, complétés par quelques reconnaissances ponctuelles sur le terrain, des recherches plus spécifiques à chaque secteur anomal peuvent être proposées pour une exploitation éventuelle.

SOMMAIRE

PARTIE I - CHAPITRE I

INTRODUCTION 1

CHAPITRE II

CADRE GEOLOGIQUE GENERAL

A) LES STRUCTURES DANS LE CONTEXTE ALPINB) LES UNITES GEOLOGIQUES1° Le Massif du Mont Blanc

a) le socle cristallin

b) le tégument sédimentaire

c) minéralisations.....

2° Les zones helvétiques et ultrahelvétiques3° Domaine Valaisan

a) l'unité du Ferret

b) les Brèches de Tarentaise

b.1. l'Ecaille de Moûtiers.....

b.2. les flyschs de Tarentaise

b.3. l'unité du Royennais-Versoyen

b.4. l'unité du Petit Saint Bernard

c) l'unité des Cois

d) minéralisations

4° Domaine Briançonnais

a) la zone houillère axiale

b) la zone du Rutor-Grand Saint-Bernard

c) la zone briançonnaise interne

d) le Massif de Valsavarenche

5° Massifs du Mont-Rose et du Grand Paradis

a) gneiss œillés

b) gneiss Minuti

b.1. le secteur septentrional

b.2. le secteur médian

b.3. les secteurs du Mont Patrié et Coupe de Noney ...

c) le complexe monométamorphique du Valnontey

d) minéralisations

6° Le Domaine Piémontais

a) Au Sud de la Doire Baltée, nous avons

a.1. un Piémontais externe

a.2. un Piémontais interne ou unité inférieure

b) Au Nord de la Doire Baltée, nous avons

b.1. zone de Zermatt ou unité inférieure

b.2. l'unité supérieure, dite unité du Combin

c) minéralisations

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
 MAISON DES SCIENCES
 DOCUMENTATION
 # B.P. 53
 F. 38041 GRENOBLE CEDEX
 Tél. 04 78 63 54 27 - Fax 04 76 51 44 58
 Mail: ptalour@ujf-grenoble.fr

VI

7° <u>La zone Sesia et ses klippes austro-alpines</u>	20
a) la zone Sesia (s.s)	
b) la zone de Roissan	
c) les klippes austro-alpines	
d) minéralisations	21
8° <u>Conclusion</u>	

CHAPITRE III

INVENTAIRE MINIER

1) <u>INTRODUCTION</u>	22
2) <u>LE TABLEAU RECAPITULATIF</u>	
3) <u>ETUDE DE LA REPARTITION DES DIFFERENTS INDICES</u>	23
a) le secteur Ouest	
a.1. une première ceinture externe	
a.2. une deuxième ceinture	27
a.3. une ceinture plus cuprifère	
a.4. la zone houillère	
a.5. la zone briançonnaise	
b) le secteur Est	28
b.1. les minéralisations à magnétite dominante	
b.2. les minéralisations manganésifères	29
b.3. des indices cuprifères	
b.4. les minéralisations aurifères	
4) <u>CONCLUSION</u>	30

PARTIE 2 - CHAPITRE I

PROSPECTION STRATEGIQUE

INTRODUCTION	34
--------------------	----

CHAPITRE II

PROSPECTION GEOCHIMIQUE PAR STREAM-SEDIMENT
ou sédiment fin de courant

A) <u>INTRODUCTION</u>	35
1° <u>Définition</u>	
2° <u>L'échantillonnage</u>	36
a) densités de prélèvement	
b) Reproductibilité - représentativité des échantillons ..	37

VII

3° <u>L'analyse</u>	38
a) méthode et laboratoire	
b) fiabilité des mesures	39
c) conclusion	44

B) <u>INTERPRETATION DES RESULTATS</u>	46
--	----

1° <u>Introduction</u>	
------------------------------	--

2° <u>Statistique mono-variable</u>	
---	--

a) paramètres statistiques élémentaires	
. élément peu variant	48
. élément moyennement variant	50
. élément fortement variant	
. histogrammes	51

b) cartes de fonds géochimiques	54
---------------------------------------	----

b.1. définition-construction	
------------------------------------	--

b.2. interprétation	55
---------------------------	----

b.2.1. Al : (Al ₂ O ₃)	
---	--

b.2.2. Ca : (CaO)	
-------------------------	--

b.2.3. Fe et Mn : (Fe ₂ O ₃ - MnO)	
--	--

b.2.4. Mg et Cr : (MgO, Cr)	
-----------------------------------	--

b.2.5. Pb, Zn, Cu	
-------------------------	--

b.2.6. Co	
-----------------	--

b.2.7. Th	
-----------------	--

c) conclusion	64
---------------------	----

3° <u>Statistique multivariante</u>	65
---	----

a) rappel	
-----------------	--

b) l'analyse en composantes principales normées (ACPH)	
---	--

b.1. association chimique ou intercorrélation entre élé- ments	
---	--

b.2. éléments d'interprétation des facteurs	69
---	----

b.2.1. Définition	
-------------------------	--

b.2.2. Projection des variables sur les facteurs	71
--	----

b.2.2.1. - facteur 1	
----------------------------	--

b.2.2.2. - facteur 2	73
----------------------------	----

b.2.2.3. - facteur 3	74
----------------------------	----

b.2.2.4. - facteur 4	75
----------------------------	----

b.3. Conclusion	76
-----------------------	----

c) la classification ascendante hiérarchique (C.A.H.)	
---	--

c.1. Introduction-Définition	
------------------------------------	--

première étape : collecte des données	
---	--

deuxième étape : mesure des proximités	77
--	----

troisième étape : constitution des groupes	
--	--

quatrième étape : description des groupes	78
---	----

cinquième étape : validation des groupes	
--	--

VIII

c.2. Description des groupes	80
. groupe 10	
. groupe 9	
. groupe 4	82
. groupe 6	
. groupe 2	
. groupe 3	84
. les groupes 1-5	
. les groupes 7-8	
c.3. Validation	85
c.4. Conclusion	88
4° <u>Recherches d'anomalies</u>	89
a) introduction	
b) description et discussion des cartes	90
b.1. Pb	
b.2. Cu	94
b.3. Zn	98
b.4. Co	100
b.5. Cr-Ni	101
c) conclusion	105

CHAPITRE III

PROSPECTION A LA BATEE

A) <u>INTRODUCTION</u>	108
1° <u>Caractéristique morphologique du Val d'Aoste</u>	
2° <u>Méthodes</u>	109
a) le concentré	
b) les mailles	
3° <u>Déterminations minéralogiques</u>	110
B) <u>INTERPRETATION DES RESULTATS</u>	112
1° <u>Généralités</u>	
a) teneur en minéraux lourds	
b) les minéraux présents dans les batées	113
2° <u>Cartographie</u>	114
a) les minéraux principaux	
. grenat	
. ilménite	
. zircon	
. épidote	115
. amphibole	

IX

. magnétite	115
. pyrite et limonite	
. sphène	
. rutile	116
Conclusion	
b) les minéraux accessoires	
. apatite	117
. anatase	
. barytine	
. tourmaline	118
. glaucophane	
. chlorite	
Conclusion	
c) les minéraux en trace (substances utiles)	119
Introduction	
. scheelite	
. galène, cérosite, pyromorphite	120
. chalcopryrite	121
. or	123
. cassitérite	124
. blende	
. monazite	
. spinelle chromifère	125
. molybdénite	
. cinabre	126
. mispickel	
. realgar	
d) principaux apports de la cartographie des analyses minéralogiques	
3° <u>Essais d'interprétation des corrélations minéralogiques</u> ..	127
a) introduction	
b) tableau des présences simultanées	128
b.1. définition	
b.2. interprétation du tableau de fréquence conditionnelle	130
. la scheelite	
. la galène	
. la chalcopryrite	131
. l'or	
. la blende	
. la cassitérite	
. la chromite	
b.3. conclusion	132
c) analyse factorielle des Correspondances (A.F.C.)	
c.1. introduction	
c.2. interprétation des facteurs de l'analyse des correspondances	133
. facteur 1	
. facteur 2	

X	
. facteur 3	136
. facteur 4	138
4° <u>Conclusion</u>	139

CHAPITRE IV

PRINCIPAUX APPORTS DE LA PROSPECTION STRATEGIQUE

A) <u>GENERALITES</u>	140
B) <u>LES SECTEURS ANOMAX SELECTIONNES</u>	
1° <u>Anomalies Pb-Zn</u>	
. La Tour Ponton	
. Chaz-Duraz	
. Mont Flassin - Val Vertosan	141
2° <u>Anomalies aurifères</u>	142
. le district de Brusson	
. le Valnontey	
3° <u>Autres anomalies</u>	143
. le Val Gressoney	
. la Valpelline et le Valtourmenche	144
. le Val Chavannes	
. le Val Ferret	

PARTIE 3

RECONNAISSANCE DE QUELQUES ANOMALIES

CHAPITRE I

INTRODUCTION	147
1) <u>CRITERES DE CHOIX DES ANOMALIES</u>	
2) <u>LES ANOMALIES RETENUES</u>	

CHAPITRE II

LES SECTEURS INCONNUS

A) <u>LA VALPELLINE</u>	149
1° <u>Introduction</u>	
2° <u>La mine de Dzovento (Bionaz)</u>	
a) localisation	
b) description de la mine	150
c) la minéralisation	

XI	
3° <u>Prospection électrique</u>	153
a) autour de la mine	
b) plus loin	155
4° <u>Conclusion</u>	

B) <u>LA MINE DE PONDEL</u>	156
1° <u>Introduction-localisation</u>	
2° <u>Description de l'indice</u>	
3° <u>Conclusion</u>	157

C) <u>LE PAIN DE SUCRE</u>	
1° <u>Introduction</u>	
2° <u>L'indice du Pain de Sucre</u>	
3° <u>Essai de recherche géophysique</u>	160
4° <u>Conclusion</u>	

D) <u>LA TOUR PONTON</u>	161
1° <u>Introduction</u>	
2° <u>Description géologique du secteur de la Tour Ponton</u>	
3° <u>Conclusion</u>	164

E) <u>VERTOSAN-FLASSIN</u>	
1° <u>Introduction</u>	
2° <u>Localisation des indices</u>	
3° <u>Description des indices</u>	167
4° <u>Conclusion</u>	168

CHAPITRE III

CONCLUSION	169
------------------	-----

CONCLUSION GÉNÉRALE	172
---------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	179
---------------	-----

ANNEXE 1 : Données Streams	186
----------------------------	-----

ANNEXE 2 : Données Batées.	210
----------------------------	-----

Annexe III Comparaison d'analyses chimiques	224
---	-----

PARTIE 1

CHAPITRE I

Introduction

CHAPITRE II - CADRE GEOLOGIQUE GENERAL

A) Les structures dans le contexte alpin

B) Les unités géologiques

CHAPITRE III - INVENTAIRE MINIER

1) Introduction

2) Le tableau récapitulatif

3) Etude de la répartition des différents indices

4) Conclusion

PARTIE 1 - CHAPITRE I

INTRODUCTION

Ce travail a été exécuté dans le cadre d'une convention entre la région autonome du Val d'Aoste (Italie) et l'Institut Dolomieu de l'Université scientifique et médicale de Grenoble (Grenoble I). Il fait suite aux études sur la mine de Cogne et ses environs destinées à estimer les réserves de magnétite (POCACHARD, 1977, J.L.GARCIAZ, 1979).

Puis les recherches se sont étendues aux autres substances utiles des minéralisations de Chuc-Servette (GARCIAZ, 1979), Hérin, Promise, le Trou des Romains (DOUSSET et TOLLARDO, 1981), le district aurifère de Brusson (RICHARD, 1981). Toutes ces recherches étaient particulièrement développées autour d'anciens gisements maintenant abandonnés, et nombreux dans le Val d'Aoste.

Les moyens d'investigation furent nombreux : cartographie géologique détaillée, prospection géophysique aéroportée, géochimie de roches et d'alluvions.

Ces recherches ont permis d'obtenir les résultats suivants :

- 10 à 15 millions de tonnes de minerai de magnétite dans la région de Cogne, néanmoins insuffisants pour entrevoir l'aménagement d'une nouvelle infrastructure,
- l'estimation de réserves d'or dans le district de Brusson à 1 t de réserves possibles et 5 t de réserves probables,
- la détection d'anomalies géochimiques, et/ou géophysiques intéressantes à :
 - . La Thuile, en extension de la mine de Promise vers l'ouest,
 - . la Pointe Noire pour le chrome,
 - . l'ouest du village d'Hérin et dans la combe Pialon en extension de la mine d'Hérin.

Ces résultats démontrent l'efficacité des méthodes de prospection géochimique employées, malgré des conditions morphologiques difficiles.

Notre objectif est de compléter l'inventaire des ressources minérales en l'étendant à l'ensemble du territoire valdôtain, dans le but d'orienter les recherches ultérieures sur des secteurs restreints plus favorables à de nouvelles minéralisations.

Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé :

- un inventaire, le plus exhaustif possible, des indices minéralisés connus, inventaire établi à partir de documents divers et complété de reconnaissances personnelles. Ces indices ont été, dans la mesure du possible, replacés dans un cadre géologique correspondant à l'état actuel des connaissances.
- une prospection en lits vifs géochimique (stream-sediments) et alluvionnaire (batées) sur l'ensemble du réseau hydrographique valdôtain, complétant les données de DOUSSET et TOLLARDO (1981).
- une reconnaissance sommaire de quelques anomalies, ne se reliant pas ou mal à des minéralisations répertoriées dans l'inventaire, comprenant de la cartographie géologique, des relevés de travaux miniers, de la prospection géophysique, électrique et magnétométrique.

Ces prospections en lits vifs se sont heurtées à des problèmes résultant de reliefs escarpés et de la grande variété des fonds géochimiques correspondant aux diverses structures géologiques du puzzle alpin.

948 échantillons de sédiments fins alluvionnaires (stream-sediments) ont été analysés dans le Laboratoire canadien BARINGER-MAGENTA en routine, par la méthode I.C.P. (Inducted Coupled Plasma, source argon) et ont été l'objet de quelques 22 000 mesures.

Parallèlement, 410 concentrés de batées ont fait l'objet de déterminations minéralogiques semi-quantitatives au B.R.G.M. (Division Vendée-Bretagne) à Nantes.

L'interprétation des différents résultats a été réalisée à l'aide de traitements statistiques multivariés ; analyse en composantes principales normées (A.C.P.N.) et classification ascendante hiérarchique (CAH), effec-

tuées par les programmes du B.R.G.M. Orléans (données stream-sédiments) et par les programmes d'analyse factorielle des correspondances (AFC) de l'Université de Grenoble (données batées).

La cartographie automatique des différents résultats statistiques permet de délimiter des anomalies structurales, et de les différencier de celles marquant d'éventuelles minéralisations.

Cette étude est complétée par quelques reconnaissances sur le terrain.

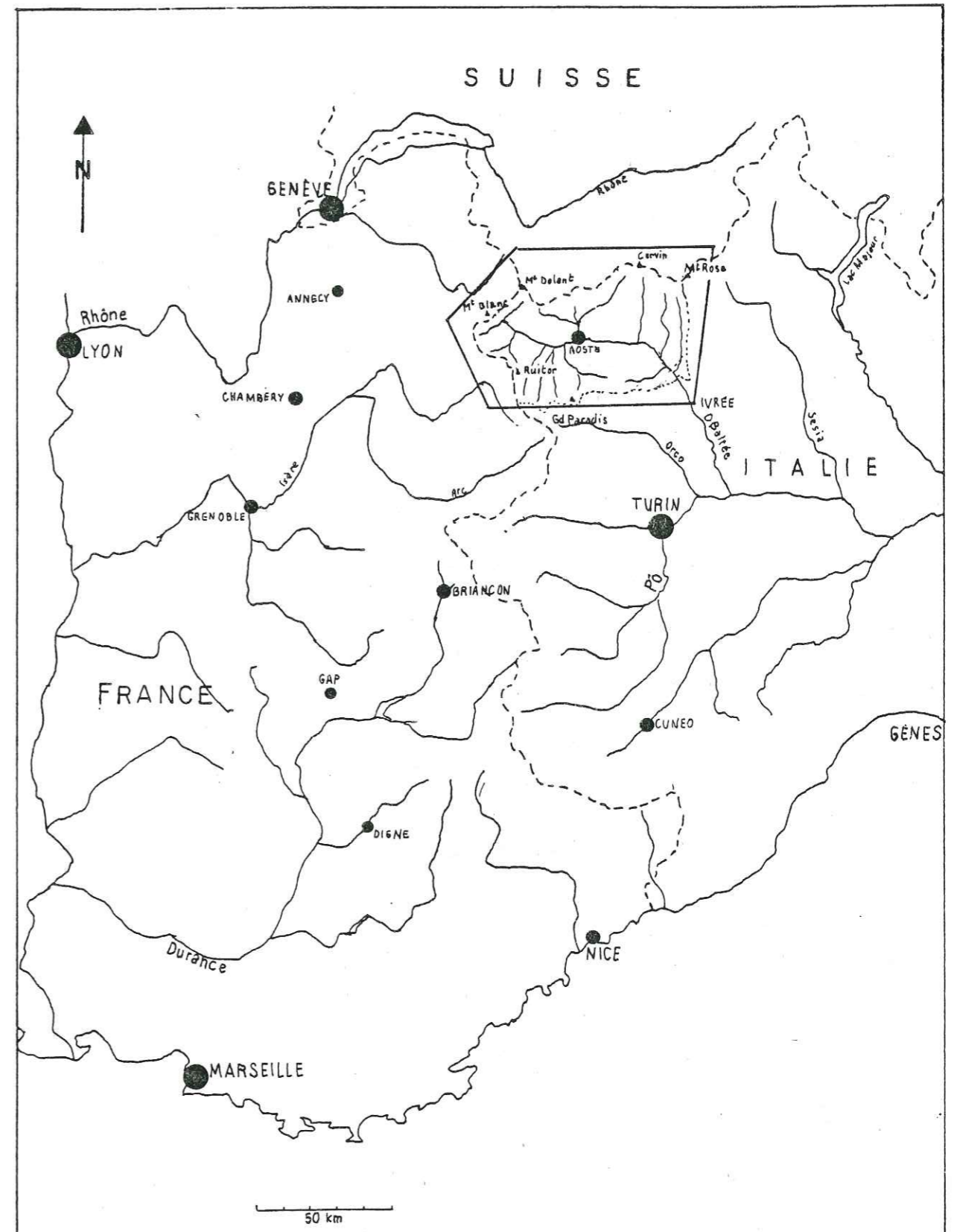
*_*_*_*_*

Le Val d'Aoste, situé aux confins NW de l'Italie, est une région de montagnes, pénétrée par des vallées très encaissées.

Les massifs du Mont-Blanc (4807 m), du Ruitor (3400 m) et de la Grande Sassièrè (3700 m) constituent la limite Ouest sur la frontière française, les massifs du Mont-Rose (4600 m), Cervin (4476 m), Mont-Vélan (3700 m) et le Mont Dolent (3800 m), la limite Nord sur la frontière suisse. Le massif du Grand Paradis (4065 m), les Vals de Champorcher et de Gressoney limitent au Sud et à l'Est le Val d'Aoste.

Dans le texte qui suit, pour faciliter la compréhension, la convention suivante a été utilisée :

- les mines et indices seront référencés par une numérotation, précédée par la lettre "I", définie au chapitre III de la première partie de cet ouvrage,
- les batées seront référencées par une numérotation définie dans l'annexe II, précédée par la lettre "B",
- les échantillons de sédiments fins seront précédés par la lettre "S", la numérotation à 4 chiffres correspondant aux données de l'annexe I.



Le Val d'Aoste dans les Alpes.

PARTIE I

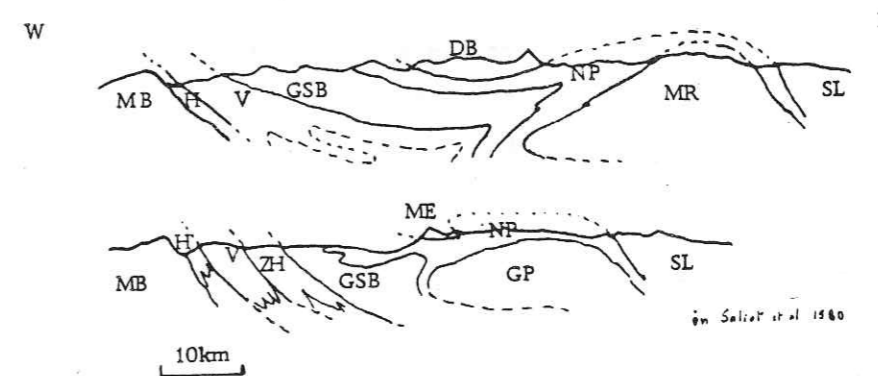
CHAPITRE II

LE CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

A - LES STRUCTURES DANS LE CONTEXTE ALPIN

Le Val d'Aoste est, du point de vue structural, situé entre les Alpes occidentales, caractérisées par une tectonique où prédomine l'écaillage, et les Alpes centrales, marquées par les complexes structuraux plus souples de style pennique. Les grandes structures géologiques affleurent en bandes NE-SW que recoupe la vallée principale, celle de la Doire Baltée.

Des coupes simplifiées de la région donnent un bon aperçu de la complexité des rapports entre les différentes unités, où s'opposent le style écaillé des Alpes occidentales et le style plus souple des unités penniques.



Coupes simplifiées à travers le Val d'Aoste

MB : Massif du Mont Blanc - H : Helvétique et Ultrahelvétique - V : Valaisan
 ZH : Zone houillère - GSB : Zone du Grand Saint Bernard - Ruitor - NP : Nappe piémontaise - Pennique interne; MR : Mont Rose - GP : Grand Paradis
 Autro-alpin; SL : Sesia-Lanzo - DB : Dent Blanche - ME : Mont Emilius.

Les roches du Val d'Aoste, comme dans le reste de l'arc alpin, ont été soumises à plusieurs phases de métamorphisme. Les principales zones métamorphiques coïncident avec les zones structurales et paléogéographiques. Les faciès métamorphiques rencontrés s'étendent du faciès des schistes verts et du faciès transitoire des schistes bleus de basse température, jusqu'aux faciès éclogites et granulites.

En conséquence, les différentes unités géographiques présentent des particularités pétrographiques minéralogiques dont on s'efforcera de trouver les relations avec les indices minéralisés.

B - LES UNITES GEOLOGIQUES

1) Le massif du Mont Blanc

Il est généralement considéré comme le socle cristallin et son tégument sédimentaire associé, constituant la base des formations helvétiques autochtones.

a) Le socle cristallin

Il représente une partie des formations du socle cristallin externe antétriasique. Ce sont des terrains anciens ayant subi une évolution tectonique polycyclique, où l'on distingue souvent deux directions superposées.

Ce socle se compose de plusieurs ensembles dont les principaux sont :

- des gneiss et micaschistes, à structure de mylonitoschistes à l'échelle régionale. Ils affleurent dans le Val Veny en amont du glacier du Miage. Ils sont constitués pour l'essentiel de biotite, plus ou moins chloritisée et de plagioclase saussuritisé,
- des cipolins,
- le granite du Mont Blanc (ou protogine des anciens auteurs) à quartz, oligoclase, feldspath potassique, biotite, dont les passées à magnétite, épidote, sphène, soulignent souvent une orienta-

...

tion privilégiée N-S selon un plan vertical.

b) Le tégument sédimentaire

Observable dans le val Ferret valdôtain, entre les lieux-dits de Praz-Sec et Frebouze, il est constitué de calcaires et de sables d'âge Albien reposant sur le socle cristallin par l'intermédiaire d'un niveau de conglomérat, de schistes argileux noirâtres et de calcaire gris.

c) Minéralisations

Quelques indices sont connus dans le socle, notamment celui du Mont Chatelet, situé dans le Val Veny au-dessus du glacier du Miage en rive gauche, avec une paragenèse galène-blende. Cette minéralisation se situe dans les micaschistes, non loin du granite. Par ailleurs, les granites renferment de nombreuses traces d'autunite (minerai d'uranium) et de molybdénite.

2) Les zones helvétique et ultrahelvétique

a) Elles affleurent dans le fond du Val Veny et du Val Ferret, ainsi que sur leur versant Est. Ce sont des unités écaillées et décollées, à séries sédimentaires tronquées. On y trouve des gypses et cargneules du Trias, des calcaires liasiques, des schistes noirs aaléniens, des calcaires siliceux callovo-oxfordiens, des micaschistes argileux à pyrite de l'Argovien, et des calcaires en plaquettes gris bleu du Malm.

Sur le secteur du Mont Chétif, de la Montagne de la Saxe et du Val Sapin, nous trouvons un granite et un microgranite porphyrique apparemment contemporains de celui du Mont Blanc, surmontés par des calcaires spathiques sombres du Lias et des schistes argileux noirs.

...

b) Minéralisations

Dans ces ensembles nous connaissons plusieurs minéralisations plombo-zincifères au Col Ferret et avec barite-fluorine au Trou des Romains dans le Val Sapin.

3) Le domaine valaisan

Situé entre le Val Veny et le Val Ferret à l'Ouest, et le Val Verney et le Val du Grand Saint Bernard à l'Est, il se décompose en plusieurs unités superposées par chevauchement.

a) L'unité du Ferret

La plus occidentale des unités du domaine valaisan, l'unité du Ferret n'affleure que dans la partie Nord du Val d'Aoste. La série débute au Trias supérieur par des gypses, des schistes argileux et des cargneules. Ce Trias constitue une étroite bande jalonnant le front pennique. Les argilites sont souvent pyritisées.

Au Jurassique, nous avons des schistes noirs à grands cubes de pyrite, parfois noduleux, et évoquant l'Aalénien de l'Ultraschiste. Ensuite apparaissent les schistes de Ferret constitués de calcaires et de grès ayant subi un métamorphisme de faciès schistes verts.

b) Les brèches de Tarentaise

On y distingue quatre ensembles, de l'Ouest vers l'Est :

b 1) **L'écaille de Moûtiers**, constituée en fait de petites écailles qui prennent le relais de l'unité du Ferret vers le Sud. Ces écailles sont formées de schistes noirs et grès, de grès fins, de grès grossiers, de quartzites, de dolomies calcaires et de gypses.

b 2) **Les flyschs de Tarentaise**, qui peuvent aussi se subdiviser en

trois formations :

* formation basale conglomératique à alternances conglomérats-calcaires gris bleus, dans le Val Chavannes. Celle-ci devient de plus en plus sableuse vers le Nord-Est, dans la région de la Grande Rochère et de l'aiguille de Chambave,

* formation à schistes noirs et quartzites vertes. Cette formation devient de plus en plus quartzitique vers les zones internes,

* les flyschs de Tarentaise (s.s.), constitués d'une alternance monotone de lits décimétriques de calcaires, de calcaires sableux et de calcschistes. Un léger métamorphisme dans le faciès schistes verts donne à cette formation une paragenèse à albite et phyllites.

b 3) **L'unité du Royennais-Versoyen**; formant le substratum de la zone de Tarentaise, elle n'affleure que dans la région du col du Petit Saint Bernard et du vallon du Breuil. Ce socle est composé de leptynites (roches massives leucocrates, à cassure saccharoïde et à patine verdâtre, dérivées d'anciennes rhyolites et/ou tufs rhyolitiques). Affecté du seul métamorphisme alpin, ce socle est aussi associé à un tégument constitué d'un anté-flysch, de prasinites (basaltes continentaux, mis en place sous une faible tranche d'eau), de schistes noirs et de calcschistes irrégulièrement répartis selon les secteurs,

b 4) **L'unité du Petit Saint Bernard**. Elle représente des écailles chevauchant l'unité du Royennais-Versoyen par l'intermédiaire de coussinets de gypse. Elle est elle-même chevauchée par l'intermédiaire de gypse, par l'unité des Cois. On y trouve principalement des calcschistes à belemnites.

c) L'unité des Cols

Unité la plus interne du domaine valaisan, elle forme une étroite bande coincée entre les flyschs et les zones plus internes des Alpes. Nous y trouvons :

- des schistes noirs et grès du Carbonifère, dans la combe de Planaval,
- des quartzites de couleur verte, (présence de phengite) et d'aspect gneissique,
- des quartzites en plaquettes blanches,
- des dolomies et gypse dans le vallon des Bosses notamment.

d) Minéralisations

Le domaine valaisan semble assez pauvre en indices miniers. Toutefois, BARETTI (1893) et JERVIS (1873) ont signalé quelques indices dans le vallon du Breuil et de Chavannes (Indices n° 19 et 20) qui pourraient être liés plus particulièrement à l'unité du Versoyen.

4) Le domaine briançonnais

La zone briançonnaise est réduite pour l'essentiel aux formations anté-triasiques. Elle est divisée par les auteurs en plusieurs ensembles lithologiques correspondant à des domaines paléogéographiques et structuraux différents. De l'extérieur vers l'intérieur de l'arc alpin, nous avons successivement :

- * la zone houillère axiale, peu métamorphisée,
- * la zone Ruitor-Grand Saint Bernard, composée de formations cristallines antécarbonifères,
- * la zone briançonnaise interne, considérée comme la prolongation dans le Val d'Aoste de la zone Vanoise-Mont Pourri,
- * le massif de Valsavarenche, équivalent plus interne de la zone houillère axiale ayant subi un métamorphisme alpin plus poussé.

...

a) La zone houillère axiale

Formée de schistes et grès à veines charbonneuses, elle contient des niveaux exploités artisanalement dans le vallon des Bosses, et même industriellement à La Thuile. Des conglomérats polygéniques à galets de quartz retiennent l'attention car ils sont associés à la minéralisation plombo-zincifère de Promise (indice n°18). Des quartzites phylliteux passent progressivement à des quartzites bien stratifiés qui forment l'ossature du Pain de Sucre dans le Val Grand Saint Bernard. Par ailleurs, il se trouve un laccolite, présentant tous les stades intermédiaires entre les granites (s.s.) et les gneiss laminés. Orthogneissifié à l'Hercynien, on y décrit une paragenèse à quartz, feldspath potassique, albite et aussi une paragenèse postérieure alpine à biotite, stilpnomélane, grenat, actinote et localement riebeckite. (CABY R., 1974).

Du point de vue minéralisation, il semble que cette zone soit assez propice. Nous y trouvons en effet des gisements importants : (indice 18 (Promise), indices 76, 78, 80 du Pain de Sucre dans le Grand Saint Bernard) ;

b) La zone du Ruitor-Grand Saint Bernard

Pour ELLENBERGER et CABY (1968), cette zone représente une ancienne ride d'un vieux socle séparant deux bassins sédimentaires, le premier formant la zone houillère externe, le second représentant le Houiller interne qui forme le massif de Valsavarenche. Ce socle est constitué d'une série antécarbonifère ayant partiellement résisté au métamorphisme alpin. Nous y trouvons des micaschistes à deux micas, staurotide, grenat. Une rétro-morphose générale conduit au faciès de chloritoschiste. Dans cette série, nous avons aussi quelques lentilles de prasinites, amphibolites et de rares filons pegmatitiques et aplitiques. Certains faciès sont très riches en tourmaline.

Dans la combe Flassin et le Val Vertosan, de petits massifs d'orthogneiss (anté-carbonifère rhyolitique) recourent la foliation alpine des schistes cristallins. Ces petits massifs sont surmontés par un métasédiment volcano-détritique. (CABY, 1974).

Les indices minéralisés sont assez dispersés. Nous avons retrouvé

...

sur le terrain la trace de l'ancienne mine de Fonteintes (indice n°79) signalée par G.JERVIS, (1873). Les entrées, actuellement effondrées, ne permettent pas d'observer la nature de l'encaissant et les relations de celui-ci avec la minéralisation. Il semblerait toutefois que l'on se trouve dans la série des micaschistes. D'autres indices ont été signalés dans cette zone, notamment les indices de Flassin (n°83) et du Val Vertosan (N°28), appartenant aux minéraux sulfurés associés à de la sidérite, et l'indice du Mont Mort (n°77), contenant la monazite signalée par l'AGIP (1980), (PRATO, 1979).

Il semblerait, d'après les différentes descriptions, que les minéralisations de cette zone soient plutôt de type filonien.

c) La zone briançonnaise interne

C'est l'équivalent latéral plus métamorphisé, de la zone Rutor-Grand Saint Bernard. Nous y avons des gneiss albitiques ou chlorito-albitiques, des micaschistes noduleux à chloritoïde et grenat, des schistes à glaucophane et des bancs de prasinites souvent grenatifères.

G.JERVIS (1873) signale dans le Val Menouve de petits indices de galène, chalcopryrite, mais il semble d'après les descriptions, qu'ils n'aient que peu d'extension (Indices n°86, 89, 90).

d) Le massif de Valsavarenche

Il s'agit pour G.ELTER (1971) d'une couverture carbonifère interne de la zone briançonnaise ayant subi un métamorphisme alpin plus poussé que son homologue externe.

Ce massif est constitué par un laccolithe de granodiorite, métamorphisé à des degrés divers. Il est enveloppé par un ensemble de gneiss et micaschistes albitiques, souvent charbonneux et pyriteux, avec des intercalations de prasinites et de gneiss ovarditiques.

Dans ce massif, un indice de pyrite, réputé aurifère, semble associé à une couche charbonneuse (indice n°61).

5) Massifs du Mont-Rose et du Grand Paradis

Circonscrits par les schistes lustrés de la zone piémontaise, ces massifs sont considérés (ELTER, 1971) comme le socle originel d'au moins une partie des séries les plus externes piémontaises.

On y distingue deux ensembles étroitement associés :

- * les gneiss œillés, qui prévalent dans le massif du Grand Paradis en général,
- * les gneiss minuti, plus largement développés au Mont Rose et dans la partie valdôtaine du Grand Paradis.

a) Les gneiss œillés

Ils représentent probablement d'anciens granites porphyriques hercyniens. Il y a d'ailleurs, localement, des passages à des faciès équants franchement granitoïdes.

b) Les gneiss minuti

Pour la majorité des auteurs, ce serait une roche d'origine sédimentaire aréno-argileuse ou grauwaake, avec une association de roches éruptives et carbonatées post-hercyniennes d'âge permocarbonifère. Pour d'autres auteurs, il s'agit d'une transformation métamorphique de gneiss granitiques.

CAMPAGNONI et al. (1974), notent dans les gneiss minuti du Grand Paradis la structure d'un appareil volcanique originel interstratifié et reconnaissent plusieurs paragenèses. La plus vieille se compose de plagioclase, feldspath potassique, biotite-sillimanite et est attribuée à un métamorphisme de contact induit par une venue granitique. Cette vieille paragenèse se distingue de celle produite par le métamorphisme alpin à albite, épidote, chlorite, grenat.

Les gneiss minuti forment donc un complexe polymétamorphique où ces auteurs distinguent, dans le Grand Paradis, trois secteurs où les reliques des métamorphismes pré-alpins s'observent encore.

- x un secteur septentrional en bordure du massif dans le Val Nontey et le Val Valeille,

- x un secteur médian dans les Vals Nontey et Valeille, et
x un secteur au Mont Patrié et à Coupé du Noney.

b 1) **Le secteur septentrional.**

La roche, bien que polymétamorphique, conserve très souvent sa texture et la structure originelle préalpine et parfois des reliques de paragenèses antérieures. La reconstitution pétrographique des caractères lithologiques montre dans ce secteur septentrional des gneiss et micas schistes, à lits graphiteux, à deux micas, plagioclase (oligoclase), grenat et sillimanite. Ces roches sont caractérisées par une foliation planaire millimétrique matérialisée par de petits niveaux de quartz discontinus, et une foliation déformée en de fins microplis isoclinaux.

La paragenèse gneissique pré-alpine est bien conservée en plusieurs points, malgré le métamorphisme alpin qui a plus ou moins transformé à des degrés divers :

- . les plagioclases en zoïsite et albite
- . les biotites en mica blanc, rutile et grenat, et
- . les sillimanites en distène et séricite (\pm andalousite).

Entre les gneiss et les micaschistes issus des transformations alpines, se trouvent des niveaux de metabasalte, où les paragenèses pré-alpines sont totalement obliérées. C'est plus particulièrement à ces metabasaltes que seraient associées des minéralisations sulfurées (BRIGO et OMENETTO, 1974).

b 2) **Le secteur médian :**

Il est essentiellement formé de gneiss et micaschistes albitiques à deux micas et grenats, localement traversés par des filons pegmatitiques à tourmaline et muscovite. Les phénocristaux de muscovite abondent irrégulièrement en formant de grandes lames intensément déformées antérieurement à la schistosité alpine.

b 3) **Les secteurs du Mont Patrié et Coupé de Noney :**

Nous trouvons là des gneiss à deux micas, chloritisés avec des niveaux à grenat et clinozoïsite et épidote, et contenant souvent des feldspaths potassiques tardifs. Ces gneiss sont localement associés à de grandes masses de metabasalte et de niveaux de marbre.

Des transitions lithologiques sont observées entre les trois secteurs décrits ci-dessus et, en conséquence, nous retiendrons que ces roches polymétamorphiques dérivent d'une seule et unique série. Celle-ci serait constituée surtout de sédiments arénacés-argileux, ou grauwackes, auxquels s'associent localement des intercalations de roches éruptives basiques, vraisemblablement effusives. Par analogie de faciès et à cause de l'abondance de graphite, cette série pourrait constituer l'équivalent latéral du Carbonifère du massif de Valsavarenche.

c) Le complexe monométamorphique du Valnontey

Sous les gneiss minuti, formant une fenêtre dans le Valnontey, se trouvent des roches monométamorphiques. Ce sont des micaschistes à grain fin, généralement graphiteux, à albite-chlorite-grenat-biotite et des gneiss albitiques enrichis en quartz, par réduction de la fraction mica-cée. Ces deux catégories de roches sont toujours de couleur sombre à cause de la présence de graphite. Nous trouvons aussi quelques quartzites albitiques et des métaconglomérats en intercalations lenticulaires de quelques centimètres à un mètre. Les éléments du conglomérat sont essentiellement des galets de quartz de taille millimétrique à décimétrique.

Dans la partie inférieure de la fenêtre de Valnontey, on observe un granite orthodérivé dans une position structurale analogue à celui de la fenêtre plus orientale du Val Valeille. Ce granite laisse clairement reconnaître une origine de roche éruptive de composition variant des termes aplitiques aux granites classiques, presque entièrement recristallisée.

d) Minéralisations

Aussi bien dans le Mont-Rose que dans le Grand Paradis, plusieurs minéralisations sont connues, comme par exemple la mine de la Pisse (n° 182) dans le Mont-Rose et la mine de Valeille (indice n°60) dans le Grand Paradis. Bien qu'ayant des paragenèses différentes, ces deux minéralisations sont aurifères. Ceci corrobore un des principaux résultats de la prospection par batées qui montre dans ces deux massifs une relative abondance de l'or. Les deux minéralisations citées sont toutes deux de type filonien.

Par ailleurs, BRIGO et OMENETTO (1974) indiquent la présence de minéralisations sulfurées liées à des niveaux basaltiques intercalés dans la série des gneiss minuti.

6) Le domaine piémontais

La zone piémontaise couvre la plus grande partie du territoire du Val d'Aoste. Elle représente le comblement d'un océan préexistant à la surrection des Alpes.

Selon qu'on se trouve au Nord ou au Sud de la Doire Baltée, il est distingué plusieurs unités caractérisées, soit par leur paragenèse minéralogique, soit par leur origine sédimentaire ou éruptive.

a) Au Sud de la Doire Baltée, nous avons :

- a 1) **un Piémontais externe**, considéré comme la couverture liasique et triasique piémontaise du massif du Grand Paradis, auquel sont associés les schistes lustrés ophiolitifères qui les surmontent (G.ELTER, 1971). La couverture (s.s.) est composée de marbres gris plus ou moins siliceux, à patine claire, différente de celle des marbres des vrais schistes lustrés qui ont une patine rousse. Ils surmontent, par l'intermédiaire de calcaires et schistes noirâtres, des calcaires dolomitiques, dolomies, gypses et conglomérats.

- a 2) **Un Piémontais interne**, ou unité inférieure. C'est un ensemble décollé d'un substratum océanique individualisé au Jurassique supérieur. Franchement ophiolitifère, il est très développé dans le Val d'Aoste. Dans la partie Nord du Val d'Aoste, il constitue la nappe de Zermatt-Saas des auteurs suisses.

b) Au Nord de la Doire Baltée, nous avons :

- b 1) **La zone de Zermatt-Saas**, ou unité inférieure ; comme dans la partie Sud, c'est une unité d'origine océanique, constituée par des ophiolites métamorphisées. Celles-ci sont diversifiées, tant par leurs origines que par les transformations ultérieures à leur mise en place. L'inventaire fait apparaître des prasinites ordinaires à épidote, chloriteuses ou amphibolitiques, des serpentinites antigoritiques dérivées de tectonites, des péridotites franches, des éclogites, ou roches d'origines éclogitites à grenat et glaucophane, etc...
- b 2) **L'unité supérieure, dite unité du Combin**. Elle présente une lithologie nettement différente de l'unité inférieure avec un puissant complexe préophiolitifère de type volcanosédimentaire, surmontant un autre complexe préophiolitifère à affinité continentale. Ce dernier est constitué de dépôts continentaux néopermiens ou éotriasiques, de quartzites en plaquettes du Trias inférieur, de marbres et dolomies du Trias moyen et supérieur. Viennent ensuite les calcaires et brèches à éléments dolomitiques du Lias. La séquence ophiolitifère qui fait suite à cet ensemble est constituée d'une alternance de paraschistes variés (calcschistes phyllades, schistes quartzitiques, quartzites manganésifères) et de métavolcanites basaltiques à albite, actinote, épidote, chlorite, mica, quartz et carbonate (prasinites des auteurs). Cette séquence contient aussi des lentilles de métagabbros et de serpentinites (écaillés tectoniques et/ou olistolites).

Cette unité forme le soubassement de la nappe de la Dent-Blanche. A cause de la rareté des ophiolites, elle est rattachée au Piémontais externe par certains auteurs. Mais cette interprétation suppose des mécanismes de charriage de la Dent-Blanche très complexes. On préfère donc la considérer comme Piémontais interne, en la faisant une zone d'origine plus interne encore que les ophiolites de la zone de Zermatt-Saas.

c) Minéralisations

Dans la zone piémontaise, de très nombreux gisements ont été répertoriés. Les métaux les plus souvent cités sont le fer (sous forme de magnétite), le manganèse et le cuivre.

La magnétite, dont le plus important des gisements a été exploité à Cogne jusqu'en 1979, est associée aux serpentinites tant dans les zones externes que dans les zones internes. En particulier, nous trouvons beaucoup d'indices de magnétite dans l'écaille serpentinitifère du Mont-Avic ($x = 388$, $y = 60$, $z = 3\ 000$).

Le manganèse, présent le plus souvent sous forme de braunite, est associé à des couches de quartzites, probablement d'anciennes radiolarites des séries d'origine volcanosédimentaire de la zone du Combin, notamment dans les Vals Saint-Marcel, Clavalite et Grauson. Ces quartzites sont souvent au contact de roches vertes.

Les indices cuprifères, présentant essentiellement des minéraux sulfurés associés à la pyrite, se trouvent aussi bien dans les zones piémontaises externes qu'internes. A l'exception de l'indice de Filone dans la haute vallée d'Ollomont, ces indices sont toujours au contact des roches vertes. Le cuivre est généralement suffisamment important pour avoir été exploité industriellement (Ollomont, Chuc-Servette, Herin, Petit-Monde).

...

7) La zone Sesia et ses klippes austro-alpines

a) La zone Sesia (s.s.)

Elle constitue la marge interne de la zone piémontaise, pratiquement dépourvue de couverture sédimentaire. Le caractère chevauchant est matérialisé par des klippes flottant sur le domaine piémontais (Nappe de la Dent-Blanche s.l., du Mont Emilius, klippe du Pillonet, de Glacier Rafray, etc...). La zone de Sesia est constituée par deux ensembles pétrographiques juxtaposés, qui représentent une même lithologie originelle différenciée ultérieurement par le métamorphisme alpin. Dans le corps de la zone, nous avons des micaschistes à glaucophane, et des éclogites à grenat, notamment dans le Val Gressoney entre Gaby et Pont-Saint-Martin, et sur les klippes du Mont Emilius et Rafray. Dans la partie Ouest du corps de la zone, nous avons des gneiss minuti, ainsi que dans la base de la klippe de la Dent-Blanche, constituée par la série d'Arolla. Cette dernière série se différencie encore dans sa partie la plus externe par l'existence de métagranitoïdes et un métamorphisme dans le faciès schistes verts.

b) La zone de Roissan

Il s'agit d'une couverture réduite à une mince bande écaillée jalonnant le bord Sud de la nappe de la Dent-Blanche, et que nous retrouvons dans la klippe du Pillonet. Elle est constituée par des brèches dolomitiques et des marbres du Trias, puis des calcschistes argileux et des calcaires plus ou moins gréseux, le tout affecté d'un métamorphisme léger, de faciès schistes verts.

c) Les klippes austro-alpines

La zone Sesia supporte des klippes de matériel austro-alpin (zone encore plus interne) affleurant dans le Val d'Aoste sur le corps de la zone dans le Val Gressoney autour de Champail et le Bec de Viou ; et dans la Valpelline où elle constitue la série de Valpelline. Cette série montre un faciès amphibolitique et granulitique à tendance alumineuse avec grenat, biotite, sillimanite, feldspath potassique, plagioclase et gra-

...

phite. Les auteurs italiens appellent ces roches kinzigites. A cette série on associe des lentilles de marbre, des diorites (métagabbros ou prasinites), des amphibolites à grenat et hornblende verte et brune.

d) Minéralisations

Un seul indice est connu dans cette zone; la mine située à Dzo-venno sur la commune de BIONAZ dans la Valpelline. C'est une mine de chalcopryrite et pyrite dans une gangue de quartz formant un filon recoupant la stratification de la série de Valpelline; l'encaissant de la mine est une diorite leucocrate.

La série présente par ailleurs beaucoup de sulfures disséminés dans les roches (pyrite, galène, pyrrhotine, etc...). La prospection géochimique montre que le secteur des Grandes-Murailles est particulièrement riche en plomb et le vallon de Sevey riche en Ti, V, Zr, etc...

8) Conclusion

La géologie du Val d'Aoste présente toutes les grandes familles de roches (granites, roches sédimentaires, roches métamorphiques d'origines diverses, roches basiques et ultrabasiques, etc...).

Ces différentes roches présentent des caractéristiques chimiques très contrastées. En particulier, les métaux ont une affinité préférentielle avec l'un ou l'autre des types de roches.

A l'échelle de la région, les différentes roches paraissent bien individualisées avec les zones structurales. Mais à l'échelle des vallées latérales, l'agencement des structures est plus complexe et posera des problèmes d'interprétation des anomalies géochimiques.

...

PARTIE 1

CHAPITRE III

INVENTAIRE MINIER

1 - INTRODUCTION

L'inventaire des indices et mines connus dans le Val d'Aoste est une étape préparatoire importante à la prospection systématique. Il permettra dans un premier temps de contrôler l'efficacité des méthodes de prospection employées. Ensuite, nous pourrons orienter éventuellement les recherches ultérieures sur les secteurs métallogéniquement plus favorables en tenant compte de la proximité éventuelle de ces minéralisations.

JERVIS (1873), BARETTI (1893) ont, dès le siècle dernier, dressé des inventaires déjà très complets sur les Alpes italiennes. Toutefois, les interprétations géologiques de l'époque demandent quelques révisions. De plus, des imprécisions cartographiques et des variations toponymiques, liées aux différents langages utilisés (Valdôtain, Français, Italien), les rendent peu utilisables et sont la cause de confusions toujours possibles.

Le tableau n°1 récapitule ces inventaires, complétés dans la mesure du possible par de nouvelles reconnaissances sur le terrain, et par l'apport d'ouvrages plus récents concernant le Val d'Aoste.

2 - LE TABLEAU RECAPITULATIF (Tableau 1)

Nous nous sommes efforcé de localiser les indices par leurs coordonnées kilométriques U.T.M. en usage sur les cartes topographiques de l'Italie à 1/25000. Mais, n'ayant pas pu reconnaître sur le terrain tous les indices, nous ne mentionnons pour certains que le carré kilométrique contenant un toponyme qui correspond à la dénomination des indices utilisée par un auteur. Les différentes dénominations et orthographes sont rappe-

...

lées sur ce tableau.

La nature des indices, permettant d'en estimer l'importance, a été remis à jour en fonction des observations les plus récentes. Il en est de même pour l'interprétation du mode de gisement.

Pour l'établissement des paragenèses, une minéralogie non exhaustive est donnée, à partir des différents ouvrages et complétée par nos observations. Toutefois, pour certains indices, nous nous sommes limités à ne citer que les minéraux qui caractérisent les principales paragenèses.

3 - ETUDE DE LA REPARTITION DES DIFFERENTS INDICES

Sur la carte n°2, nous avons reporté les indices importants, qui ont souvent fait l'objet d'une exploitation, et quelques autres indices caractéristiques de paragenèse particulière.

La distribution des différentes paragenèses montre clairement des zonations géographiques qui correspondent en gros aux grands ensembles géologiques se succédant de l'Ouest vers l'Est dans le Val d'Aoste.

De manière générale, le Val d'Aoste se divise en deux grands secteurs de paragenèses bien différentes :

- l'Ouest où les paragenèses à Pb-Zn sont dominantes,
- l'Est où dominent les paragenèses cuprifères, manganésifères ou magnésifères.

a) Le secteur Ouest

Plus en détail, il semblerait que ce secteur puisse aussi se subdiviser en plusieurs ceintures :

- a1) une première ceinture externe correspond à des minéralisations

Tableau n° 1

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES INDICES ET MINES DU VAL D'AOSTE.

INDEX DES ABBREVIATIONS DE MINÉRAUX

aeg1	=aégyrine	charb	=charboneux	mal	=malachite	piém	=piémontite
Ag	=argentifère	Co	=cobaltifère	mang	=manganite	py	=pyrite
amp	=amphibole	cov	=covellite	Mn	=manganésifère	pyrl	=pyrrholite
Au	=Aurifère	Cr	=chromifère	Mo	=molibdène	pyt	=pyrrhotite
azu	=azurite	fu	=fluorite	ms	=mispickel	qtz	=quartz
ba	=barytine	gal	=galène	mx	=minéraux	qtzite	=quartzite
ble	=blende	gr	=grenat	or	=or	sb	=stibine
bor	=bornite	hm	=hématite	pan	=panabase	sid	=sidérite
brau	=braunite	hol	=holandite	pech	=pechblende	stéa	=stéatite
cal	=calcite	lim	=limonite	pen	=pentlandite	sulf	=sulfure
cha	=chalcopryrite	mag	=magnétite	phen	=phengite	ura	=uranifère

N°	Commune	X	Y	Z	Dénomination	Nature	Gisement	Minéralogie	Biblio
1	COURMAYEUR	332	70		Mine de la Lex Blanche	Tr. souterrains	Inconnu		1,2
2	"	"	"	"	Mine de la Tête Carre-C. Infran	mine	"		1,2
3	"	"	"	"	Rive Nord du gl. du Miage	Indice	"		1,2
4	"	336.5/73.15/1800			M. Du Chatelet	Galeries	Filon	Py,lim,sid,or	2,7
5	"	329 69			Col de la Seigne	Indice	Inconnu	Py,lim,or	
6	"	339 74			Pendant--Peindein	Mine?	"	Gal	1,2
7	"	336 73			Mt Rouge--gl. du Fresnay	Indice	"	Py,sulf	1
8	"	340 75			N.D. de Guérison (NW)	"	"	Gal	1
9	"	335 73			Sous le gl. du Brouillard	"	affleure	Amiante	1
10	"	350.3/84.5 /2540			Col Ferret	Tr. souterrains	Inconnu	Gal,py,cha,fu,ble	1,2
11	"	345.6/78.7 /			Pra Sec--Aiguille de Rochefort-	Indice	"	Gal,py,cha,fu,ble,ura	1,2,A
12	"	"			Entrèves--Col du Géant	"	"	Mo	1,2
13	"	340.2/73. /1800			Plan Chérouit--SE Mt Chétif	"	amas str.	Ba,fu,gal,ble	1,2,7
14	"	340 71			Montagne des Brisées	Indice	Inconnu	Mag	1
15	"	335 70			Arp Vieille--Arvielle	affleurement	lén.,écaïl.	Gypse	1
16	"	344. 75.1 /1714			Trou des Romain--Borne aux Fées--	Défil.,galerie	amas str.	Ba,fu,gal,ble	1,2,7,4
17	"	345.5/76.5 /2470			-M. du Labyrinthe	Indice	"	"	7
18	LA THUILE	341.6/62.8 /1575			Concession St Pierre	Tr. souterrains	"	Gal,py,ble,Sb,pyt	
	"	341.7/63.2 /1652			" Argentièrè	"	"	"	
	"	341.9/62.8 /1800			" St Maurice	"	"	"	1,7
	"	342.7/64.5 /			" St Georges-St Eugène	"	"	"	
19	"	333. 68			Face sud Mt Bério Blanc--M Bois	mine ?	Inconnu	Cha	1,2
20	"	333 65			Chavannes	"	"	Cha,Mx aurifères	1,2
21	"	335 62			Entre deux Eaux--gl. du Breuil	Indice	"	Jamsonite	1,2
22	"	334 63			Mgne Forrassey--Mas des Arrolles	"	"	Py,fer mag,et talc	2
23	"	"			Gl. Lavage--Lavège--Arrière--	Indice	"	"	
24	PRES St DIDIER	342 67			Village Tovet	affleurement	lén.,écaïl.	Gypse	1
25	MORGEX	"			Face à Elevaz-- en R.D. Tnt Verney	M. antique	Inconnu	Pan,mal,gal	2
26	"	"			Vallon de Planaval en R.D.	Carrière	"	Gypse	2
27	LA SALLE	349 68			Mont Montéron	Indice	"	Ms,py	1
	"	"			Mgne Acquapenende en R.G.--	"	"	Gal	1
	"	"			--hameau du Chatellard	"	"	"	
28	AVISE	356.6/71.6 /2275			Val Vertosan--Mgne Ravine	Défil.,Grattage	Filon	Ble,cha,gal	1,2,8
	"	356.4/71.3 /2175			"	"	"	"	
29	"	"			A w du village en R.G. du Vertosan	Indice	Inconnu	" " "	1
30	St NICOLAS	357 64			Fossaz dessous	"	"	Gal,ble,py	1
31	St NICOLAS	"			Région de Formace	Indice	Inconnu	Oligiste	1
32	"	"			Près du chef lieu en R.D.	affleurement	"	Gypse	1
33	ARVIER	352 59			Chamin	Indice	"	Pyt	1,4
34	"	"			Mt Colombo--6 km à W chef lieu	affleurement	"	Gypse	1
35	VILLENEUVE	"			"	Indices	"	Mag,talc,py	1,4
36	GRISENCHÉ	348.7/58.2 /2300			Vallon Orfeuille--Plan Petet	Indice	"	Mag,pyt	1
37	"	348 58			Crête Orfeuille	"	stratif.	Pech	A
38	"	345 45			Alpe Vaudet	"	Inconnu	Pech,cha	A
39	"	349 52			Vallon Plonta	"	"	Pyt	1,2
40	RHEMES N.D.	"			"	"	"	Mag	2,4
41	"	"			"	"	"	Gypse	2
42	RHEMES St G.	356 57			Hameau Coveyrand	"	lentille	Mag,serpentine	1,2,4
43	SAVARENCHÉ	355 42			Tou Blanc--Teu Blanc	"	Inconnu	Mag	2,4
44	"	"			Entrelavi--(Entrelors ?)	affleurement	"	Talc	2
45	"	356 40			Nivolet	"	"	Gypse	2
46	"	359 48			Mgne Djouan	"	"	"	
47	"	363 48			Lauson (vers le col ?)	"	"	"	
48	"	362 51			Fassabella--(col Belleface ?)	"	"	"	2
49	INTROD	357 59			Hameau Tache (vers Rhêmes)	Indice	"	Py	4
50	COGNE	373.0/52.1 /2070			Mine de Liconi	Tr. souterrains	lentille	Mag	1,4,5,7
51	"	375.5/54.5 /2800			Carlo-Muta	"	"	"	4,5,7
52	"	370.5/54.5 /1750			Plan François	Galeries	Inconnu	Pyt Co-Ni,mag,cha,pen	4,5,7
53	"	371.9/50.6 /2050			Montzeco--Moncuso	"	"	Cha,py,mag	1,4,5,7
54	"	373.6/53.3 /2033			Larcinaz	Tr. souterrains	lentille	Mag,sid	1,2,3,4,5,7
55	"	373.4/53.7 /1925			Eclouseur	affleurement	lentille ?	Mag,cha	1,2,4,5
56	"	373.6/55.1 /2350			Grauson	"	Inconnu	Brau,rhodocrosite	1,5,7
57	"	371 50			Bovaz	Indice	"	Sid	1,4,5
58	"	370 51			Buthier-Rubat	"	"	Mag	1,2,4
59	"	374.1/46.0 /2000			Vaïlle--Terre l'église	Galeries	Filon	Ms,gal,ble,cha..	1,2,7,8,A,B
60	"	381 48			Pointe Noire	Indice	dissémi.	Py,maq	7

Tableau n° 1 (suite)

N°	Commune	X	Y	Z	Dénomination	Nature	Gisement	Minéralogie	biblio
61	AYMAVILLE	361.9/59.7	750		Pondel--Pont d'Ael	Depil.,galerie	stratif.	Py,schiste carb.	P,8
62					Corrubon	Indice	inconnu	Mx de fer	1,4
63	St PIERRE	360	64		Au N de Runtoli--Rumiod	"	"	Py	1,2,4,8
64	SARRE	363	69		Mt Fiancheggia--rég. de Met	"	"	Oligiste	1,2
65		364	64		Chalencou--Chalensson	"	"	Mag,ble,gal	1,4
66		365	63		Région de Laby	"	"	Mag,lim,cha,stea.	1,4
67	GRESSAN	368.7/64.1	830-775		Chevrot (2 km au NE.)	Mine	Tentille	Sid	1,2
68					Plusieurs points sur la commune	Indices	"	Brau	1,4
69	CHARVENSOD	371	60		Comboé	"	"	Gal Ag,ble	1,2
70		369	60		Chamoillé--Chamolle	"	"	Mag	2
71		369	61	1770	Hermitage st Gratt--st Grato	"	"	Py	1,2
72		368.7/64.1	830		Chanté Corbé	Indice	inconnu	Mang,pyr	1,4
73	CHARVENSOD				Au S de Pontéry	Indice	"	Py,gal,ble,qtz	1,8
74		370	62		Auxillière--Aussillière	Indice	"	Monazite	A
75					Pendina (1 km au sud)	Grattage	Filon	Gal	1
76	St RHEMY	356.2/81.4	2200		Pain de Sucre	Indice	Niveau	Gal Ag ?	1,2,4,8
77		358	80		Mt Mort	"	inconnu	"	1
78					Mas de l'hopital	Galeries	"	Cha	1,2
79		359.2/78.8	2050		M. de Fontintes--Forteintes	"	"	Sb	1
80		352	74		M. de Fouilleray--St Oyen--col Serena	"	"	Gypse,cargneule	1,8
81					Près de St Oyen en R.G.	affleurement	len.,écail.	Sid,lim,gal,ble	1,2
82					Pte de la Gri et Mas Devin	Galeries	Filon	Gal Ag ?	1,2
83		357.3/72.1	2700		M. du Mt Flassin--Flassingue	"	inconnu	Cha	1
84	St OYEN				Bois Frassin--(Flassin ?)	Indice	"	Mag,py	1,2
85					En R.D. de la combe Flassin	"	"	Mag,Amp,Gr,qtz	1
86	ETROUBLES				Ménouve	"	"	Cha,mal	1
87					Grand Chenail	"	"	Cha,py,gal	2
88		361	78		Mgne Barrassasson	"	"	Pyt,cha	1
89		362	81		Vallon de Menouve	"	"	Epsonite	1,2,4
90		364	75		Mt Rosso (chemin vers ALLEIN)	"	"	Manganèse	1,2,4,8
91	ALLEIN					"	"	Py Cu	1,2,4,7
92	GIGNOD	368	72		Hameau des Moulins	Tr. souterrains	Filon, str	Py Cu,mal,cha,or...	1,2,4,7
93	OLLOMONT	370.3/85.3	2640		Alpe Filonne	"	stratif.	"	1,2,4
94		368.3/79.8	1420		Puit Balme	"	"	"	1,2,4
95		368.4/80.4	1540		Concession de Vaux--Vaud--Voex	"	"	"	1,2,4
96		368.9/79.3	1450		St Jean	Indice	inconnu	Mag,oligiste	1,2,4
97	DOUES	366	79		Champillon (Est du Mt Piche Nogli)	"	"	"	1,2,7,8,9
98	BIONAZ	376.5/80.6	1483		M. de Bionaz (Dzovenno)	Tr. souterrains	Filon	Py,cha,gal,qtz	1,8
99		376.4/80.9	1580		Mgne Rovine--Servey	Indice	inconnu	pyt,Ag	P
100		386	86		Prarayer,Le grand Plan	affleurement	"	Gypse	1,2
101	VALPELLINE					"	"	fer	4,7
102	QUART	378.9/70.2	1435		Effraz	Galeries	stratif.	Py,mag,Bor	2
103		379	68		Ville sur Nus (rég. Cribussey)	Indice	inconnu	Gal Ag,or	1
104		380	68		Vignola	"	"	Gal,sid,cha	1,3,4,7,8
105	NUS	382.8/72.3	1500		Issologne	Tr. souterrain	stratif.	Manganèse,brau	1,2,4
106		385	78		Creux des Marches--Crot di Marze	Indice	inconnu	Py,amiant	4
107		382	76		Région delle Selve--(col Salvé ?)	"	"	Gal,py,qtz	1
108					Région de Ruzzo	"	"	Gal,py,(Ag-Au)	1,2,4
109	POLLEIN				Région Tanches--Truches--Chenoz	"	"	Mag massive	2,4
110					Région Grand Bois	Indice	inconnu	Py Au et Ag, Cuivre	1,4
111	BRISSOGNE				Région Les Laures	"	"	Cha,qtz	2
112					Près des lacs Laures	"	"	Ms,or natif	1,2
113		377	62		Région de Selvo-Plano	"	"	Or natif	1,2,4
114					Région de Corbion	Tr. souterrains	stratif.	Manganèse	1,2,4,5,7
115	St-MARCEL	379.2/61.9	1450		Chuc	"	"	Cha,mag,bor	1,2,4,5,7
116		379.8/62.2	1800		Servette	"	"	Brau,violane,hol,	1,2,4,5,7
117		379.3/60.0	1800		Prabornaz	Indice	disséminé	Mag,or natif,aegi.	1,4
118					Au voisinage de Prabornaz	"	disséminé	Magnétite	1,4
119		378.3/61.6	2100		Salè	"	inconnu	Sulf. de Cu,qtzite	Mn 4
120		379.4/57.65	2290		Lac Layet	Tr. souterrains	stratif.	Cha,bor,mag	1,2,5,7
121	FENIS	382.7/61.6	1450		Lovignana	"	"	"	4,5,7
122		381.3/58.5	2500		Tramail de la Rouse	Galeries	"	Py,cha	4
123		383.6/47.1			Grand Alpe	Indice	disséminé	Brau	4,7
124		382.6/60.9	1600		Robbio--Chez Botz	grattage	stratif.	lits,amas	4,5,7
125		386.5/58.6	2700		Raye Chevière	Indice	"	Magnétite	3,4,5
126		385	59	20..	Bec Courbe	indices	synschist.	"	3,4,5
127		385.7/60.0	2450		Piccola et Gran Bella Lana	grattage	synschist	"	1,2,3,4,5,7
128	CHAMBAVE	386.8/60.6	2160		Ponton inférieur	"	"	"	1,2
129		386.6/60.2	2400		Ponton supérieur	Indice	inconnu	"	1,2,4,5,7
130	PONTEY	388	63-65		MontGiron--Géron	Indice	disséminé	Mag,py,cha	1,2,4
131		389.9/61.6	2150		Valmériana	"	inconnu	Magnétite	2
132	VERRAYES	390	64		Mont geron--Hongiron	galerie	inconnu	Cha,abeste	1,2
133		384	70		Vencorère	Indice	inconnu	Pyrl,brau	1,4,7
134	TOURNENCHE	392.4/85.6	2000		Les Vallets	Indice	stratif.	Pan,Cu gris,ble,py,bor	1,2
135		382	89		Créton-Les Vorpilles	Indice	inconnu	Py Au	1,2,4
136					Gl. du Mt Tabor--Tabel	"	"	Py Cu	1,2
137		395	88		Ces Tza dessus (en R.D.)	"	"	Manganèse	4
138					Bardonney	"	inconnu	Py	2,4
139		391	81		Cheneil	affleurement	stratif.	Brau,Piémontite	4
140		398.7/86.4			Sous la digue de Cignana	"	"	Manganèse	4
141		397.5/89.8			Plan Tendre--Passo Plateau Rosa	"	"	Piem.,phen. Cr	4
142		396.2/85.8			Plan Maison	"	"	Qtzite à piem.	1,4
143	CHAMOIS				Platta di Plété	Indice	inconnu	Py,qtz	1
144	ANTEY-St-A.	390	71		Vallon de Nouarcz--Pte Tantané	"	"	Cha,bor,gal	4
145		391	73		Val di Les Less-Liex	"	"	Py Cu	1,2,4,7
146	TORGNON	390.0/75.2	1350		Erem--Herin--Herin Nousan	Tr. souterrains	stratif.	Cha,cov,azu,py	1
147		390	70		Petit Monde--(Pontas et Thoules)	Indice	inconnu	Manganèse	1
					Près du Tard--Pratz du Tard	"	inconnu	"	1

Tableau n° 1 (suite).

N°	Commune	X	Y	Z	Dénomination	Nature	Gisement	Minéralogie	Biblio
148	CHATILLON	393.4/66.5	610		Chateau d'Ussel	galerie	lentille	magnétite	1,2,4,5,7
149		393.9/68			Albard--Mine d'Albard	travaux	"	"	2,4
150		392.8/64.68	12-1400		Pragarin--Rég de Bellecombe	Indice	inconnu	cha,py Au	1,4
151	CHATILLON	392	70		La Buisse--Boesse	Indice	inconnu	Cha,serpentine	1,4
152		392	71		Grd Bois noir--Boettes?--Rég. Arsine	travaux	"	Rhodnite,brau	1,2
153	St-VINCENT				Marèse,Passo della Soma,Mt Corvé	indices	niveau	Py Au,Cu	1,2,4
154	EMARESE	398	64		Sous la falaise du Mt Arbaz	Indice	Pépite	en 1740, de 1 kg,22carats	1,2
155		398	63		Champet--Champelle	"	Filon ?	Cha,gal,Ag	1,4
156	MONJOVET	396	63		La Balme	Travaux	stratif.	Cha,Pan,...	1,2,4
157	CHAMDEPRAZ	393.7/61.7	1600		Mine d'Herin	Tr. souterrains	"	Cha,py Cu,bor,Cu gris	1,2,4,5,7
158					Pailleron	galerie	filon ?	Cha,tetraé,ma	1,2,4
159		387.2/58.1	2616		Lac Gelé	Tranchée,galerie	lentille	Mag,py Cu,	1,2,4,5,7
160		388	56		Pesonet--Gran Leysi	Indice ?	inconnu	Fer ?	4
161	ISSOGNE	395	59		Région de Chanteri	recherche	"	Gal	1,2,4
162					? Jervis (1873)	Indice	"	Cha,py	1
163		395	58			carrière	"	amiant	1
164	AYAS	396.6/75.6	2310		Rég. Mt Rouge près Antagnod	travaux	stratif.	Py,cha,ble	1,2,4,7
165		396	71		Mt Gerbion--Zerbion	Indice	inconnu	Gal,Ag,cha	1,2,4
166					Rég. Magnéa--Magnéaz	"	"	Sulf. Au	2,4,6
167	BRUSSON				SECTEUR CIAMUSERA				
		402.5/67.2	1500a1730		Filon Fenillaz	galerie	filon	Or natif,qtz	1,2,4,6
		402.5/67.5	1620a1720		Filon Sperenza	"	"	"	"
		402.5/67.3	1580a		Filon Innomineti	"	"	"	"
		402.1/67.5	1230		Filon Gaebianche	"	"	"	"
		402.9/66.8	1545		"	"	"	"	6
168					SECTEUR COMAGNA				
		401.4/66.4	1800a1900		Combe Toppo	"	"	Cha,Or,qtz	1,2,4,6
		401.5/65.8	1720		Chevrin	"	"	Gal Ag	"
		401.4/66.8	1900		Tête de Comagna	"	"	Py Au	"
169		400.6/67.6	1530a1780		Col de Joux	"	"	Or,py,qtz	1,2,6
170	CHALANT St-ANSELME				SECTEUR ARBAZ				1,2,4,6
		401.7/65.1	1480		Mine Béchaz	"	filons.	Cha,gal,ble,py,qtz,cal	"
		401.9/65.3	1620		"	"	"	"	"
		401.8/64.8	1450		Filon Bouchaille	"	"	Cha,py,hm,pyt,qtz	"
		402.3/65.2	1170		"	"	"	Py,Cu gris,cha,qtz...	"
		401.3/64.4	1440		Via Béchaz	galerie	"	Or natif,cha,pan,azu	4,6
171		400.1/63.4	1400		Orbeillaz	"	"	"	"
172	CHALANT St-VICTOR	399.8/60.1	530		Mine de Sache--Chasse	"	"	Lim,py,gal,cha,Or,qtz	1,2,4
173		398.7/60.2	830		Villa--Villaz	"	"	Sid,py,Au,gal,cha,Or,qtz	6
174	VERRES	398.5/58.3			Chateau de Verres	Indice	filon ?	Ch,py,qtz	1,2,4
175	ARNAZ				Rég. Cret ou Ruttier,& rég. Rovine	"	inconnu	Cha,chloritoschiste	1,2,4
176	CHAMPORCHER	394.1/53.8	1460		Petit Rosier--La Cleyva	Galerie	Filon	Gal,py,Or	1,2,4,8
177		383.8/52.0	2650		Lac Pontonnet	affleurement	inconnu	Py,Cha	4,8
178									

Pb-Zn, BPG de type filonien dans le massif du Mont-Blanc, comme la mine du Châtelet (indice n°4).

a2) **une deuxième ceinture** présente des associations Pb, Zn, barytine, fluorine, qu'on trouve dans les formations sédimentaires helvétiques et valaisanes. Le mode de gisement de ces minéralisations est plutôt stratiforme, comme au Trou des Romains (I.16) et au Mont Chétif (I.13).

a3) **une ceinture plus cuprifère** apparaît dans l'unité du Versoyen avec les indices 19 et 20, liés très probablement aux roches basiques de cette unité. D'autres points jalonnent l'unité des Coils (Elevaz I.24, Col Serena I.80). Ils pourraient être liés aux formations dolomitiques qui composent cette unité.

a4) **la zone houillère** présente de forts indices Pb-Zn aussi bien dans le Val d'Aoste (à La Thuile, I.18), qu'en France, à la Plagne, pour n'en citer qu'une proche. A La Thuile, la minéralisation paraît liée aux strates. (DOUSSET et TOLLARDO, 1981).

a5) **la zone briançonnaise** est moins caractérisée par une paragenèse particulière. Cependant, elle semble être jalonnée par des minéralisations uranifères (I.37-38) ou thorifères (I.77) jusque dans le Val d'Entremont en Suisse.

b) Le secteur Est

La cartographie même détaillée ne permet pas de définir des ceintures métallogéniques, mais seulement des zonations de paragenèse dominante.

Les différentes études faites sur un certain nombre de minéralisations de ce secteur font cependant ressortir des corrélations avec des unités géologiques du Domaine piémontais.

b1) **Les minéralisations à magnétite dominante ;**

La plus importante fut exploitée jusqu'en 1979 à Cogne. Elles sont étroitement liées à des massifs de serpentinites de la zone Zermatt-Saas (J.L.GARCIAZ, 1979). En particulier le massif serpentifère du Mont Avic (x = 385, y = 59) est jalonné par de nombreux indices (I.124 à 130-147-148, etc...) de magnétite en dissémination synschisteuse à tendance lenticulaire.

• Dans l'ensemble, les auteurs considèrent que les fortes teneurs en magnétite ont une origine magmatique, en ce sens que l'enrichissement en fer serait davantage associé à un mécanisme primaire, le métamorphisme et la tectonique n'intervenant que tardivement dans des reconcentrations locales en amas.

b2) **Les minéralisations manganésifères ;**

• Elles paraissent toutes contenues dans les séries volcano_sédimentaires (DOUSSET et TOLLARDO, 1981, CASTELLO, 1979, J.L.GARCIA, 1979, etc...) des séries supérieures du domaine piémontais, formant le soubassement des klippes de la zone Sesia-Lanzo (Dent-Blanche, Mont Emilius, Mont Glacier Rafray).

• Le niveau de quartzite manganésifère de Prabornaz (I.117) et de Robbio (I.123), considéré comme la couverture sédimentaire basale d'une séquence ophiolitique de la nappe piémontaise, suggère une concentration d'origine hydrothermale du manganèse.

En effet, il a été observé au voisinage de la dorsale océanique pacifique Est, la précipitation d'oxyde de manganèse, issu de l'interaction de l'eau de mer sur des eaux thermales riches en Mn (BOULEGUE et HAMELIN, 1983). Le métamorphisme alpin ne serait alors responsable que de la transformation ultérieure en minéraux silicatés (MARTIN et al., 1983) de la paragenèse observée actuellement (diopside-omphacite) à Prabornaz, braunite dans les autres gisements du Val d'Aoste.

b3) Des indices cuprifères

Les plus importants se situent dans les séries sédimentaires du domaine piémontais, mais tous sont associés avec des roches vertes ;

- * soit dans le gisement même, comme à Ollomont (DOUSSET et TOLLARDO, 1981, ELTER G. 1945, GEX-MOREL, 1977, PIEPOLI, 1933) où le minerai constitue des petits lits dans la schistosité des serpentinites (s.l.),
- * soit au contact des roches vertes avec des roches sédimentaires, (comme à Hérin, Servette, etc... (DOUSSET et TOLLARDO, etc...)).

La paragenèse la plus couramment observée comporte pyrite cuivreuse à chalcopryrite, bornite, blende et quasiment pas de plomb. L'environnement initial océanique n'est pas sans rappeler des analogies avec l'hydrothermalisme des zones d'accrétion océanique actuellement observés (OUDIN, 1983). La couverture sédimentaire des gîtes valdôtains aurait permis la préservation de telles concentrations type kieslager.

b4) Les minéralisations aurifères

La quasi-totalité des minéralisations exploitées pour l'or se situent dans la partie Est du domaine piémontais sur un axe Grand Paradis-Brusson-Mont Rose, avec un maximum de gîtes dans le district de Brusson. Toutes les minéralisations sont de type filonien et paraissent associées aux gneiss des massifs péniques internes.

Les indices aurifères de la basse vallée d'Ayas (Brusson Challant) sont considérés comme faisant partie de la province aurifère du Mont Rose, du fait de leur position structurale et de leur gîtologie.

Ces filons sont encaissés à la fois dans les gneiss œillés de la fenêtre de Ranzolla, et dans les amphibolites d'Arcessa, ainsi que dans les ophiolites du domaine piémontais. La teneur en or atteint 12g/t dans les filons à quartz et or natif (RICHARD, 1981) de Fenillaz (I.167).

Sur l'ensemble du territoire, nous répertorions des paragenèses plus locales qui ne semblent pas liées aux structures.

Des indices de Ni apparaissent à La Thuile (I.18) dans le vallon d'Or-

...

feuille (I.36), et à Plan François (I.53), sous forme de pyrrhotite. Il n'est pas possible de les relier à une structure géologique particulière.

4 - CONCLUSION

De cette revue sommaire des indices, nous retiendrons qu'à chaque ensemble géologique, il correspond un mode de gisement et une paragenèse caractéristiques :

- * Pb-Zn dans les zones externes en filon ou stratiforme, associé avec de la barytine et de la fluorine,
- * Cu, Mn, ou magnétite dans le domaine piémontais, généralement "stratiforme",
- * Au, lié aux massifs gneissiques les plus internes en gisement filonien. (Mont-Rose, gneiss de Ranzolla dans le Val d'Ayas).

Nous retenons la présence des roches vertes à proximité de tous les gîtes Cu, Mn du domaine piémontais. Ces roches, par leur affinité avec ces deux éléments, rendront difficiles certaines interprétations des anomalies.

...

PARTIE 2

CHAPITRE I - PROSPECTION STRATEGIQUE

Introduction

CHAPITRE II - PROSPECTION GEOCHIMIQUE PAR STREAM-SEDIMENT

A) Introduction

B) Interprétation des résultats

CHAPITRE III - PROSPECTION A LA BATEE

A) Introduction

B) Interprétation des résultats

CHAPITRE IV - PRINCIPAUX APPORTS DE LA PROSPECTION STRATEGIQUE

A) Généralités

B) Les secteurs anomaux sélectionnés

PARTIE 2

CHAPITRE I

INTRODUCTION

Une prospection systématique (ou stratégique) par stream-sédiments et par batées a été amorcée par DOUSSET et TOLLARDO (1981), et RICHARD (1981). Les premiers résultats ont montré un intérêt certain de la méthode, au moins qualitatif pour repérer des minéralisations*. Une prospection systématique à l'échelle de l'ensemble du Val d'Aoste a alors été lancée dès 1981, intégrant les premières séries de mesures.

Le but de la prospection systématique, qu'elle soit géochimique (stream) ou minéralogique (batée), consiste à rechercher des points singuliers (indices ou anomalies) qu'il conviendra de contrôler dans une phase ultérieure plus détaillée.

Le plus souvent, les prospections géochimiques et minéralogiques sont effectuées simultanément dans le réseau hydrographique actuel.

Dans les zones regroupant des anomalies géochimiques et minéralogiques, il sera effectué une prospection tactique essentiellement géochimique. Les zones où des substances, peu nombreuses, peuvent apparaître en quantité anormale, par batée, seront contrôlées par une prospection alluvionnaire par batée à maille plus serrée appelée traditionnellement "prospection générale ou volante".

Cette méthode de prospection présente l'avantage d'aborder les problèmes métallogéniques par leur côté probablement le plus important, qui est celui de la distribution spatiale des gisements, indices et traces, et laisse le sentiment d'avoir couvert la région de manière satisfaisante.

* dans le contexte valdôtain très montagneux.

PARTIE 2

CHAPITRE II

PROSPECTION GEOCHIMIQUE PAR STREAM-SEDIMENT

OU SEDIMENTS FINS DE COURANT

A - INTRODUCTION

1) Définition

La prospection géochimique par stream-sédiments consiste à mesurer systématiquement plusieurs éléments chimiques contenus dans les sédiments de ruisseaux. Ces sédiments sont de granulométrie plutôt fine et prélevés dans des eaux calmes du lit mineur à une profondeur d'environ 20 cm.

Le but des mesures chimiques est la mise en évidence d'anomalies géochimiques résultant de la proximité d'une concentration minérale.

Une anomalie géochimique peut être définie comme toute teneur supérieure ou inférieure à un seuil donné, caractéristique de l'environnement qui représente le fond géochimique régional. Une anomalie négative peut être aussi riche d'information qu'une anomalie positive.

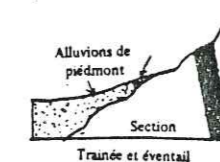
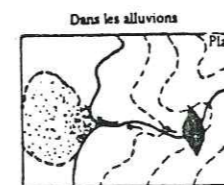
L'origine des anomalies résulte de la mobilité et de la dispersion des éléments concentrés dans les minéralisations. Mais elle peut aussi provenir de pollutions (cuivre dû au sulfatage des vignes) ou de contamination par des déblais de mines anciennes ou récentes. Enfin, d'autres anomalies dites "formationnelles" sont provoquées par un élément dont l'affinité avec une formation géologique est préférentielle (Cu des roches basiques, Pb-Zn des dolomies), mais sous des formes minéralogiques ou gîtologiques qui le rendent inexploitable. Cette distinction entre anomalies est un objectif majeur.

Il existe deux types de dispersion :

- une dispersion primaire liée aux phénomènes de mise en place de la concentration minérale. Son étude est utile dans la reconnaissance de gisements et se fait par échantillonnage de roches ;
- une dispersion secondaire liée aux mécanismes d'altération superficielle et aux mécanismes d'érosion-accumulation fonction du facteur climatique, (BARBIER et al, 1977 - CHAUSSIER et al, 1981).

Cette dispersion, à la fois mécanique et chimique, à partir d'une réserve de métal déstabilisé dans la zone d'oxydation, provoque des auréoles et des traînées secondaires qui couvrent une surface plus grande que la surface d'érosion d'une concentration minérale cachée par des recouvrements divers. Ce sont les auréoles secondaires que nous cherchons à mettre en évidence par l'analyse chimique des sédiments de ruisseau.

Dans les alluvions, la dispersion est principalement mécanique.



La prospection stratégique doit donner une information continue sur toute l'étendue de la surface prospectée. Son rôle est de mettre en évidence, dans une région déterminée, des zones anormales en relation probable avec des minéralisations.

2) L'échantillonnage

a) Densité de prélèvement

Afin d'obtenir une bonne couverture représentative des bassins versants, le premier problème est de déterminer la maille d'échantillonnage,

Celle-ci est gouvernée par la densité du réseau hydrographique, la surface à prospector et le temps de prospection. Pour le Val d'Aoste, nous avons arrêté une maille de prélèvements permettant d'obtenir une moyenne de quatre échantillons par kilomètre carré, soit en pratique un échantillon tous les 300-400 mètres en remontant les cours d'eau. Le tracé du réseau hydrographique ne permet pas de respecter partout rigoureusement cette maille ; car certaines parties de torrents sont inaccessibles (gorges, cascades, etc...). Il en résulte quelques trous dans la maille théorique fixée.

D'autre part, le régime des torrents (érosion-sédimentation) est très variable, et il n'a pas toujours été possible de prélever, dans certaines parties des torrents, de sédiments de granulométrie suffisamment fine.

La récolte est effectuée à une profondeur d'environ 20 cm. Dans la mesure du possible, il faut éviter les zones trop turbulentes caractérisées par des dépôts généralement grossiers, mais préférer les replats où l'eau est plus calme. Les zones trop riches en matières végétales sont aussi à éviter à cause des problèmes de concentrations métalliques spécifiques à l'évolution de la matière organique.

En pratique, nous avons pu prélever 1 300 échantillons sur un territoire de 3 262 km², le long d'un réseau hydrographique de plus de 700 km, soit une moyenne de deux échantillons par kilomètre (plan n°1).

b) - Reproductibilité - représentativité des échantillons.

A la faveur d'un dépôt torrentiel qui, sur quatre mètres de distance, se subdivise en quatre terrassettes de granulométrie différente, quatre échantillons ont été prélevés. Il s'agit des échantillons n°0448-0438-0444 (ou OL 4T-3T-2T). Le quatrième échantillon (OL 1T) de granulométrie la plus grossière n'a pas été analysé, faute de partie fine en quantité suffisante. Les analyses sont significativement différentes, malgré le choix d'une même fraction granulométrique inférieure à 125 µm.

Bien qu'un unique test soit insuffisant pour conclure une loi de représentativité, on peut estimer, au vu des résultats, que les teneurs en certains éléments sont directement liées à la granulométrie de l'échantillon de sédiment, même en analysant une fraction granulométrique donnée. La présence d'un élément dans une fraction granulométrique donnée serait fonction d'un rapport dureté/densité du minéral porteur. Des petits minéraux lourds pourraient côtoyer de plus gros minéraux légers.

Collecter toujours la même granulométrie limite l'effet, sans l'anuler tout à fait.

Mais étant donné la morphologie de certains torrents, il n'a pas toujours été possible de suivre cette règle sans compromettre le caractère homogène de la densité d'observation sur l'ensemble du territoire étudié.

3) L'analyse

a) Méthode et laboratoire :

Afin de pouvoir comparer les mesures faites en 1980 durant les prospections précédentes (DOUSSET et TOLLARDO, 1981, RICHARD, 1981), avec nos mesures plus récentes, nous avons utilisé les mêmes méthodes analytiques et le même laboratoire.

Après séchage à l'étuve, tous les échantillons ont été tamisés. La fraction inférieure à 125 µm est envoyée à l'analyse, la fraction supérieure à 125 µm est conservée pour une analyse éventuelle ultérieure complémentaire, dont les différences avec l'analyse de routine sont susceptibles d'information, (LAVILLE-TIMSIT et WILHELM, 1982).

L'analyse multiélémentaire a été confiée au Laboratoire canadien BARINGER-MAGENTA. La technique utilisée par ce laboratoire est la spectrométrie d'émission à partir d'une source plasma. Ici la méthode ICP (Inducted Coupled Plasma) argon après dissolution totale à l'acide fluorhydrique.

...

23 éléments sont analysés à des précisions et seuils de détection divers (tableau n°2).

MAJOR + TRACE ELEMENT ANALYSIS (Si and Ba Excluded) (TABLEAU N°2)

MAJOR ELEMENTS	DETECTION LIMIT (%)	TRACE ELEMENTS		DETECTION LIMIT (ppm)	
		ELEMENTS	DETECTION LIMIT (ppm)	ELEMENTS	DETECTION LIMIT (ppm)
TiO ₂	0.001	Cu	1	Sr	0.5
Al ₂ O ₃	0.01	Pb	5	Th	5
MnO	0.001	Zn	2	Mo	30
CaO	0.01	Ni	1	Zr	3
Na ₂ O	0.02	Co	3		
K ₂ O	0.02	Cd	7		
P ₂ O ₅	0.02	Be	0.1		
MgO	0.01	Cr	1		
Total Fe	0.01	Ag	5		
expressed as Fe ₂ O ₃		V	1		

b) Fiabilité des mesures :

948 échantillons ont été analysés par les laboratoires BARRINGER-MAGENTA entre février 1980 et Novembre 1982 par séries réparties comme suit :

- série 1. Novembre 1982 328 échantillons
- série 2. Février 1982 310 échantillons
- série 3. Novembre 1980 65 échantillons
- série 4. Juin 1980 102 échantillons
- série 5. Avril 1980 94 échantillons
- série 6. Février 1980 49 échantillons

Tableau 3: - Comparaison des moyennes entre série d'analyse

Comparaison des moyennes géométriques.

GR.	OBS	TITRE	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	F	MN	RE
1	316	NOV 82	12.51	7.53	1.99	1.67	4.66	5.79	0.66	2145.25	1196.14	1.14
2	275	FEV 82	14.24	6.34	2.69	2.12	3.58	5.84	0.75	1983.27	1093.65	1.76
3	65	NOV 80	14.44	4.02	2.36	1.29	7.54	6.31	0.41	975.38	1036.28	1.54
4	102	JUL 80	12.98	4.97	2.11	2.73	2.01	5.14	0.57	1624.31	1005.30	2.21
5	94	AVR 80	13.81	5.04	2.10	1.52	3.77	7.17	0.61	1838.30	1611.29	1.46
6	49	FEV 80	11.55	5.13	2.09	2.12	2.91	4.67	0.66	2632.65	964.73	1.72
GR. <th>OBS</th> <th>TITRE</th> <th>AL</th> <th>CA</th> <th>NA</th> <th>K</th> <th>MG</th> <th>FE</th> <th>TI</th> <th>F</th> <th>MN</th> <th>RE</th>	OBS	TITRE	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	F	MN	RE
1	316	NOV 82	218.41	19.93	55.23	13.32	157.67	257.86	0.58	106.07	89.40	0.00
2	275	FEV 82	127.21	3.01	53.30	14.20	86.12	319.31	0.65	106.82	103.93	13.05
3	65	NOV 80	312.90	36.77	336.56	31.92	212.74	170.18	0.38	102.22	111.85	0.46
4	102	JUL 80	87.20	14.56	60.27	28.48	45.01	161.60	0.51	86.75	112.43	0.00
5	94	AVR 80	332.67	33.29	50.78	17.05	256.37	191.84	0.77	124.69	84.44	13.72
6	49	FEV 80	144.93	36.64	40.38	27.76	107.41	245.86	0.63	88.99	104.73	46.73
GR. <th>OBS</th> <th>TITRE</th> <th>AL</th> <th>CA</th> <th>NA</th> <th>K</th> <th>MG</th> <th>FE</th> <th>TI</th> <th>P</th> <th>MN</th> <th>RE</th>	OBS	TITRE	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	P	MN	RE
1	316	NOV 82	12.02	5.98	1.72	1.44	3.40	5.46	0.58	1964.07	1122.83	0.88
2	275	FEV 82	13.80	4.63	2.48	1.90	2.99	5.53	0.65	1905.64	1016.79	1.67
3	65	NOV 80	14.32	2.84	2.30	1.04	3.17	6.04	0.38	676.34	969.38	1.42
4	102	JUL 80	12.63	2.84	1.62	2.57	1.62	4.61	0.51	1456.83	848.70	2.07
5	94	AVR 80	13.55	4.53	1.99	1.38	4.56	6.97	0.77	1762.68	1563.46	1.37
6	49	FEV 80	11.39	4.13	1.69	2.03	2.37	4.56	0.63	2486.39	845.11	1.61
GR. <th>OBS</th> <th>TITRE</th> <th>AL</th> <th>CO</th> <th>CU</th> <th>FR</th> <th>NI</th> <th>SR</th> <th>ZR</th> <th>V</th> <th>ZN</th> <th>MO</th>	OBS	TITRE	AL	CO	CU	FR	NI	SR	ZR	V	ZN	MO
1	316	NOV 82	125.81	14.43	40.15	9.93	90.78	236.87	11.55	97.39	84.34	1.00
2	275	FEV 82	60.15	3.01	36.57	10.78	57.08	237.08	17.17	98.69	97.13	2.86
3	65	NOV 80	221.10	29.74	88.56	18.14	128.22	148.41	15.48	95.27	86.75	1.05
4	102	JUL 80	66.02	9.94	43.77	22.53	41.37	163.86	7.32	73.46	100.55	1.00
5	94	AVR 80	215.56	28.83	42.46	14.80	158.89	177.73	14.53	117.12	81.71	2.91
6	49	FEV 80	86.23	35.20	35.41	23.53	65.38	205.37	14.67	79.56	99.11	42.95

Leur répartition géographique est reportée sur la carte n°3. L'intervalle de temps entre les différentes analyses risque d'entraîner des problèmes pour la comparaison des échantillons. Dans ce but, 12 échantillons des séries n°2-3-4 et 5 ont été réanalysés au cours de la série 1. (voir annexe).

Comme le montre la carte, les différentes séries correspondent à des secteurs dont la nature géochimique dominante n'est pas forcément identique. Les calculs des moyennes par séries d'analyses présentées au tableau n°3 permettent les constatations suivantes :

Une variation normale des éléments majeurs Al_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O , MnO , MgO , Fe_2O_3 et TiO_2 suit en première approximation les différences de fonds géochimiques locaux.

Une variation plus sensible est observée sur les éléments mineurs. En particulier, Co n'est pratiquement jamais détecté dans la série d'analyses n°2, bien qu'une partie des échantillons provienne de terrains constitués par des roches vertes normalement plus riches en Co. Ni, Cr, Mg, qui suivent normalement Co, ne présentent pas de diminution de teneur dans cette série n°2. Co est donc vraisemblablement sous-dosé dans la série n°2. Un problème identique apparaît avec Zr dans la série n°4, avec Th dans les séries n°2 et 3, et enfin Mo, quasi absent des séries n°1, 3 et 4.

La comparaison des 12 échantillons réanalysés dans la série 1 permet quelques précisions. Celle-ci montre clairement des variations purement analytiques, notamment les éléments mineurs, surtout lorsque les teneurs restent proches du seuil de détection.

La constitution d'histogrammes de fréquence sur toutes les données avec le report des n° d'échantillons pour chaque élément a permis d'estimer les variations relatives des éléments en fonction de leur gamme de teneurs (exemple : CaO , figure 3).

Sur la base de 22 classes d'intervalles égaux, recoupant la gamme des teneurs observée, une classe représente donc environ 5 % de cette gamme. Sur les histogrammes, les variations de chacun des 12 échantillons permettent d'estimer l'incidence des défauts de reproductibilité des teneurs.

figure: 3

HISTOGRAMME de la Variable No : 2 CaO

NBRE DE POINTS : 907
NBRE DE CLASSES : 22

MOYENNE = 620,38 ECART TYPE = 410,76 %
Variabilité : pour 0,66 total = 0,71

FREQUENCES	72	57	46	37	28	16	10	54	55	54	53	50	31	20	14	22	11	6	3	3	3	6
------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---

Série de 1° analyse		Identificateur 1° analyse 2° analyse		Différence nb. de classe
2		SB10	10SB	1
2		ME6	6-ME	1
2		TO21	21TO	4
2		TO54	54TO	1
3		SH7	7-SH	1
3		SH43	43SH	1
4		SM5	5-SM	0
4		VA6	6-VA	0
5		AY26	26AY	1
5		AY27	27AY	2
5		VG30	30VG	0
5		VG31	31VG	1

Comparaison des échantillons tests

INTERVALLE	191,7	271,5	351,3	431,1	510,9	590,7	670,5	750,3	830,1	909,9	989,7	1069,5	1149,3	1229,1	1308,9	1388,7	1468,5	1548,3	1628,1	1707,9	1787,7	1867,5	1947,3
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Liste des points MAX : CS-1 CS-4 CS12 SE11
teneur : 32,7 23,4 32,2 40,1

TABLEAU 4

Elément	Intervalles des classes		Variation relative		Echantillons les plus variants	
	mini	maxi	moyenne	maximale		
Al ₂ O ₃	0.876 %		0.66	5	T021	
CaO	0.90 %		19.9	0.58	4	T021
MgO	1.07 %		1 (0.58)	5	T021	
Na ₂ O	0.279 %		1.25 (0.75)	6	T021	
K ₂ O	0.22 %		0.75	2	----	
P ₂ O ₅	210 ppm	100	5000	2.17	4	T021 ME6 VA6
MnO	151 ppm		0.66	1	----	
Fe ₂ O ₃	0.67 %		0.42	1	----	
TiO ₂	0.097 %		0.66 (0.25)	5	T021	
Be	0.22 ppm	0.1	3.58	7	T021...	
Cr	34.92 ppm	0.8	770	1.50 (0.91)	9	T021
Co	3.05 ppm	3.	70	2.00	6	T021 AY26
Cu	21.68 ppm	0.8	479	0.50	1	----
Pb	5.0 ppm	5.	80	1.58 (0.92)	8	VG30
Ni	24.91 ppm	1.	550	1.50 (0.18)	16	T021
Sr	20.51 ppm		500	0.75	3	T054
Th	2.68 ppm	6.	65	7.08	12	T021 T054
Zr	1.91 ppm	3.	45	2.08	4	T054 VA6
V	9.61 ppm		230	1.17	4	T021
Zn	13.10 ppm		578	0.83	1	----

Th et Co n'ont pratiquement jamais été détectés dans la série n°2 de février 82. Les histogrammes correspondants prennent donc en compte moins d'échantillons tests que les autres, 5 échantillons sur 12 sont concernés. Nous avons donc compté les variations relatives, en nombre de classes, en considérant la classe mini comme classe supplémentaire.

Sur le tableau 4, en sus des problèmes analytiques concernant Th et Co, deux échantillons se distinguent par de fortes variations. T021 et VG30 varient en moyenne de plus de 4 classes, soit plus de 20 % de la gamme observée.

Les histogrammes ont été construits en plaçant les échantillons trop extrêmes dans des classes hors gammes. Une classe "maxi" regroupe les échantillons extrêmes de fortes teneurs et une classe "mini" regroupe les échantillons de teneurs inférieures au seuil de détection d'un élément.

Le tableau n°4 récapitule les résultats.

c) Conclusion

Deux éléments enregistrent des écarts analytiques de plus de trois classes en moyenne : Th (7,08) et Be (3,58). Cela représente des variations relatives de 35 % et 17,9 %, ce qui est beaucoup trop pour baser des raisonnements sur les valeurs brutes des teneurs. Toutefois, il apparaît, notamment pour le Be, une certaine cohérence dans les fortes teneurs quant à leur répartition géographique. L'analyse des variations de ces éléments ne pourra être que très partielle et limitée à la recherche de fond géochimique plus élevé.

Trois autres éléments (P₂O₅, Co, Zr) varient de plus de deux classes, soit des variations relatives supérieures à 10 %. C'est encore très élevé, mais des anomalies localisées peuvent encore apparaître.

Les autres éléments varient de moins de deux classes, surtout si on excepte les échantillons T021 et VG30 qui varient nettement plus que les autres. Les mesures de ces éléments sont plus acceptables.

Un test sur douze échantillons n'est pas suffisant pour conclure, d'autant plus que deux échantillons (environ 10 % du test) montrent une très mauvaise reproductibilité. Extrapolés à l'ensemble de l'échantillonnage, cela signifierait 100 échantillons à mettre au rebut !

Trois éléments analysés (Cd, Mo, Ag) n'ont pas fait l'objet de cette étude, car presque toujours non détectés. Pourtant une forte anomalie en Mo, Ag sur l'échantillon AY26 (0053) de la série n°5 n'a pas du tout été confirmée par la deuxième analyse 26 AY (0004). D'autre part, un déficit

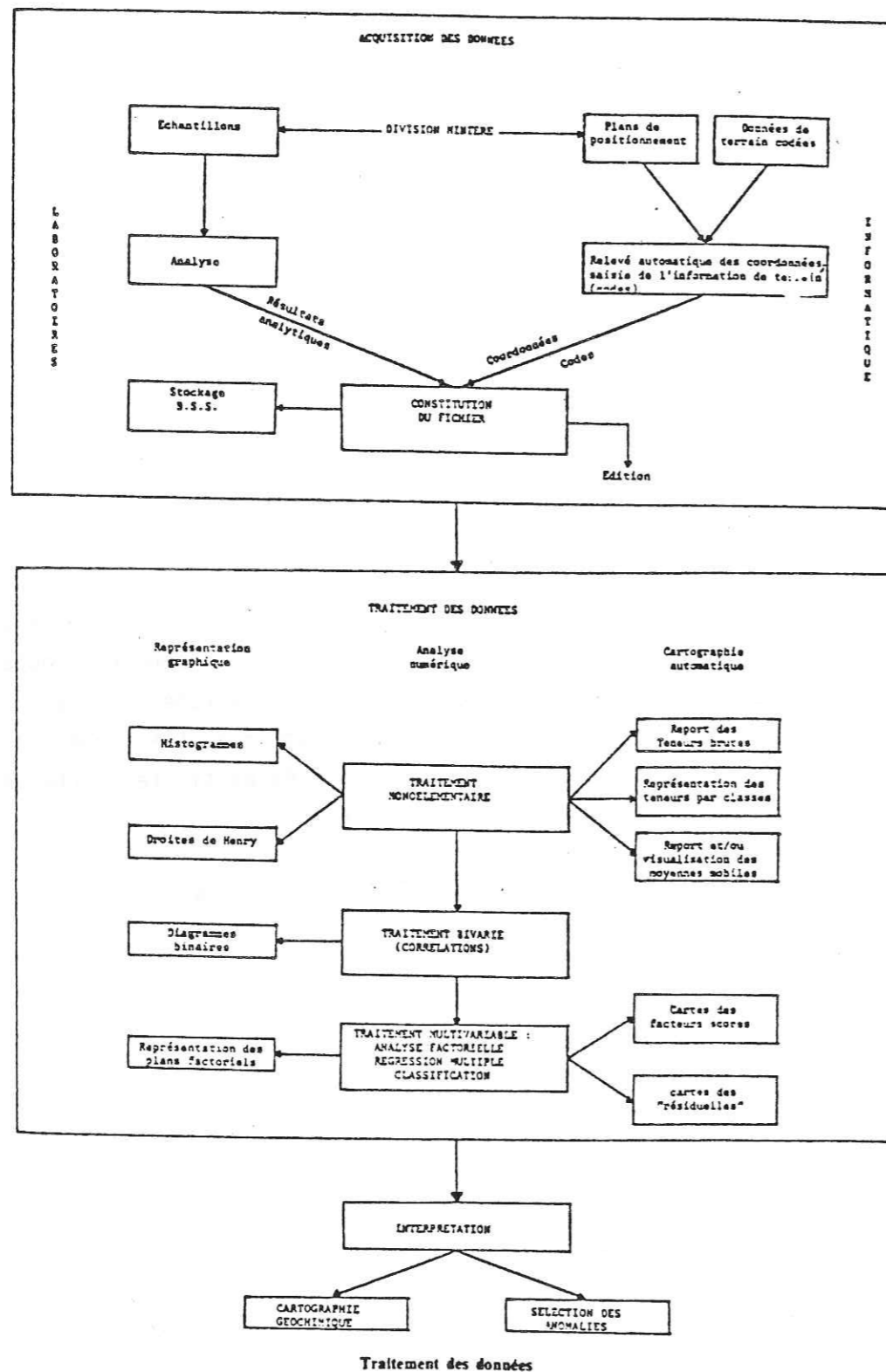


Figure n° 4.

(in Chaussier et Al., 1981)

quasi général d'Ag, même dans les secteurs à fortes teneurs Pb où des minéralisations de galène argentifère sont connues, pose un problème pour la recherche d'anomalies.

En conséquence, la technique analytique utilisée présente quelques inadéquations pour le problème traité. A l'avenir, des méthodes plus rigoureuses devront être retenues.

B - INTERPRETATION DES RESULTATS

1) Introduction

La prospection géochimique multi-éléments implique, à partir du prélèvement des échantillons jusqu'à la présentation du document de synthèse des résultats obtenus, un enchaînement d'opérations diverses qui est présenté sous la forme d'un organigramme. (figure 4).

La qualité du traitement des données est directement liée au grand nombre de résultats analytiques recueillis. Ils justifient l'utilisation de techniques informatiques, tant pour le traitement que pour la présentation cartographique des résultats.

2) Statistique monovariante

a) Paramètres statistiques élémentaires (tableau 5)

Pour 901 échantillons retenus dans le calcul statistique, seulement 151 présentent du Mo en quantité supérieure au seuil de détection, et 4 de l'Ag. Ceci peut s'expliquer non seulement par un seuil de détection trop élevé (30 ppm et 15 ppm respectivement pour Mo et Ag) par rapport aux seuils d'anomalies généralement situés respectivement à 5 et 0,3 ppm, mais aussi par des problèmes analytiques inhérents à la méthode utilisée.

Tableau 5 * Parametres statistiques elementaires *

VAL D'ACSTIE (901 ECH.)

nom	unit	Valeur mini	Valeur maxi	Moyenne arithm.	Ecart -type	Coeff. variation	Moyenne geom.	Deviation geom.
AL	Z	2,75	22,00	13,31	3,02	0,23	12,89	1,31
FE	Z	0,37	15,60	5,36	2,02	0,34	5,50	1,45
CA	Z	0,12	40,10	6,32	4,50	0,71	4,65	2,44
MG	Z	0,39	23,90	4,26	3,81	0,69	3,13	2,15
NA	Z	0,16	6,29	2,25	0,93	0,41	2,02	1,71
K	Z	0,03	4,85	1,91	0,91	0,48	1,66	1,79
TI	Z	0,08	2,22	0,69	0,32	0,47	0,61	1,71
MN	PPM	101,00	3440,00	1162,60	464,51	0,40	1064,35	1,55
P	PPM	100,00	8000,00	1957,82	840,86	0,43	1746,96	1,71
SE	PPM	0,10	4,80	1,55	0,73	0,47	1,32	1,93
CR	PPM	0,80	2400,00	190,46	241,20	1,27	110,13	2,87
CO	PPM	3,00	121,00	17,82	17,99	1,01	10,61	2,88
CU	PPM	0,80	2930,00	74,24	207,62	2,80	42,37	2,37
PB	PPM	5,00	295,00	17,89	19,78	1,11	12,98	2,14
NI	PPM	0,50	1660,00	136,88	175,93	1,29	76,98	2,92
SR	PPM	35,90	1490,00	252,90	184,53	0,73	212,65	1,75
TH	PPM	6,00	141,00	21,93	16,43	0,75	15,92	2,30
ZR	PPM	3,00	87,00	14,98	8,06	0,54	13,16	1,68
U	PPM	15,50	568,00	105,55	46,77	0,44	95,63	1,59
ZN	PPM	26,00	578,00	98,38	46,84	0,48	90,50	1,48
MO	PPM	30,00	90,00	45,96	13,47	0,29	44,08	1,33
AG	PPM	0,00	6,00	0,04	0,49	12,29	0,00	0,00

. Pour les autres éléments, la gamme des teneurs est assez étendue. De manière générale, les causes d'étalement des gammes de teneurs se rattachent à plusieurs phénomènes :

- des phénomènes lithologiques, entraînant des caractéristiques chimiques dans les sédiments, liées aux roches environnantes,
- des phénomènes morpho-pédo-climatiques, qui entraînent une concentration ou une dilution des éléments par rapport aux teneurs initiales,
- et des phénomènes plus locaux, de proximité de minéralisations.

Par rapport aux moyennes arithmétiques brutes des teneurs (\bar{M} = somme des teneurs / nombre d'échantillons) et les moyennes géométriques ($M_g = (\text{produit des teneurs})^{1/n}$ / le nombre d'échantillons) permettent de minimiser l'effet de termes extrêmes surtout si ceux-ci sont en petit nombre.

La plupart des éléments analysés donne des teneurs conformes à ce qu'on peut attendre des différentes roches formant la croûte terrestre, (tableau n°6).

L'écart type σ : plus il est petit, moins l'élément considéré est variant. C'est-à-dire que la valeur reste proche de la moyenne. Mais sa grandeur dépend directement de la grandeur des teneurs moyennes. Aussi nous lui préférons le coefficient de variation σ/\bar{M} , ou la déviation géométrique D_g .

Le coefficient de variation, et la déviation géométrique peuvent s'interpréter de la même manière. Un élément est généralement considéré comme :

- * peu variant, si :
 - le coefficient de variation est $< 0,5$
 - la déviation géométrique est proche de 1,

Tableau 6 - Dispersion primaire des éléments d'après J. Reedman, 1979

MEAN VALUES (ppm) FOR SOME IMPORTANT ELEMENTS IN MAJOR IGNEOUS AND SEDIMENTARY ROCK TYPES. NUMBERS IN BRACKETS REFER TO SOURCES

Element	Igneous rocks				Sedimentary rocks		
	Ultrabasic	Basic	Acid	Alkaline	Sandstone	Limestone	Shale
Antimony	0.1 (1)	0.2 (3)	0.2 (3)	-	1 (3)	-	1-3 (3)
Arsenic	1-2.8 (1,4)	2 (3,4)	1.5 (3,4)	-	-	2.5 (3)	4-15 (2,3,4)
Barium	2-15 (3,4)	250-270 (1,3,4)	600-830 (3,4)	-	100-500 (2)	20-200 (2,3)	75-225 (2)
Beryllium	0.2 (1,4)	0.1-1.5 (1,3,4)	3-5 (1,3,4)	2-12 (1)	1 (2)	<1-1 (2,3)	450-700 (2)
Bismuth	0.02 (3)	0.15 (1,3,4)	0.1 (3)	-	0.3 (2)	-	1 (2)
Boron	5 (3)	5-10 (3,4,6)	15 (3,4,6)	9 (6)	-	9-10 (3,6)	10-100 (3,4)
Cadmium	0.1 (1)	0.2 (1,3,4)	0.1-0.2 (1,3,4)	0.1 (1)	-	0.1-0.3 (3)	1-7 (2,3,4)
Chromium	2000-3400 (3,4,6)	200-340 (3,4,6)	2-4 (3,6)	1 (6)	10-100 (2)	5-10 (2,3)	10-500 (2)
Cobalt	150-240 (3,4,6)	25-75 (3,4,6)	1-8 (3,6)	8 (6)	1-10 (2)	0.2-4 (2,3)	5-50 (2)
Copper	10-80 (1,4)	100-150 (3,4,6)	10-30 (3,4,6)	-	10-40 (2)	5-20 (2,3)	20-300 (2)
Fluorine	100 (4,8)	340-500 (4,5,8)	480-810 (5,8)	570-1000 (5)	180-300 (5)	220-330 (5,8)	500-940 (5,8)
Gold	0.1 (4)	0.035 (4)	0.01 (4)	-	-	-	-
Lanthanum	3.3 (1)	10-27 (3,4)	25-46 (3,4)	-	-	6 (1)	25-100 (2)
Lead	0.1 (1)	5-9 (3,4)	10-30 (3,6)	-	10-40 (2)	5-10 (2,3)	20-400 (2)
Lithium	2 (1,4)	10-15 (1,3,4)	30-70 (1,3,4)	28 (1)	7-29 (2)	2-20 (2,3)	17 (2)
Manganese	100-1300 (4,6)	2200 (4)	600-965 (4,6)	-	385 (6)	670-890 (4,6)	-
Mercury	-	0.06-0.09 (3,4)	0.04-0.08 (3,4)	-	0.03-0.1 (2)	0.03-0.05 (2,3)	0.4-0.5 (2,3)
Molybdenum	0.3-0.4 (1,4)	1-1.4 (3,4)	2 (3,4)	-	0.1-1 (2)	0.1-1 (2,3)	10-300 (2)
Nickel	100-1000 (1,4,6)	50-160 (3,4,6)	2-8 (4,6)	2-4 (6)	2-10 (2)	3-12 (2,3)	20-300 (2,3,4,7)

Sources: 1 (Vlasov, 1966); 2 (Krauskopf, 1953); 3 (Taylor, 1964, 1966); 4 (Vinoogradov, 1959); 5 (Fritscher and Robinson, 1963); 6 (Rankama and Sahama, 1950); 7 (Shaw, 1954); 8 (Turekian and Weidpohl, 1961).—No data.

Element	Igneous rocks				Sedimentary rocks		
	Ultrabasic	Basic	Acid	Alkaline	Sandstone	Limestone	Shale
Niobium	15 (1,3,4)	20 (1,3,4)	20 (3,4,6)	30-900 (1,6)	-	-	20 (2,3,4)
Silver	0.3 (4)	0.3 (4)	0.15 (4)	-	0.4 (2)	0.2 (2)	0.9 (2)
Tantalum	1-1 (1,3,4,6)	0.5-1 (1,3,4,6)	3-4 (1,3,4,6)	1-2 (1,6)	-	-	2-3.5 (3,4)
Tin	0.5 (3)	1 (3)	3 (3)	-	-	-	-
Titanium	3000 (4)	9000 (4)	2300 (4)	4400 (6)	-	-	4300-4500 (4,6)
Tungsten	0.5 (1)	1 (3)	2 (3)	-	-	0.5 (3)	2 (3)
Uranium	0.001-0.03 (3,4)	0.6-0.8 (3,4,6)	3.5-4.8 (3,4,6)	-	-	2 (3)	3.2-4 (3,4)
Vanadium	50-140 (3,4)	200-250 (3,4)	20-25 (3,4)	34 (6)	10-60 (2)	2-20 (2,3)	50-2000 (2)
Zinc	50 (3,4)	90-130 (3,4,6)	40-60 (3,4)	5-20 (2)	5-20 (2)	4-25 (2,3)	50-300 (2,3,4)
Zirconium	20-70 (1,3,4,6)	100-150 (1,3,4)	170-200 (1,3,4)	300-680 (1)	-	20 (3)	120-200 (3,4)

* moyennement variant, si :

le coefficient de variation est > 0,5 et < 1,

* fortement variant, si :

le coefficient de variation est > 1.

La déviation géométrique est égale à 1 pour une population ne variant pas, et augmente rapidement quand les variations par rapport à la moyenne deviennent importantes. son interprétation analogue aux coefficients de variation minimise l'effet de très fortes teneurs extrêmes. Ainsi, par comparaison entre coefficient de variation et la déviation géométrique, on peut estimer l'homogénéité des teneurs sur la population analysée; de même, par comparaison des moyennes.

L'écart entre les moyennes (\bar{M} et M_g) sera d'autant plus grand que la population montrera une gamme de teneurs étendue (histogramme très plat).

L'écart entre coefficient de variation et la déviation géométrique sera d'autant plus faible que l'étendue de la gamme des teneurs sera due à un petit nombre d'échantillons très éloignés de la moyenne.

En géologie, un écart important entre les moyennes pourra indiquer la sensibilité des éléments à marquer des phénomènes géochimiques importants. Au contraire, un faible écart entre ces paramètres de dispersion indiquera plutôt qu'un petit nombre d'individus présente de très fortes teneurs, susceptibles d'être, elles, des anomalies géochimiques marquant éventuellement des minéralisations économiquement intéressantes.

- Les éléments variants faiblement : Al, Fe, Na, P, K, V, Mn, Ti, Be, Zn ont un coefficient de variation compris entre 0,3 et 0,5 ; ils représentent les éléments qui sont les mieux uniformément répartis dans l'écorce terrestre, soit comme éléments majeurs, soit comme éléments mineurs, et qui ne sont pas ici marqueurs de phénomènes géochimiques notables.

- Les éléments variants moyennement : Zr, Ca, Sr, Th, Mg ont un coefficient de variation compris entre 0,5 et 1, et des variations entre moyenne ($(\bar{M} - M_g/\bar{M}) \times 100$) qui reste faible (environ

20 %). Ces éléments sont marqueurs de la lithologie environnante. Ca et Sr seront plus abondants dans le cas de roches carbonatées, Mg dans le cas de roches vertes, basiques ou ultrabasi-ques ou encore de roches dolomitiques. La présence dans ce groupe de Th et Zr n'est pas significative, compte-tenu des problè- mes analytiques mentionnés plus haut.

- Les éléments variant fortement : Co, Pb, Cr, Ni, Cu ont tous un coefficient supérieur à 1, la variation de leurs moyennes est, elle aussi, importante pour atteindre 40 %. Ces éléments, tous des métaux assez mobiles, sont sensibles aux phénomènes géolo- giques. L'écart entre les paramètres de dispersion peut être d'une part attribué aux différences entre unités géologiques, et d'autre part à des structures géologiques plus locales, comme des minéra- lisations.

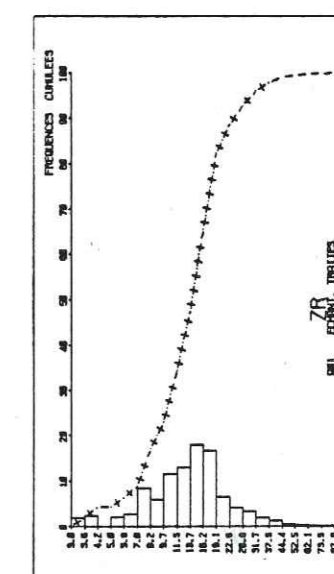
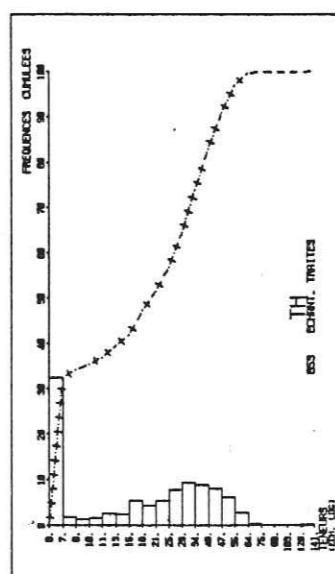
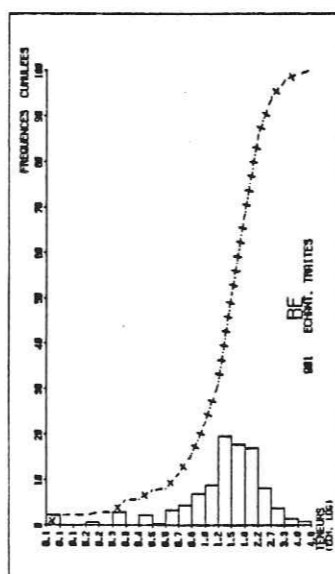
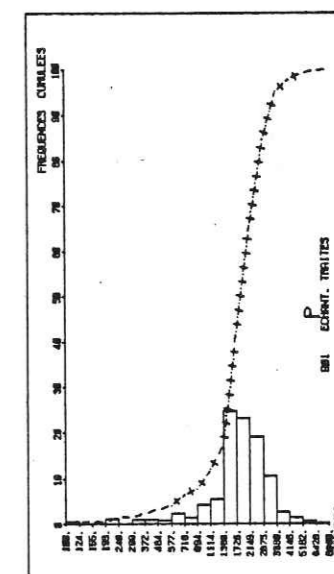
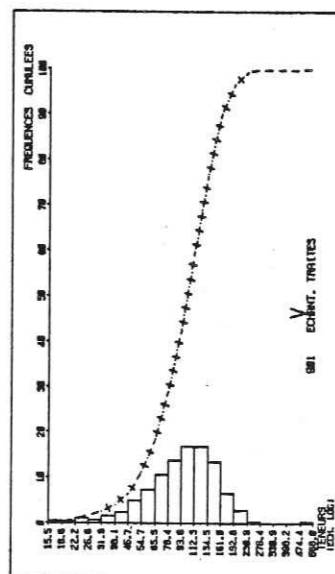
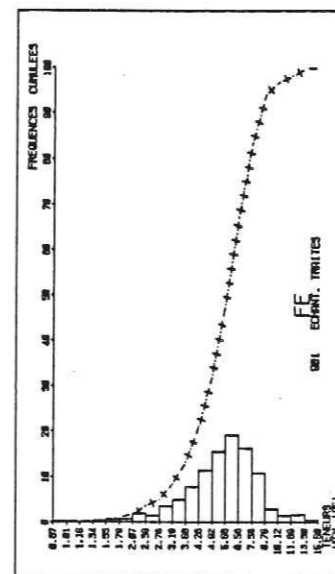
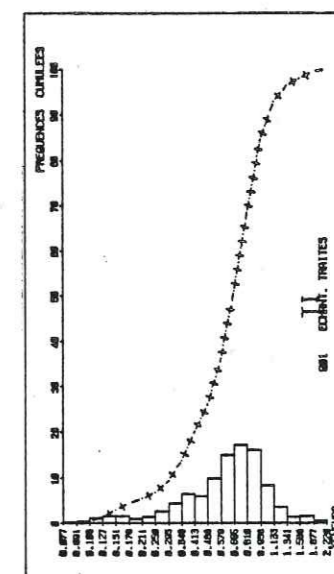
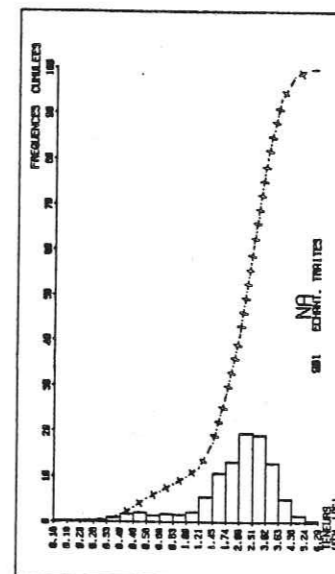
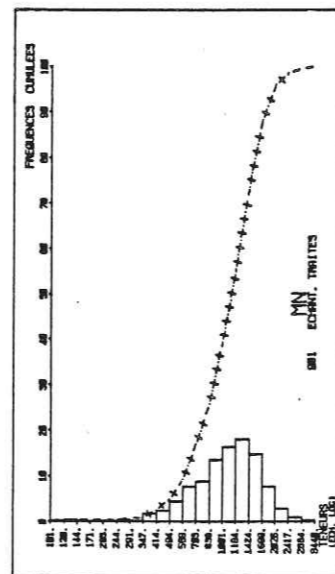
Cr, Co, Ni affichent un grand écart entre leurs paramètres, mon- trant une large gamme de teneurs attribuable à un grand nombre d'échantillons représentant de grands ensembles géologiques bien caractérisés par ces éléments.

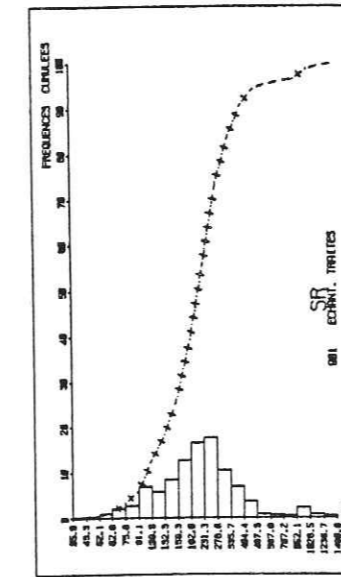
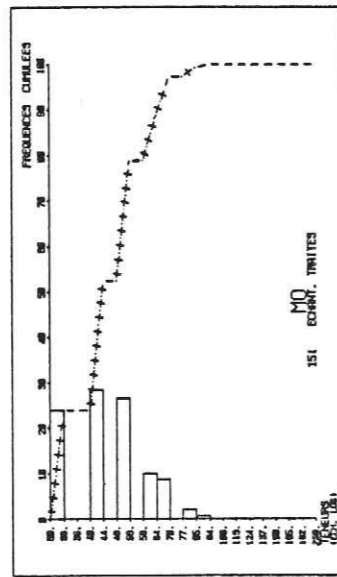
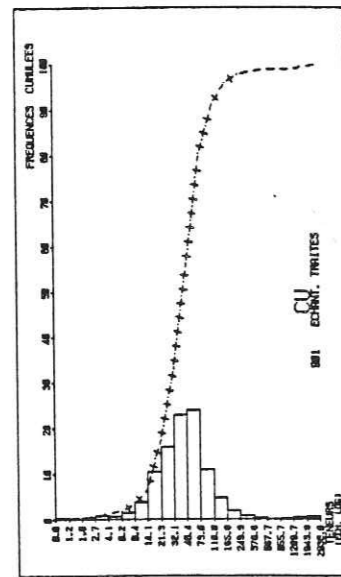
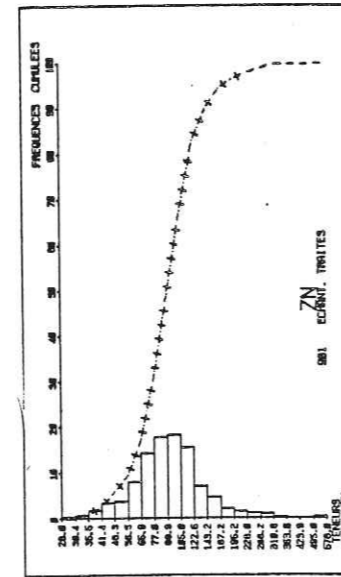
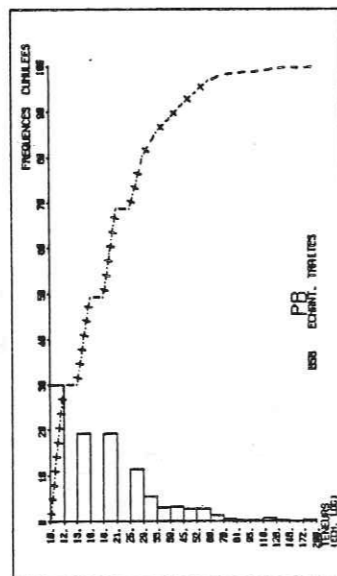
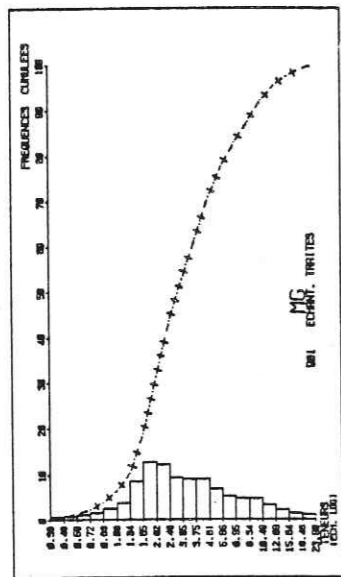
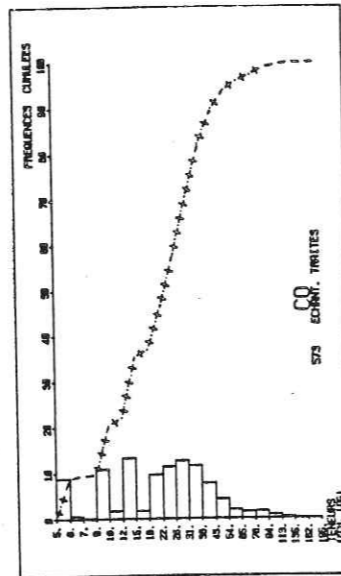
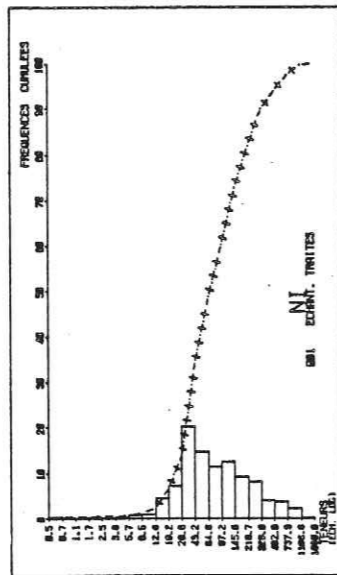
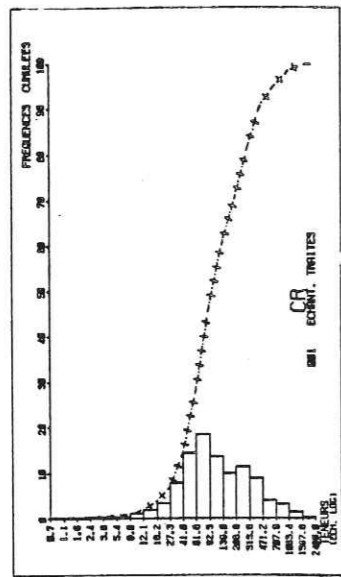
Cu, Pb présentent eux de très faibles écarts indiquant qu'un petit nombre d'échantillons présente de fortes teneurs extrêmes. Ceux-ci forcément plus localisés, marquent plus probablement des structu- res du type minéralisations.

- Les histogrammes présentés (pl. 1, 2) sont ceux des logarithmes des teneurs. Ils illustrent les constatations précédentes ; trois cas apparaissent :

= les éléments présentant un histogramme en cloche avec éventuel- lement une très légère asymétrie vers les faibles teneurs, due essentiellement à l'échelle logarithmique. Nous retrouvons les éléments les moins variants, Mn, Na, Fe, Ti, Be, P, V, Zr qui ont une variation normale du point de vue statistique ; ils ne sont pas très sensibles aux phénomènes de dispersion géologique ou morpho-pédo-climatique ;

...





= les éléments présentant un histogramme aplati, avec un étirement vers les fortes teneurs. Ils indiquent pour les éléments concernés de fortes variations entre échantillons. Zr, Ni, Co, Mg, Pb montrent de telles variations qui correspondent par ailleurs aux structures géologiques se différenciant à grande échelle (unités structurales) ;

= les éléments présentant plusieurs modes, avec le plus souvent un mode principal regroupant la majorité des échantillons et un mode secondaire de teneurs plus élevées regroupant un plus petit nombre d'échantillons. Les métaux Cu, Pb, et Zn présentent un tel mode secondaire qui coïncide en première approximation dans le Val d'Aoste avec l'existence des grandes minéralisations. Ce mode secondaire peut représenter une population d'échantillons anomaux.

Ces histogrammes peuvent aussi servir de base pour fixer dans un premier temps des seuils d'anomalies pour chaque élément. C'est d'ailleurs comme cela qu'ont été choisis quelques points particuliers dès les premières séries d'analyses. Cependant, cette méthode ne permet pas de détecter des anomalies "de minéralisation" masquées par des anomalies formationnelles.

L'utilité des histogrammes est de permettre l'élimination d'échantillons présentant des valeurs trop extrêmes, pour les traitements statistiques nécessitant des populations homogènes.

b) Cartes de fonds géochimiques

b 1) Définition-construction

Dans le but de visualiser la répartition et l'homogénéité géographiques des teneurs, ces cartes ont été construites par la méthode des "moyennes mobiles".

Les calculs ont été effectués à l'aide du programme "grill-visu" du logiciel d'analyse de données du BRGM Orléans.

Schématiquement, sur le territoire étudié, est placée une grille de maille régulière, de même ordre de grandeur que la maille d'échantillonnage. Au centre de chaque maille, est affecté un échantillon moyen calculé élément par élément comme la moyenne des échantillons situés dans la maille. Un meilleur lissage est obtenu en déplaçant la grille en x puis en y d'une fraction de la maille.

Les 11 cartes d'éléments présentées ici ont une maille de 0,5 km avec un lissage de 0,3. Les éléments choisis l'ont été à priori, soit pour leur apparente homogénéité (cf : les paramètres statistiques), Al par exemple, soit pour leur qualité classiquement reconnue de marqueur lithologique (Mg, Cr, marqueurs des roches basiques et ultrabasiques).

Sur chaque carte, les points représentent les centres de la maille ; la taille du symbole augmente avec la teneur moyenne calculée pour une première approche visuelle.

Les zones claires représentent des régions où les teneurs sont inférieures au minimum indiqué dans la légende, et les zones sombres représentent des régions où les teneurs sont supérieures au maximum indiqué.

b 2) Interprétation

b_2.1. Al : (Al₂O₃). (fig.5)

C'est l'oxyde le moins variant dans l'ensemble de tous les éléments analysés. Toutefois, nous constatons une régionalisation des fortes teneurs, qui ne semble pas liée à des écarts analytiques systématiques, et qui correspond plus particulièrement à la zone Sesia-Lanzo et à ses klippes. Les formations concernées seraient donc nettement plus alumineuses que les autres formations du Val d'Aoste. Les autres secteurs, de faible teneur, correspondent aux régions Ouest, où affleurent le cristallin externe et le domaine valaisan sédimentaire.

Malgré son ubiquité et sa faible mobilité, mais peut-être aussi à cause de cette dernière, l'alumine reste une variable très discriminante de la lithologie.

...

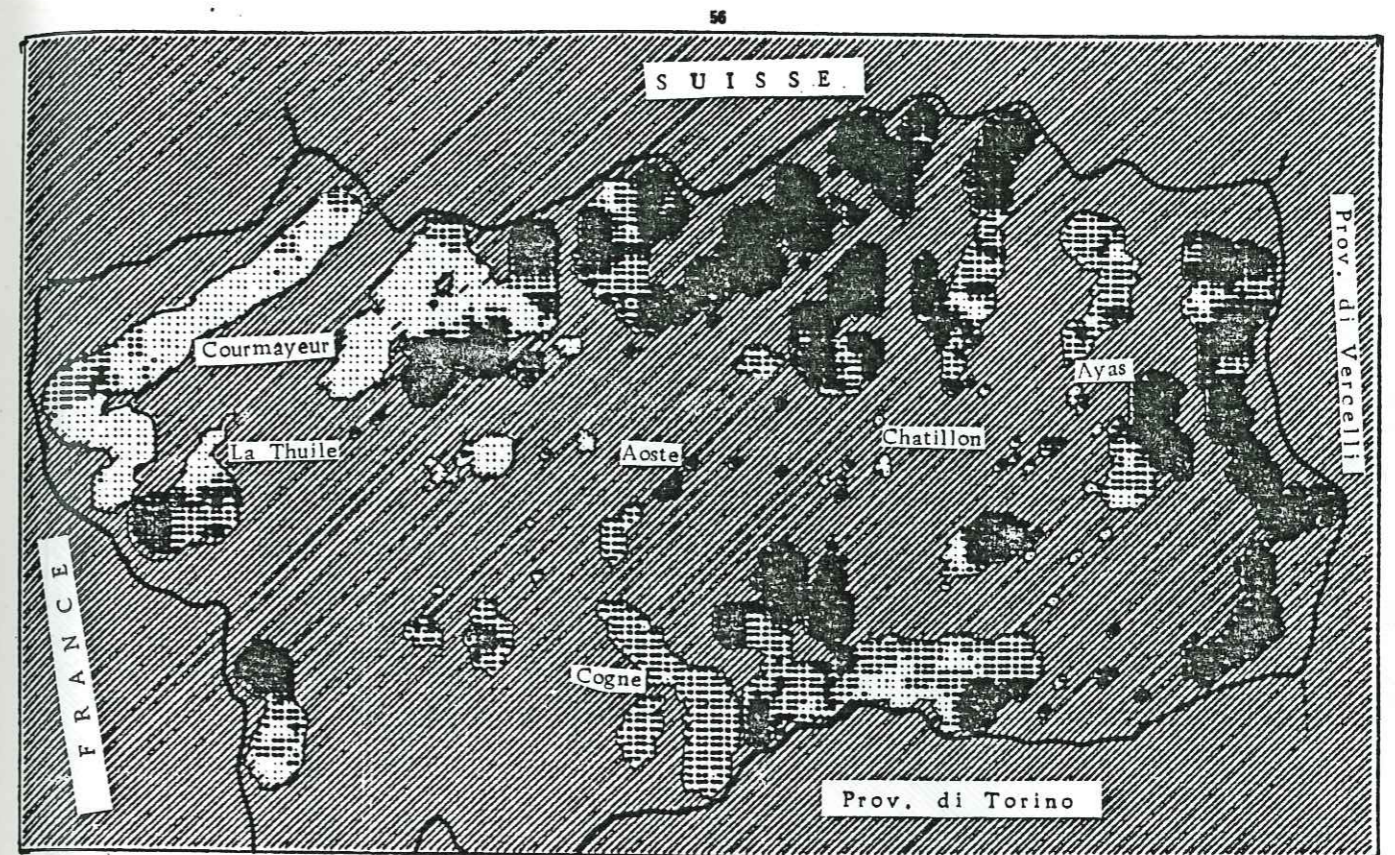


figure: 5

AL

9.00% — 18.70

0 5 km

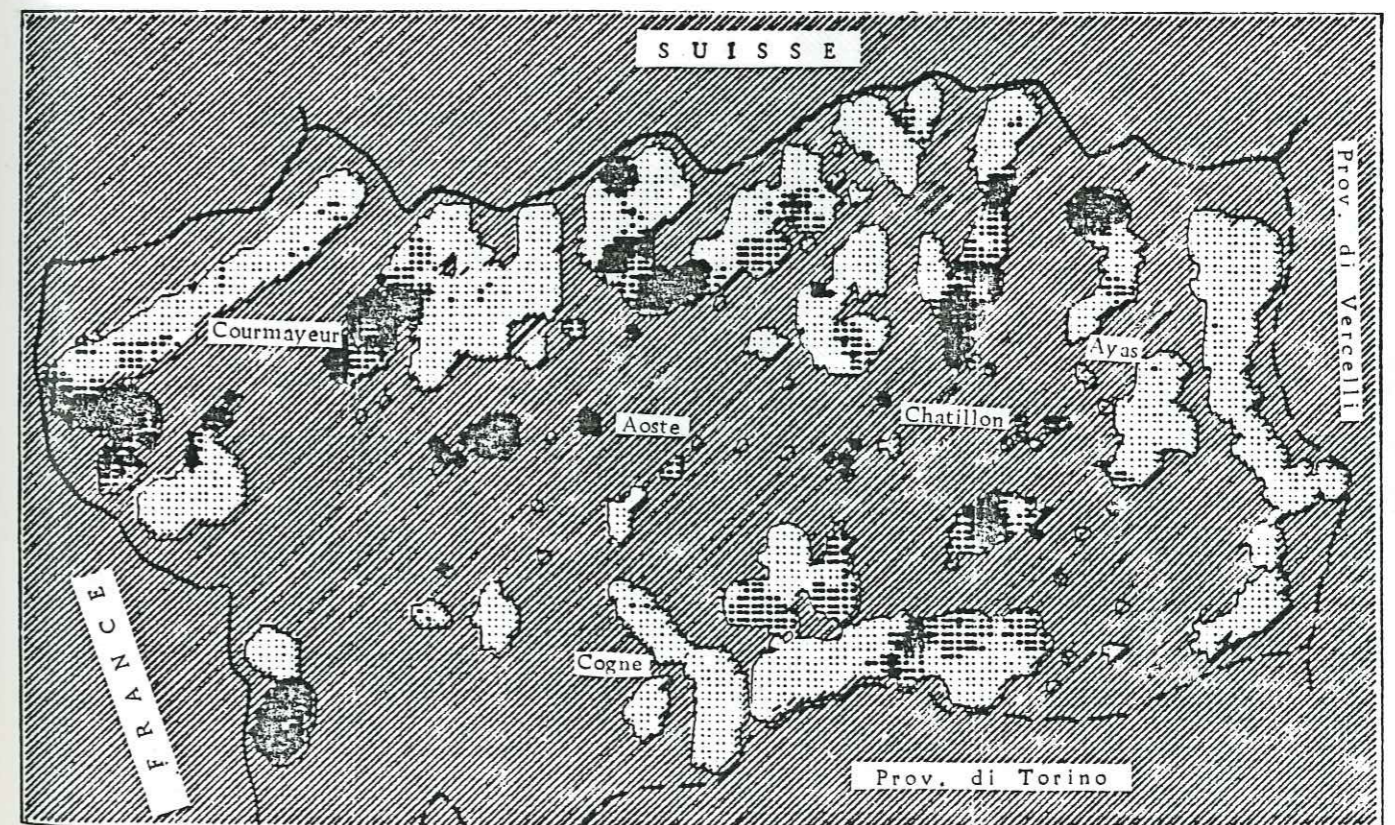


figure: 6

CA

5.00% — 15.00

0 5 km

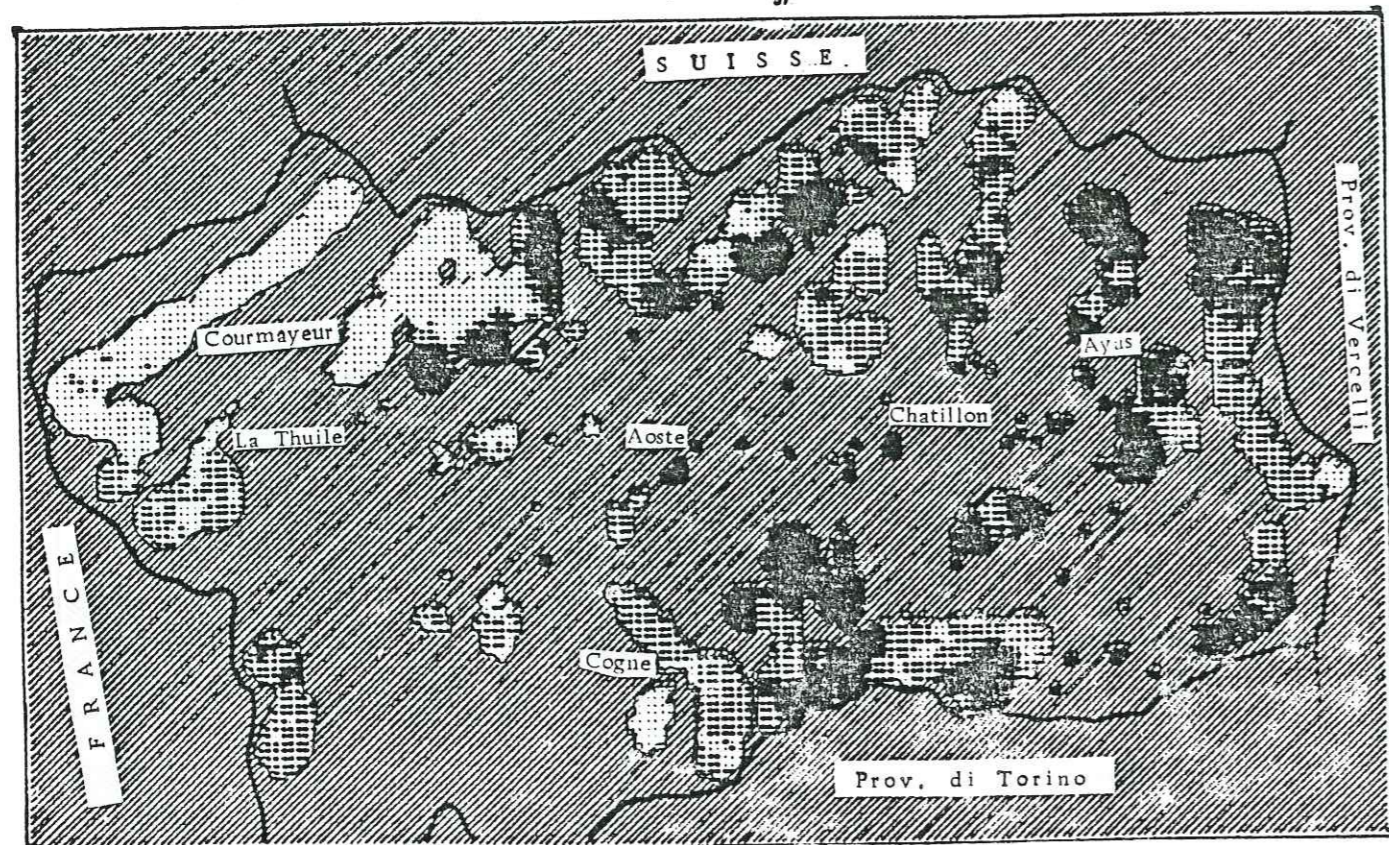


figure: 7 **FE** 3.00% 10.00 0 5 km

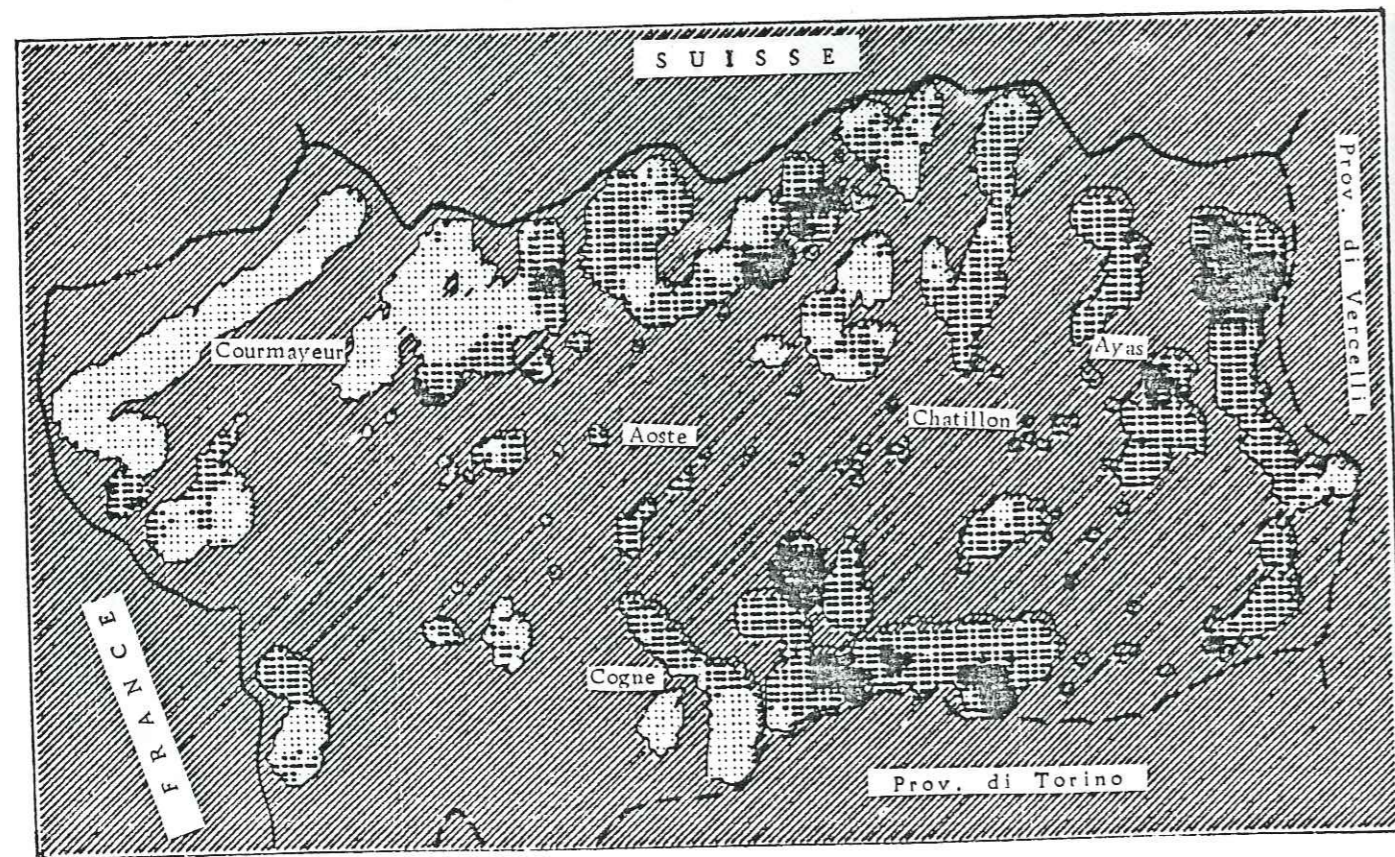


figure: 8 **MN** 270. 3100. 0 5 km

b_2.2. : Ca : (CaO) (fig.6)

Au contraire de l'alumine, c'est l'oxyde majeur le plus variant. Ici non plus, il n'y a pas de variations systématiques imputables aux différentes séries d'analyses.

Les secteurs de fortes teneurs coïncident avec les séries sédimentaires carbonatées du domaine valaisan, et pour une moindre part aux zones piémontaises, où se trouvent outre des roches carbonatées, d'origine sédimentaire (Z. du Combin s.l), des roches vertes à minéraux calciques, comme les grenats grossulaires et les plagioclases abondamment observés dans les ophiolites (s.l.).

b_2.3. Fe et Mn (Fe₂O₃ et MnO) (fig.7 et 8)

Fe₂O₃ et MnO présentent pour l'ensemble des analyses une assez forte corrélation, avec un coefficient égal à 0.76. Il n'est donc pas surprenant de leur trouver une assez semblable régionalisation des fortes teneurs.

Le manganèse et le fer s'associent plutôt à la zone du Combin du domaine piémontais.

MnO peut être aussi marqueur de zones d'oxydation pouvant être à l'origine de minéralisations de type croûte Fe-Mn. Ce pourrait être le cas dans la zone houillère où des concentrations anormales sont observées. Mais pour la grande part, l'origine des fortes teneurs Mn et Fe semble liée à des phénomènes hydrothermaux océaniques, (BOULEGUE et HAMELIN, 1983), colmatés par une sédimentation active comme on l'observe dans la zone Combin du domaine piémontais.

b_2.4. Mg et Cr (MgO et Cr) (fig. 9 et 10)

La régionalisation très marquée des fortes teneurs en ces deux éléments reflète la présence à l'affleurement des roches basiques et ultrabasiques.

Nous pouvons noter l'apparente complémentarité de Ca, Cr et Mg dans la zone piémontaise :

. L'association Cr-Mg correspondrait aux roches ultrabasiques représentées sur le terrain par des serpentinites (Val Clavalite, haut et rive droite bas Val d'Ayas, Val Champorcher) ;

et

. l'association Ca-Mg correspondrait soit à des roches basiques à minéraux calciques (grenats et plagioclases des prasinites), soit à des roches carbonatées des schistes lustrés.

A l'opposé, les faibles teneurs simultanées en Mg et Cr caractérisent les secteurs granitiques des massifs du Mont-Blanc, Grand Paradis et plus généralement l'Ouest du Val d'Aoste.

b_2.5. Pb, Zn et Cu : (figures n°11, 12 et 13)

Les secteurs à fortes teneurs de ces trois éléments sont beaucoup plus restreints que ceux des autres éléments.

Pb se cantonne plus particulièrement dans les zones externes, alors que Cu apparaît plutôt dans les zones internes, le domaine piémontais notamment. Cu et Pb n'apparaissent ensemble en fortes teneurs que dans le Val Ruitor, probablement liés à la minéralisation de Promise (I. 18).

Les fortes teneurs en Zn couvrent des territoires plus vastes, sans doute à cause du comportement de Zn, dans les phases supergènes, différent des deux autres métaux Cu et Pb qui lui sont généralement associés en roche (LAVILLE-TIMSIT et WILHELM, 1977). Zn semble plus disséminé, mais les zones de fortes concentrations restent centrées sur celles de Pb et Cu. Des nuances peuvent être apportées en remarquant que Pb et Zn sont plutôt associés dans les régions Ouest et Cu-Zn plutôt dans les régions Est. Mais toutes les zones anormales restent expliquées par des minéralisations déjà inventoriées.

Les fortes teneurs marquent donc la présence de phénomènes métallo-géniques sulfurés ou sulfatés, avec peut-être une prédominance des indices sulfurés.

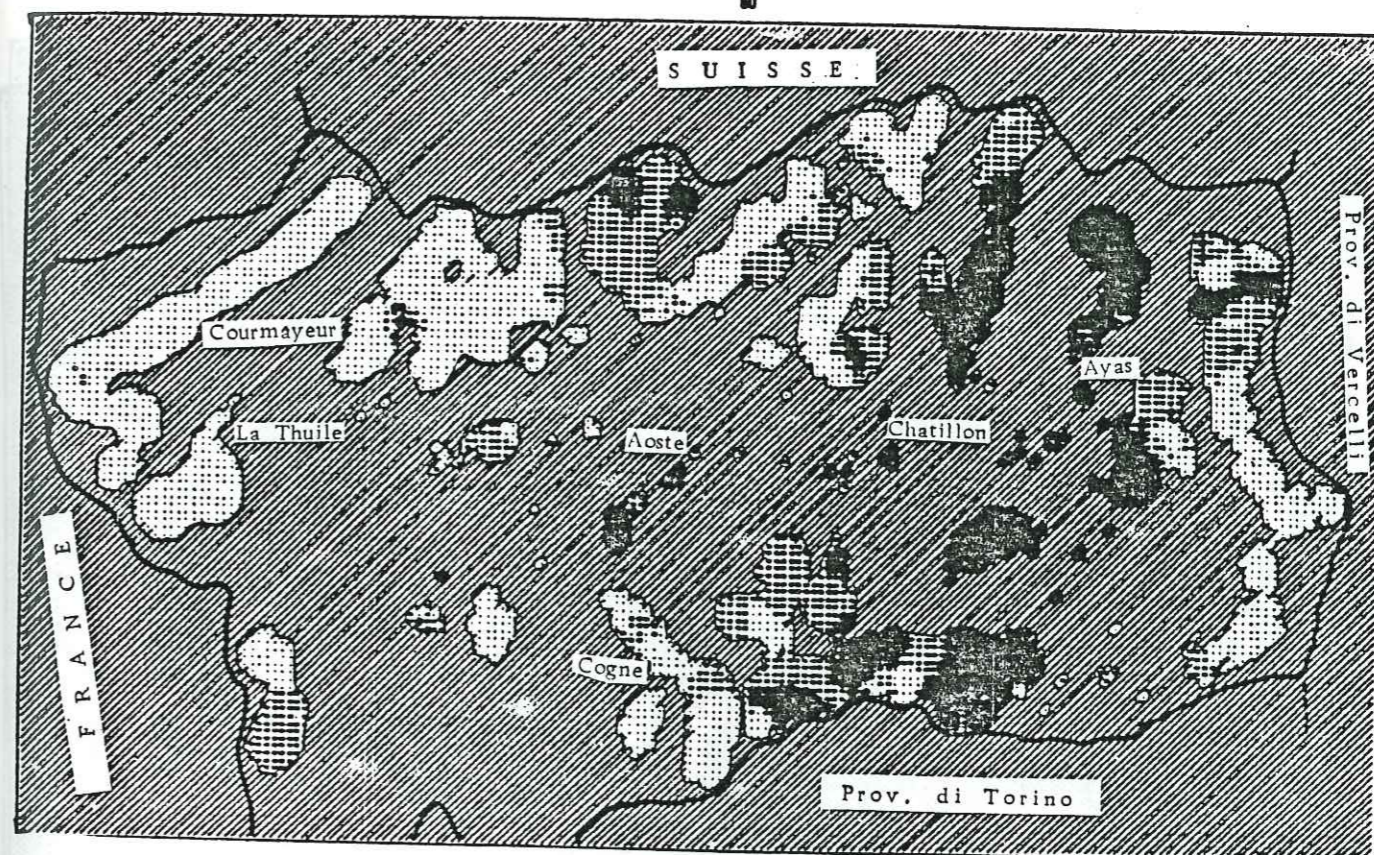


figure: 9

MG

0.51% 10.00

0 5 km

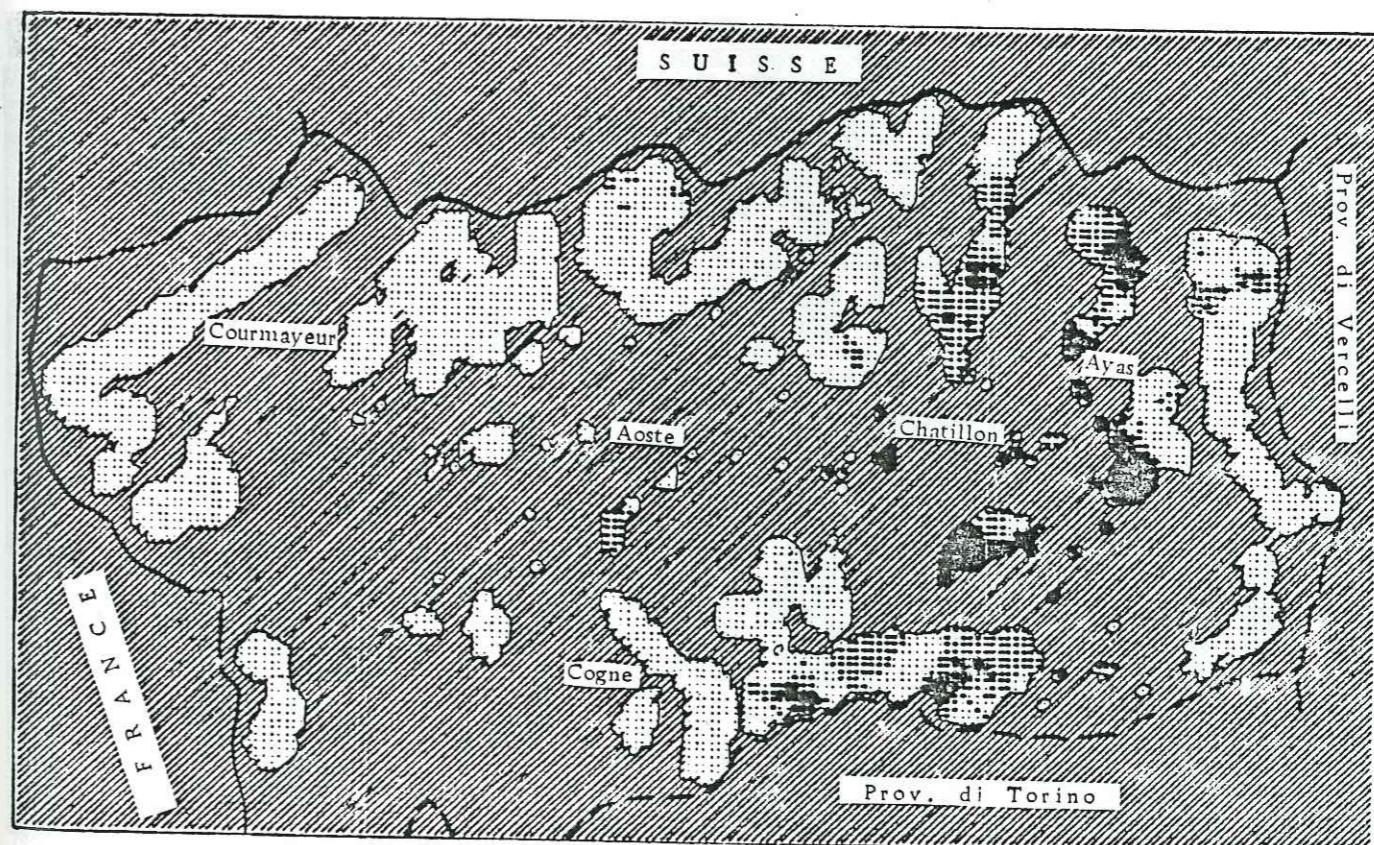


figure: 10

CR

20.0 pmm 1000.0

0 5 km

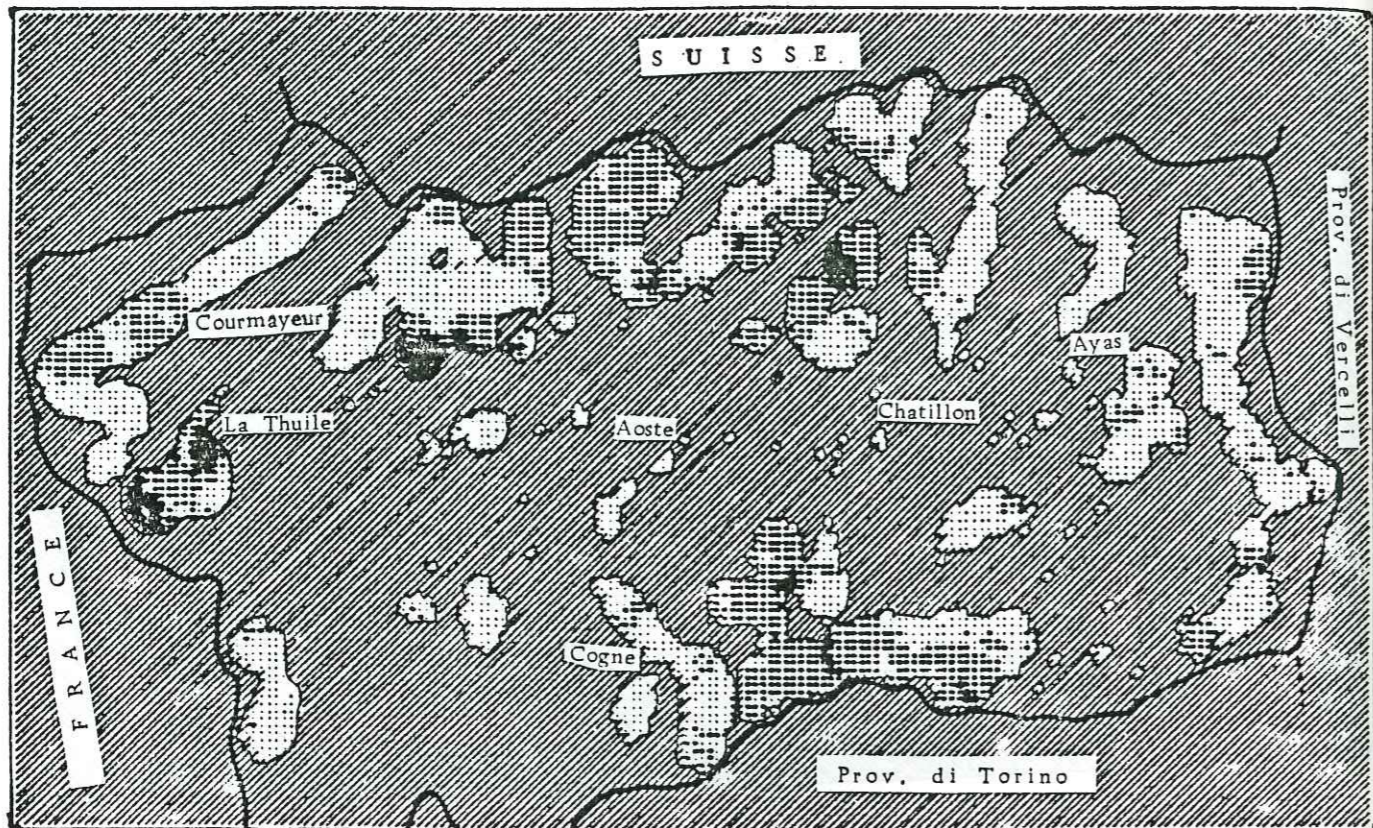


figure: 11 ZN 30.0 pmm 310.0 0 5 km

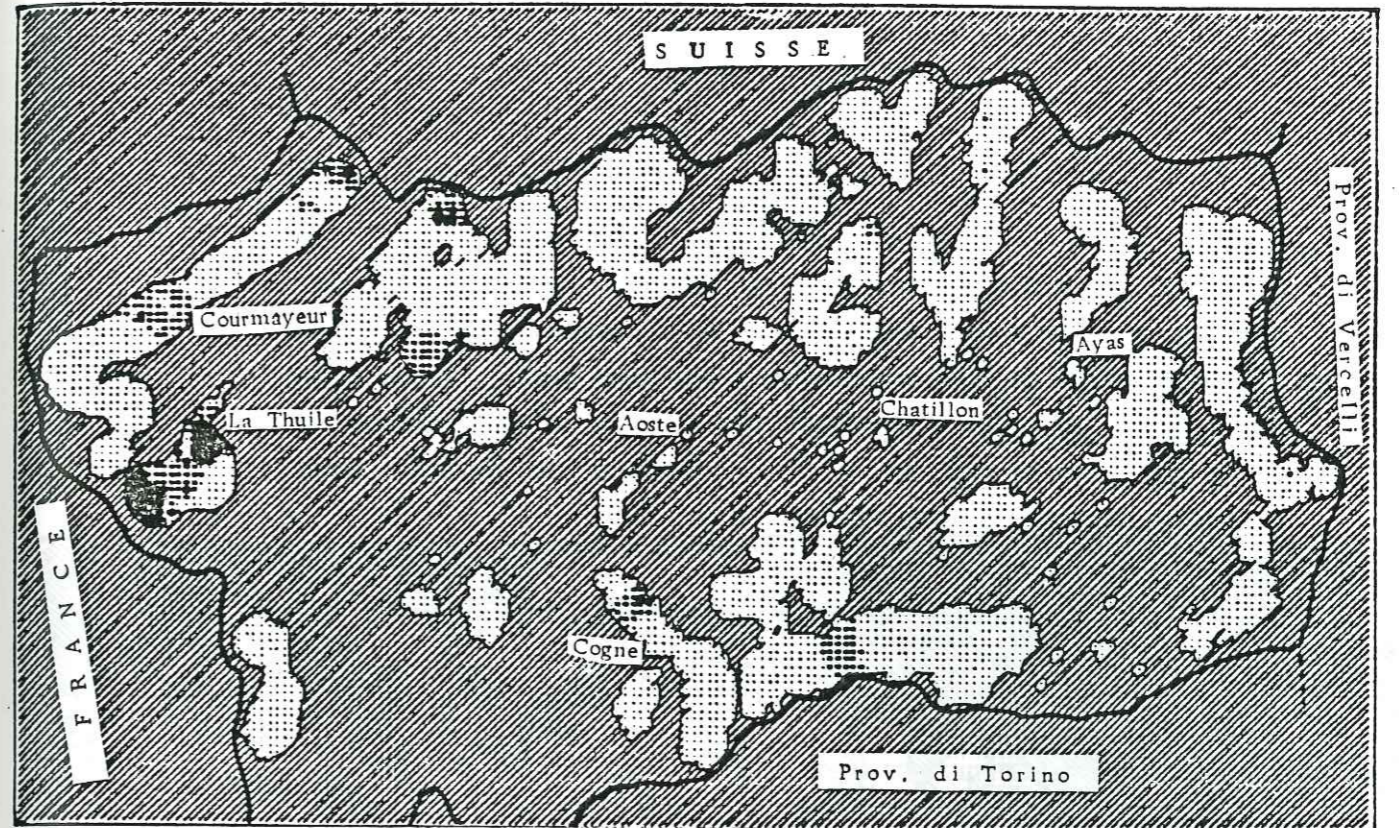


figure: 13 PB 20. pmm 100. 0 5 km

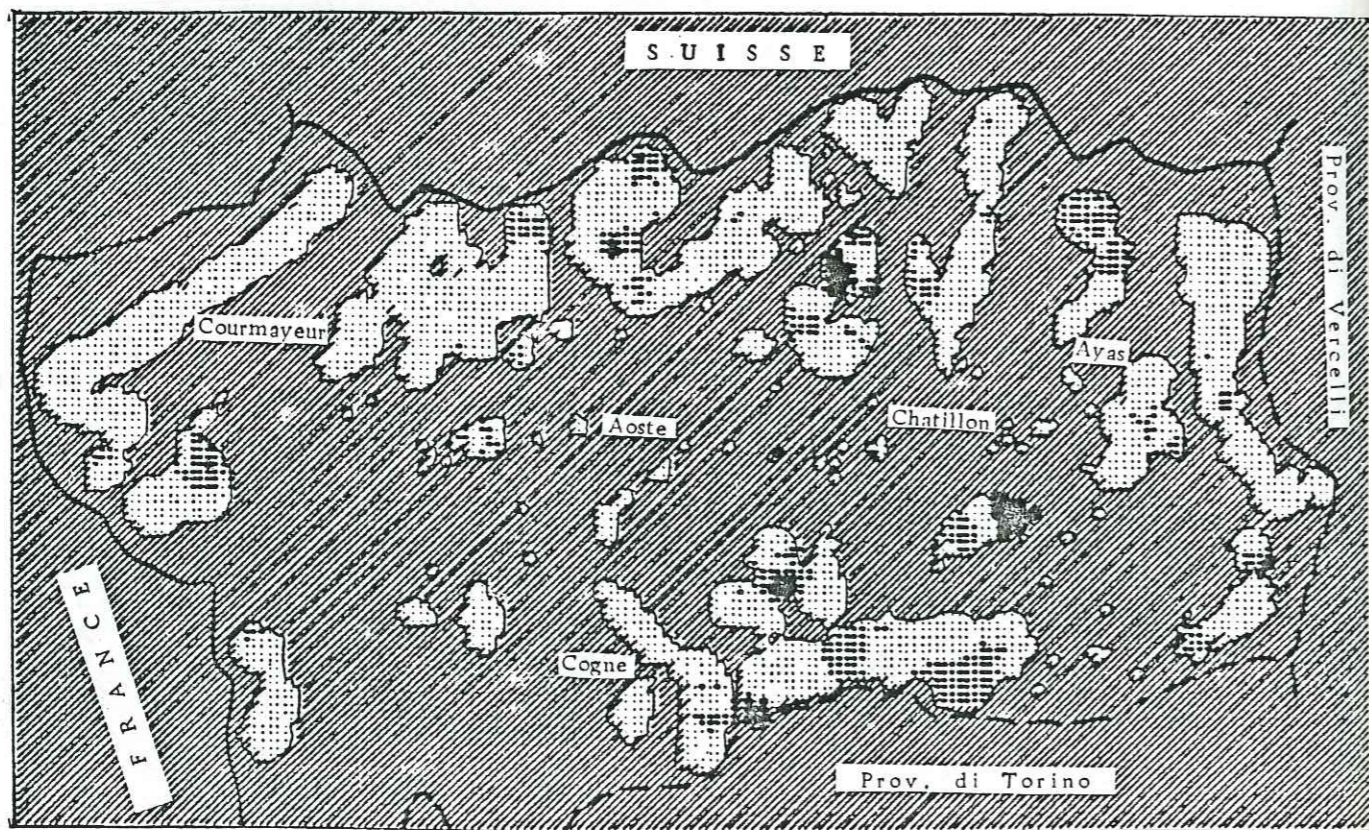


figure: 12 CU 3.1 pmm 300.0 0 5 km

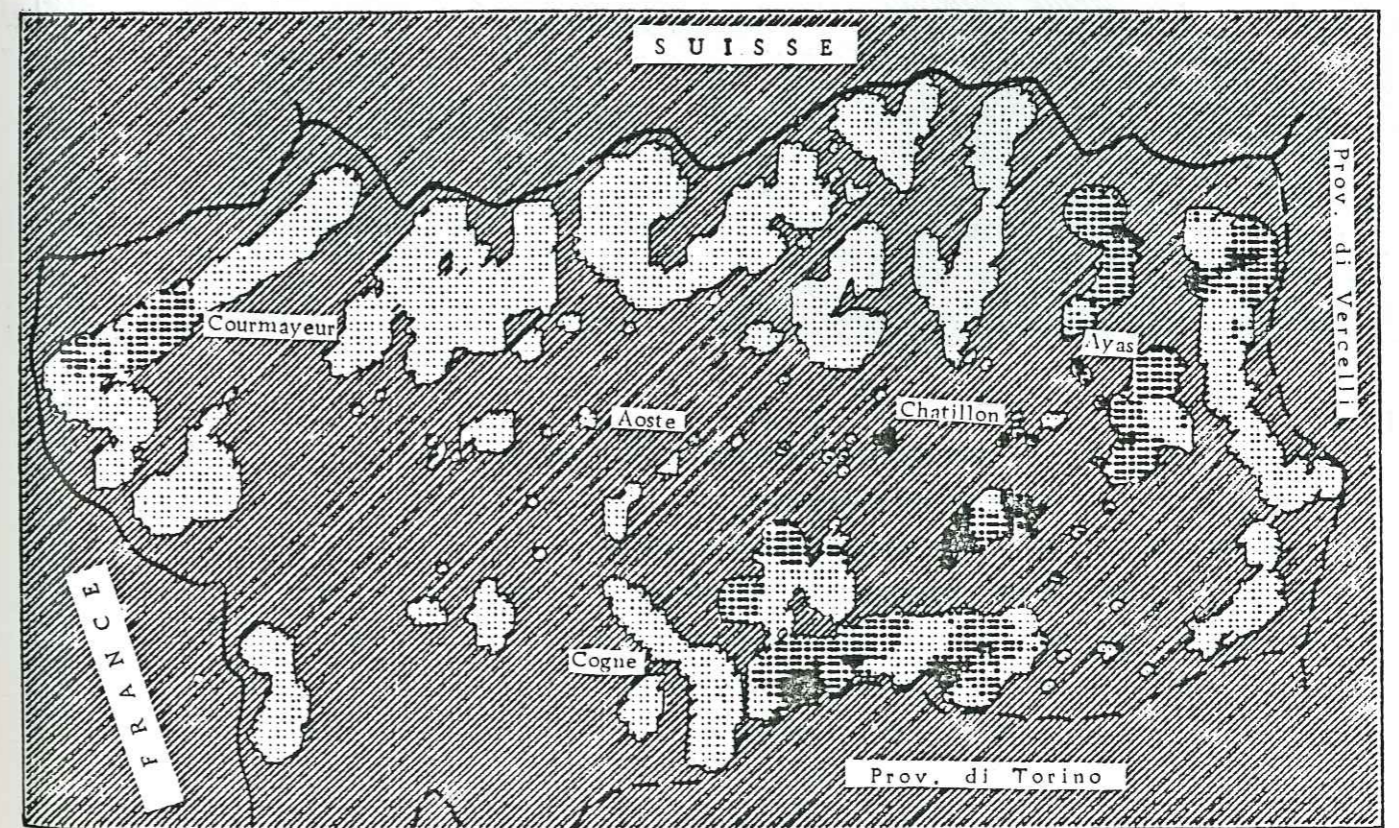


figure: 14 CO 5. pmm 90. 0 5 km

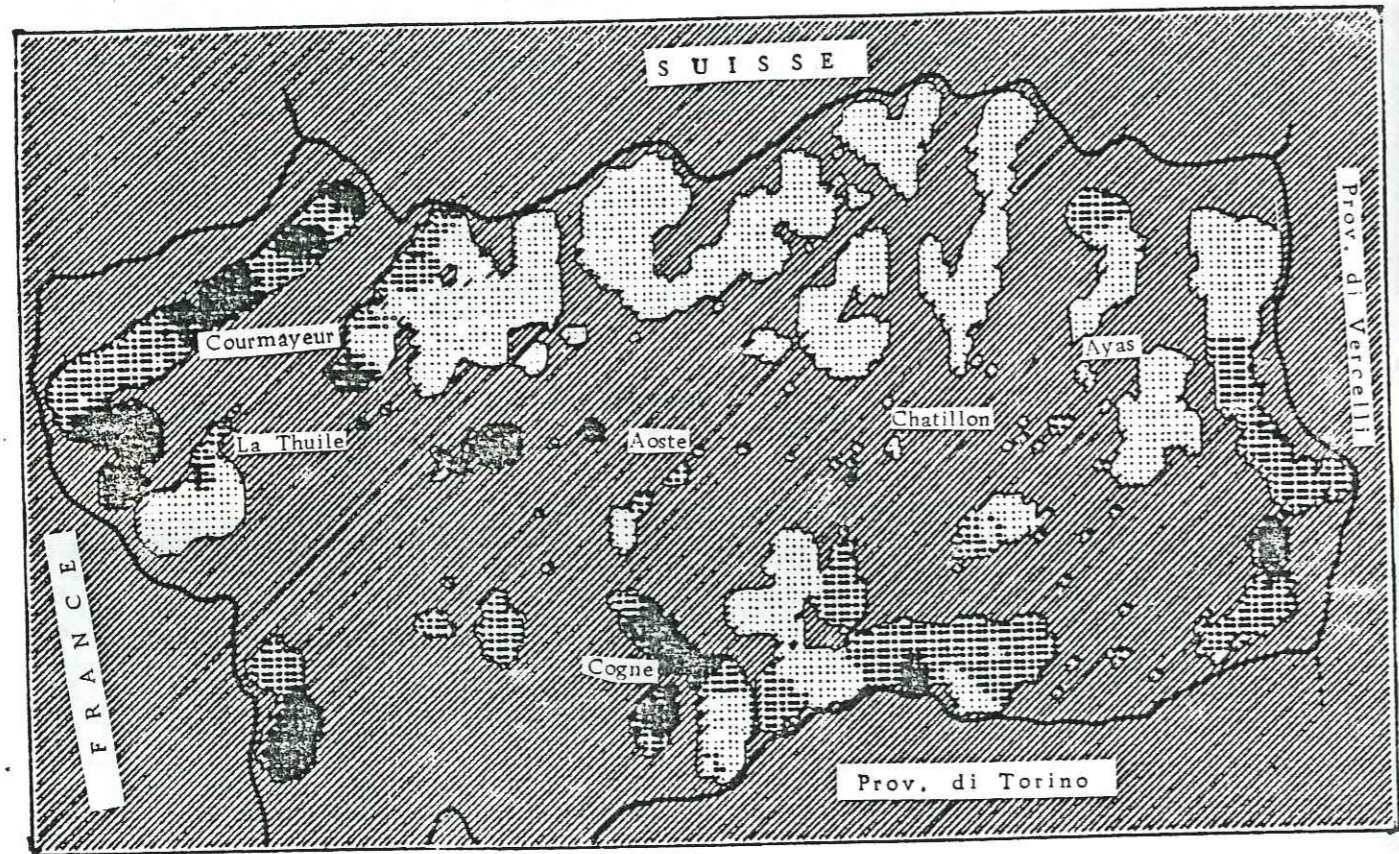


figure: 15 TH 6.0 pmm 79.0 0 5 km

b_2.6. Co (figure 14)

La figure 14 montre en premier lieu l'erreur analytique systématique de la série d'analyses n°1 de février 1982 concernant les régions centre-Nord du Val d'Aoste, et où Co reste inférieure au seuil de détection. Ensuite, à condition de ne considérer que les fortes teneurs, on peut rattacher celle-ci d'une part aux roches basiques, comme Cr, de la zone piémontaise, et d'autre part, à quelques minéralisations hydrothermales du Massif du Mont-Blanc donnant lieu à quelques anomalies dans le Val Veny.

b_2.7. Th (figure 15)

Les territoires couverts par des teneurs supérieures à 6 ppm (seuil de détection du Th du Laboratoire BARINGER-MAGENTA) correspondent quasi intégralement aux analyses de novembre 82, février 80 et juin 80.

Des écarts analytiques systématiques sont soupçonnés et aucune conclusion ne peut être tirée de ces mesures non fiables, relativement à la précision requise pour la méthode de prospection entreprise.

c) Conclusion

L'étude statistique monovariante et la cartographie des teneurs élémentaires individuelles montrent, en dépit des grandes imprécisions analytiques relevées pour certains éléments, des dispersions, en général bien calées sur les entités géologiques.

Les cartes de fonds géochimiques montrent nettement que les entités géologiques régionales sont accompagnées de contrastes chimiques significatifs. Aussi, si nous voulons déterminer des anomalies d'intérêt économique, il faudra au préalable délimiter assez précisément des ensembles géochimiques. De ces ensembles, nous pourrons calculer des teneurs de fonds, qui serviront de base à toute estimation de seuils d'anomalies. Mais l'analyse élémentaire monovariante atteint là ses limites. Afin d'élargir les possibilités d'information de l'échantillonnage recueilli, des méthodes statistiques multivariées deviennent nécessaires.

3) Statistique multivariable

a) Rappel

La géologie du Val d'Aoste est très différenciée, tant du point de vue structural que géochimique. Aussi la détermination d'anomalies chimiques doit tenir compte des différences de fonds géochimiques du territoire couvert. Pour ce faire, nous devons isoler les différents ensembles géologiques les uns des autres. La nécessité de définir des ensembles géochimiques homogènes apparaît nettement à l'examen des cartes de fonds géochimiques. En effet, les éléments variant beaucoup avec la lithologie montrent des valeurs élevées normales dans les secteurs qui leur sont caractéristiques, par exemple Cr, Ni ou Cu dans les zones à roches vertes, valeurs qui paraissent du même ordre de grandeur que des valeurs anormales des zones à fonds géochimiques très bas.

Deux techniques statistiques multivariées ont été testées pour définir des zones homogènes d'affinité géochimique :

- l'analyse en composantes principales normées (ACPN), qui détermine des tendances en considérant les corrélations entre caractères les plus variés. Elle résume un tableau de données géochimiques, en remplaçant les variables initiales par un petit nombre de facteurs, ou composantes principales, calculés sur chacun des échantillons ;

- classification hiérarchique qui, au contraire, vise à simplifier la liste des échantillons en les regroupant en un petit nombre de classes (ou familles), mais en conservant tous les caractères.

b) L'analyse en composantes principales normées (ACPN)

b 1) Association chimique ou inter-corrélation entre éléments

Le calcul des coefficients de corrélation entre les différents éléments analysés permet de connaître les associations chimiques existant dans les sédiments. Cette association est dans certains cas héritée, donc caractéristique de l'origine des alluvions.

La validité du calcul des coefficients de corrélation exige une certaine homogénéité des échantillons. Dans ce but, à l'aide des

histogrammes, nous avons borné la gamme des teneurs des variables Cu, Cr, Ni, Zn (celles qui ont un petit mode secondaire très différencié du mode principal), afin d'éliminer les échantillons extrêmes susceptibles de fausser l'interprétation en donnant un poids très important à des corrélations locales. Ainsi, 17 échantillons n'ont pas été retenus pour le calcul (tableau 7) (planche 3)

Tous les échantillons qui ont été écartés à cause de leurs fortes teneurs en Cu et Zn sont situés près d'indices de minéralisations :

- la mine d'Herin (échantillons SH.. et A01)
- le secteur de Chaz-Duraz (échantillons CD..) près de la mine de Promise (I.18), où des anomalies magnétiques et électriques ont été établies par DOUSSET et TOLLARDO (1981).

Les échantillons écartés à cause de fortes teneurs en Ni Cu sont situés dans la zone piémontaise, et plus particulièrement dans les secteurs riches en serpentinite :

- le Val Chalamy (échantillons CY-5 et 15) qui drainent l'écaille de serpentinite du Mont Avic,
- le Vallon de la Verra ou de la Cime Blanche (échantillons AY-29) dans le haut Ayas.

La matrice des corrélations (tableau 8, planche 3) et le dendrogramme des corrélations positives (figure 16) construit à partir de cette matrice, montrent des associations classiques, correspondant assez bien aux lithologies dominantes du Val d'Aoste.

Compte-tenu de l'effectif d'échantillons analysés, approchant les 1 000 individus, on considère que les corrélations supérieures à 0,6 sont significatives de phénomènes géologiques majeurs. Entre 0,4 et 0,6, elles traduisent des phénomènes quantitativement peu différenciés ou encore composites. Inférieur à 0,4, un coefficient de corrélation sera considéré non significatif et pourra donc exprimer l'indépendance entre les deux éléments.

19 éléments sont retenus pour l'analyse. Ils se répartissent en 4 grappes et 2 éléments indépendants.

Dans le cas de minéralisations sulfurées, nous pouvons rattacher à cette grappe le Pb, lorsqu'il est en de fortes teneurs.

Alors que les minéralisations Cu-Zn sont plutôt liées aux pôles basiques, les minéralisations Pb (Zn) le sont plutôt aux pôles acides. Cela est confirmé par l'étude de la répartition des différents types de minéralisations en fonction de la géologie du Val d'Aoste (chapitre III, partie 1).

Le phosphore est relativement indépendant, sans doute en liaison avec l'existence de minéraux, tel l'apatite qui se partage entre les roches alcalines ou volcanosédimentaires (intercorrélations Al-Na-Ti) et les roches acides (intercorrélations K-Be).

b 2) Eléments d'interprétation des facteurs

b 2.1. Définition

Les associations telles qu'elles viennent d'être décrites en reprenant les interprétations classiques constituent des composantes principales, ou facteurs, entre lesquels on reclasse les échantillons.

Les facteurs peuvent se décrire en termes de communautés des différentes variables, exprimant leur poids relatif sur chacun des grands axes de différenciation. La somme des communautés d'une variable avec tous les facteurs possibles est égale à 1, et doit approcher 1 sur l'ensemble des facteurs principaux.

On considère qu'une variable a un poids significatif sur un facteur si sa communauté avec le facteur considéré est supérieure à 0,16 (coefficient factoriel > 0,4). Une communauté supérieure à 0,5 (coefficient factoriel > 0,75) laisse envisager que les variations de la variable résultent d'un phénomène simple (mélange, lessivage sélectif, etc.).

Les quatre premiers facteurs calculés sur le fichier global permettent assez bien de discriminer l'origine des échantillons les plus typés. Pour en faciliter l'interprétation, une rotation a été effectuée, telle

Planche 4: -Analyse en composantes principales (19 variables, 884 échantillons).

** RESULTATS AVANT ROTATION **

m	1	2	3	4	5	6	7
Valeur propre	6.175	4.295	1.879	1.644	0.968	0.739	0.517
Pourcentage	32.500	22.606	9.890	8.651	5.097	4.153	3.249

	* Analyse *						
f(AL)	0.445	0.737	0.142	-0.260	0.108	-0.053	0.133
f(CA)	0.324	-0.626	0.447	0.408	0.225	0.055	0.075
f(MG)	0.860	-0.293	0.004	-0.133	0.131	-0.052	0.047
f(NA)	0.138	0.561	0.304	-0.479	0.137	0.035	-0.159
f(K)	-0.401	0.754	-0.016	0.332	-0.013	0.007	0.257
f(P)	0.073	0.427	0.192	0.546	-0.543	0.137	-0.184
f(MN)	0.766	0.157	-0.003	0.067	-0.242	0.032	0.214
f(FE)	0.867	0.271	-0.027	-0.013	-0.180	-0.082	0.121
f(TI)	0.630	0.565	0.271	-0.065	-0.176	0.130	-0.173
f(BE)	-0.284	0.747	-0.110	0.021	0.172	0.029	0.423
f(CR)	0.838	-0.304	-0.192	-0.112	0.057	0.010	0.104
f(CO)	0.507	-0.236	-0.433	-0.085	-0.114	0.570	-0.001
f(CU)	0.557	0.157	-0.417	0.335	0.174	-0.275	-0.277
f(FB)	-0.164	0.495	-0.503	0.121	0.309	0.452	-0.118
f(NI)	0.814	-0.396	-0.202	-0.055	0.072	0.021	0.113
f(SR)	0.220	-0.146	0.535	0.543	0.351	0.243	0.111
f(ZR)	0.443	0.471	0.428	-0.187	0.290	0.077	-0.235
f(U)	0.698	0.200	0.043	0.093	-0.120	-0.112	0.039
f(ZN)	0.293	0.503	-0.403	0.545	0.132	-0.226	-0.076

Tableau no : 9

** RESULTATS APRES ROTATION **

m	1	2	3	4
Valeur propre	3.805	5.361	2.282	2.545
Pourcentage	20.027	28.217	12.010	13.393

	* Analyse *			
f(AL)	0.858	-0.099	-0.194	0.216
f(CA)	-0.225	-0.300	0.833	-0.185
f(MG)	0.237	-0.859	0.187	-0.175
f(NA)	0.323	0.176	-0.246	-0.091
f(K)	0.257	0.624	-0.218	0.530
f(P)	0.225	0.204	0.324	0.570
f(MN)	0.416	-0.600	0.155	0.242
f(FE)	0.555	-0.664	0.076	0.268
f(TI)	0.811	-0.255	0.109	0.243
f(BE)	0.332	0.468	-0.378	0.423
f(CR)	0.113	-0.924	0.090	-0.055
f(CO)	-0.114	-0.882	-0.167	0.045
f(CU)	0.039	-0.544	-0.035	0.568
f(FB)	-0.006	0.145	-0.491	0.526
f(NI)	0.006	-0.917	0.137	-0.065
f(SR)	0.100	0.038	0.863	0.109
f(ZR)	0.730	-0.082	0.141	0.017
f(U)	0.513	-0.680	0.221	0.289
f(ZN)	0.098	-0.172	-0.077	0.863

Tableau no : 10

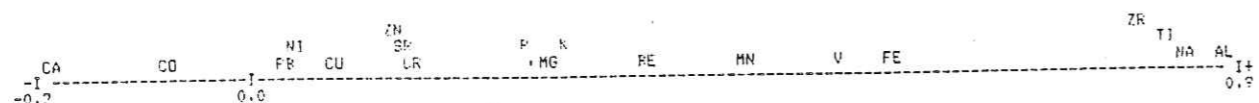
que les communautés calculées sur les 4 premiers facteurs soient maximales (rotation VARIMAX).

Sur la planche n°4 sont données les coordonnées des variables sur les 7 premiers facteurs avant rotation (tableau 9) et des quatre premiers recalculés après rotation (tableau 10).

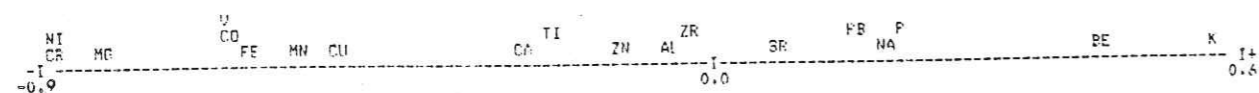
b.2.2. Projection des variables sur les facteurs planche 5 :

Projection des facteurs F

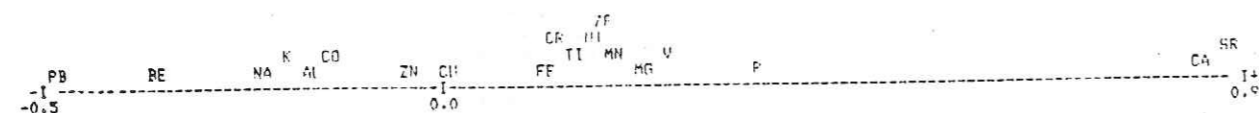
Axe factoriel 1



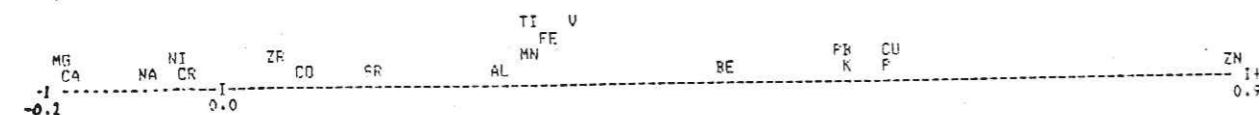
Axe factoriel 2



Axe factoriel 3



Axe factoriel 4



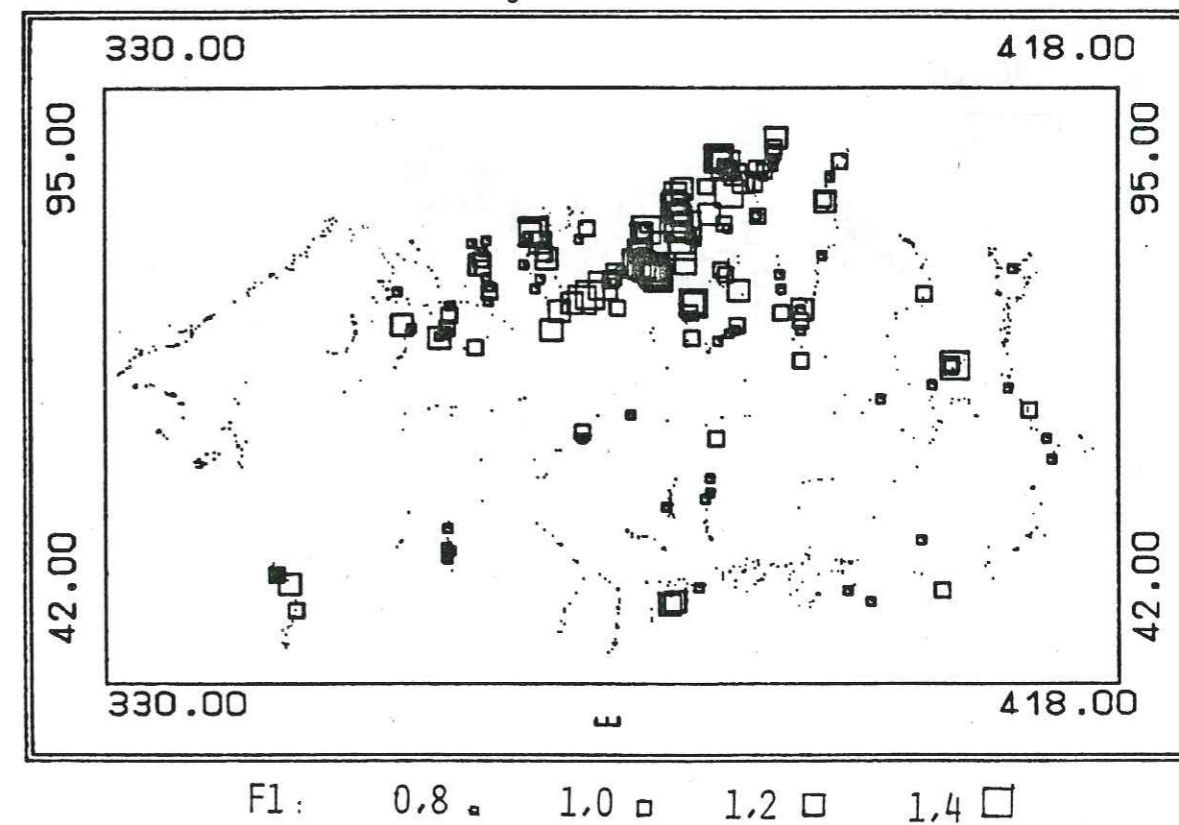
b.2.2.1. Facteur 1 après rotation.

Ce facteur discrimine les éléments Zr, Ti, Al, Na qui sont assez caractéristiques des roches alcalines, et partiellement V, Fe, Mn.

Les échantillons bien discriminés par ce facteur devraient correspondre à des secteurs où dominent des séries volcano_sédimentaires.

Le report des échantillons qui présentent les plus fortes valeurs du facteur 1 sur la carte des prélèvements (figure 17) fait ressortir leur association avec la nappe de la Dent Blanche. Nous trouvons aussi dans les zones internes quelques échantillons disséminés montrant le même caractère volcano_sédimentaire, notamment vers la Pointe Noire ($x = 382, y = 47$) et le Mont Flassin ($x = 357, y = 74$), ainsi que dans un vallon au Nord de Brusson. Ces derniers cas assez isolés sont associés, comme nous le verrons plus loin, à quelques anomalies.

figure: 17



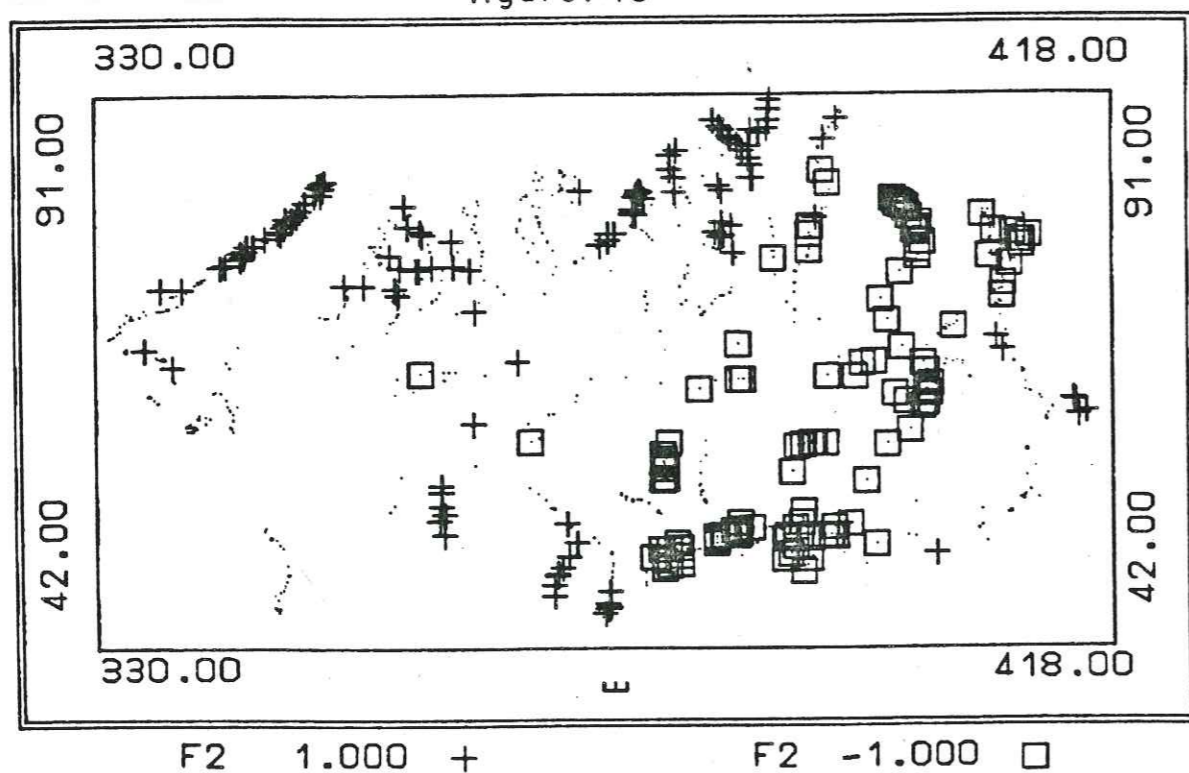
b.2.2.2. Facteur 2.

Après rotation, le facteur 2 explique 28,2 % des variations chimiques. Il fait ressortir l'opposition entre les roches acides riches en K, Be et ultrabasiques, riches en Cr, Ni, Mg et peut-être à un degré moindre des roches basiques caractérisées par de fortes teneurs en V, Co, Fe, Mn, Cu.

Les échantillons les plus discriminés vers le pôle acide, (fortes valeurs positives sur F2) sur la carte (figure 18), sont associés aux granites du Mont Blanc, aux gneiss du Massif du Grand Paradis, et aux orthogneiss de la zone du Grand Saint Bernard. Nous trouvons aussi associée à ce pôle une grande partie de la nappe de la Dent Blanche, et quelques points de la zone Sesia-Lanzo.

Le pôle ultrabasique et basique (fortes valeurs négatives sur F2) coïncide avec les secteurs à roches vertes dominantes dans la zone piémontaise.

figure: 18



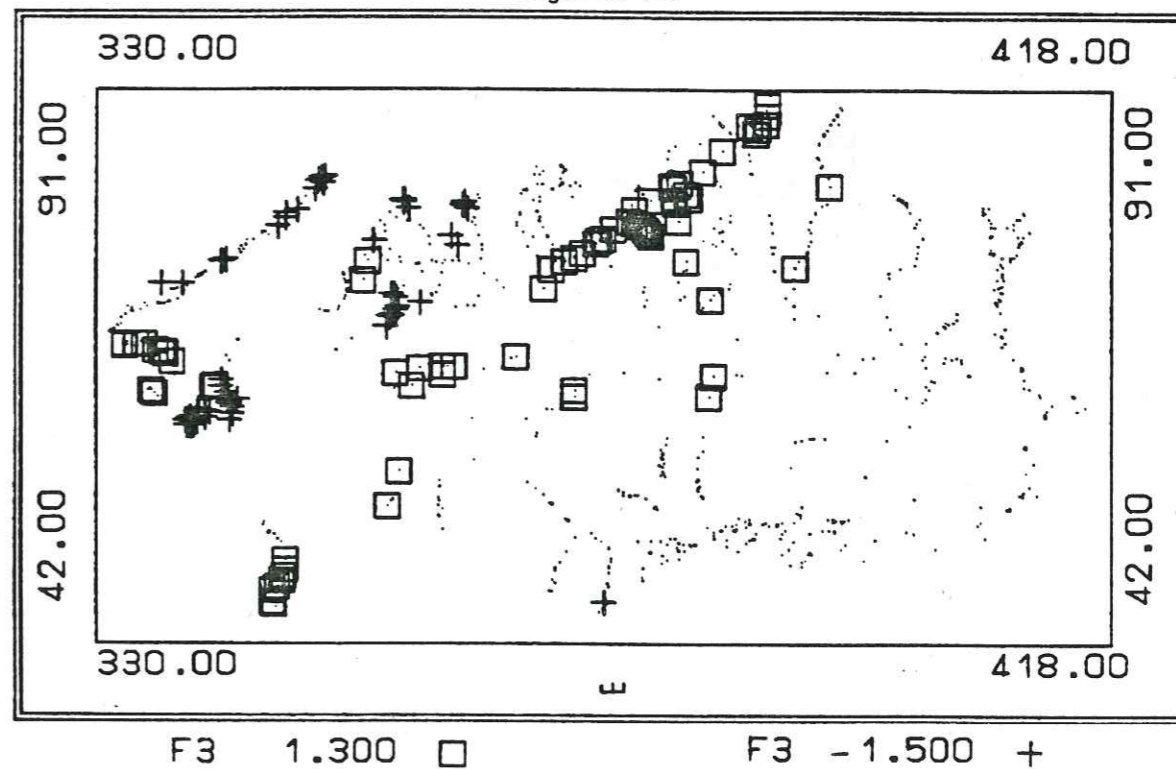
b.2.2.3. Facteur 3, (explique 12 % des variations après rotation).

Ce facteur met en opposition des roches calciques, riches en Ca-Sr et des roches d'origine hydrothermale ou pneumatolytique riches en Pb(Be).

Nous délimitons assez bien sur la carte (figure 19) la nappe de la Dent Blanche, vraisemblablement la série supérieure de la Valpelline composée de roches carbonatées et de diorites, et l'unité du Versoyen à roches tholéitiques interstratifiées dans les séries carbonatées des brèches de Tarentaise.

Le pôle K-Be, quant à lui, délimite des secteurs minéralisés appartenant aux secteurs de tendances acides décrits par le facteur F2.

figure: 19



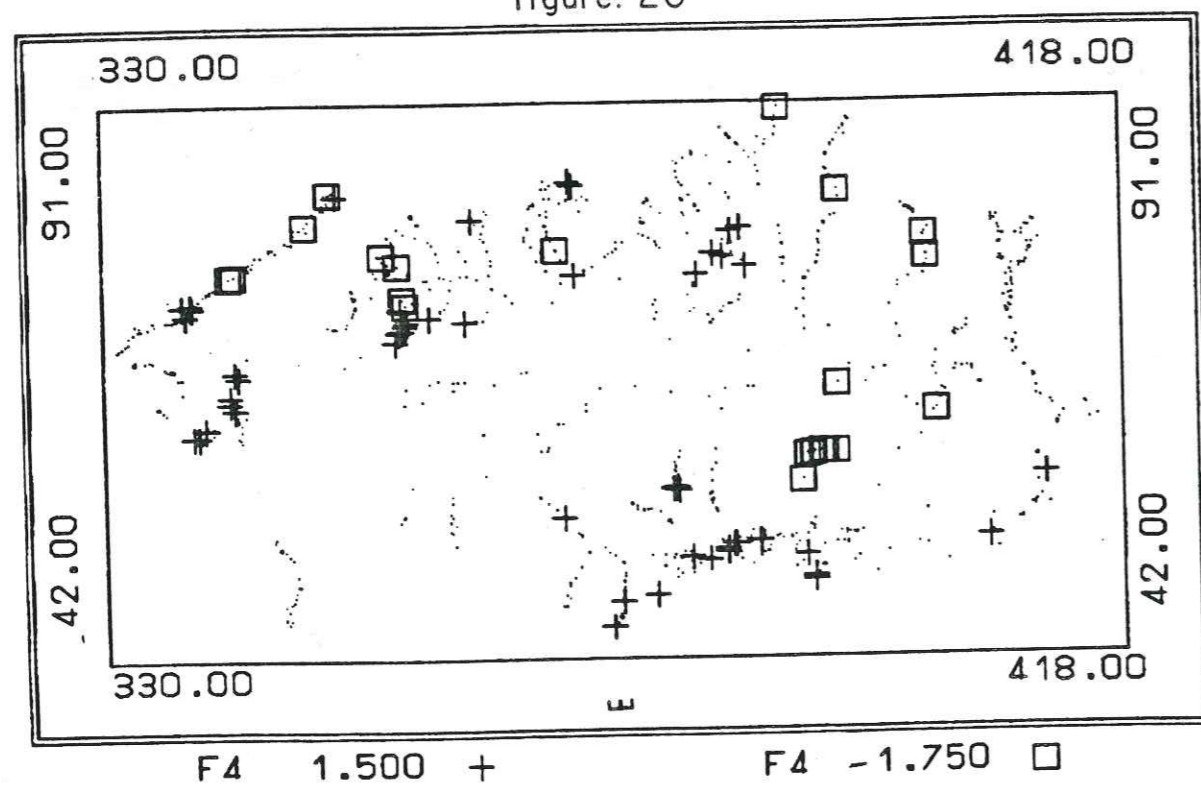
b.2.2.4. Facteur 4, (après rotation, il explique 13,4 % de variance).

Les fortes valeurs positives sur le facteur 4 soulignent une tendance sulfurée à Pb, Zn, Cu et pegmatitique (K, Be).

La cartographie (figure 20) des échantillons discriminés par ce facteur retrouve les plus importants des secteurs minéralisés déjà décrits par F3, mais met en évidence de nouveaux secteurs dans des zones de tendances basiques décrites par le facteur-F2.

Le pôle négatif -F4 n'est pas représenté par de fortes valeurs mais est formé d'un ensemble proche de la moyenne, qu'il est seulement possible d'interpréter comme le mélange de toutes les tendances.

figure: 20



b 3) Conclusion

Grâce à l'ACPN, il est possible de mettre en évidence une cartographie géochimique des stream-sédiments, moins dépendante des variations locales que la cartographie mono-élémentaire.

En particulier les facteurs 1 et 2 définissent assez bien les grandes formations géochimiques :

- * les granites,
- * les ophiolites,
- * les formations volcano_sédimentaires.

Les facteurs 3 et 4 permettent d'approcher les zones minéralisées sans entrer dans les anomalies locales.

Cependant, nous constatons des zones de mélanges géochimiques dues à la proximité de plusieurs roches de compositions très différentes, notamment dans la Valpelline.

Ces mélanges dans les stream-sédiments rendent peu manipulables les résultats obtenus par l'ACPN, notamment pour établir des seuils d'anomalies par groupe d'échantillons globalement comparables.

c) La classification ascendante hiérarchique (C.A.H.)

c 1) Introduction-définition

Comme nous l'avons vu, les conditions de prélèvements et le contexte lithologique dans le Val d'Aoste ne permettent pas une cartographie globale des éléments analysés. L'ACPN a montré qu'il était possible de caractériser des secteurs géochimiques. Par la méthode de classification ascendante hiérarchique (C.A.H.), nous allons délimiter des secteurs où les échantillons possèdent une grande affinité entre eux, et où ils pourront être comparés globalement. Cette méthode comporte cinq étapes récapitulées sur la figure 21 page suivante :

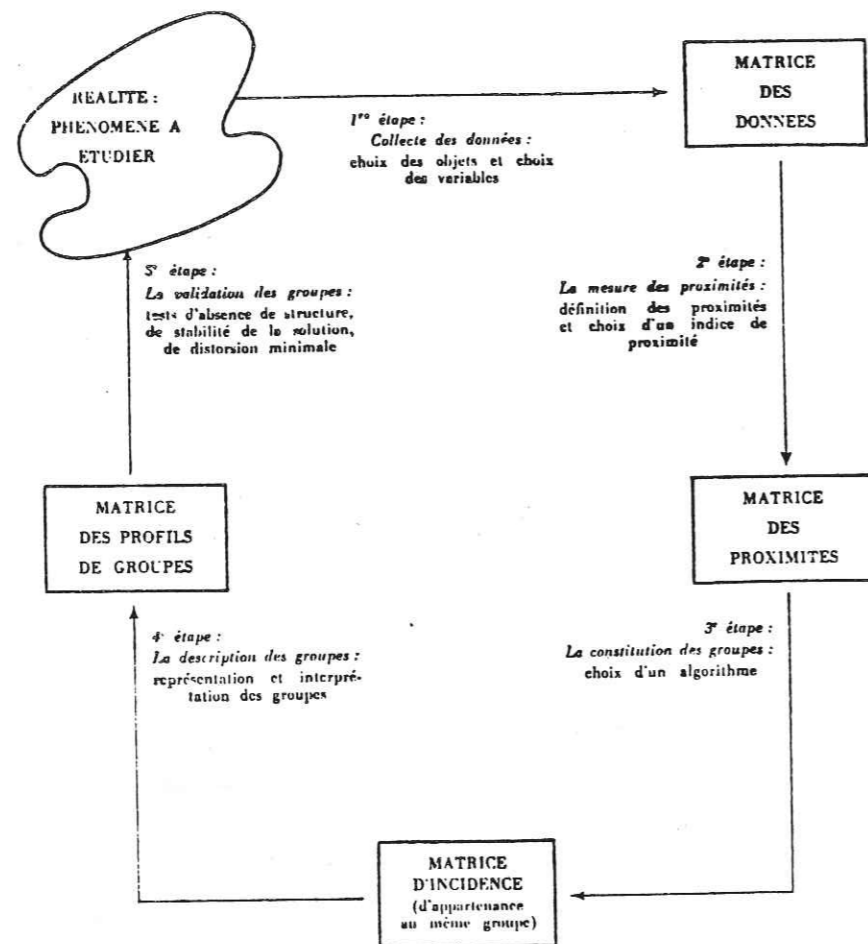


Figure 21 : les cinq étapes de l'analyse typologique, in (CHANDON et PINSON, 1981)

Première étape : collecte des données

Pour nous, les données sont les analyses chimiques de tous nos échantillons de stream-sédiments. 901 échantillons et 19 variables ont été retenus pour ce traitement. Nous avons écarté les variables qui restent presque toujours inférieures à leur seuil de détection (Cd, Mo, Ag) ou qui présentent des écarts analytiques systématiques trop importants (Th).

Deuxième étape : mesure des proximités

Les variables ont été utilisées sans pondération, ni transformation. Et, contrairement à l'analyse en composantes principales normées, les échantillons extrêmes n'ont pas été éliminés.

...

Nous pouvons définir l'indice de proximité comme un critère qui va permettre de considérer deux échantillons comme ressemblants ou similaires. Nous pourrions par exemple prendre la valeur d'une seule des variables mesurées. Mais les résultats ne seraient que partiels, comme nous l'avons vu précédemment.

Le critère retenu (indice de proximité) doit tenir compte des variations de toutes les variables que nous avons estimé significatives. Parmi les algorithmes, il a été utilisé le paramètre de variances maximales (JAMBU, 1978) disponible au BRGM.

Troisième étape : constitution des groupes

Pour effectuer le regroupement des échantillons à plus forte proximité, nous avons retenu la classification ascendante hiérarchique qui fusionne les classes d'échantillons les plus ressemblants dans une même classe, puis les classes dans des classes plus larges. Au début, nous avons donc autant de groupes que d'individus à classer, pour obtenir à la fin un seul groupe contenant tous les échantillons.

Nous pouvons suivre la totalité des fusions successives (plus généralement les 5 à 15 dernières).

Quatrième étape : description des groupes

Le calcul des paramètres statistiques sur les groupes définis par les dernières fusions va permettre de définir les caractéristiques principales de ces différents groupes.

Cinquième étape : validation des groupes (interprétation)

Après la caractérisation chimique des groupes (4ème étape), par comparaison avec nos connaissances de la géologie, des phénomènes morphologiques et climatiques, nous pourrions attribuer les différents groupes d'échantillons stream-sédiments à des réalités de terrain.

...

Tableau. n° 11 : -- Comparaison des moyennes entre les 10 groupes C.A.H..

GR.	OBS	Al	Ca	HA	K	Mg	FE	TI	P	MN	NE
1	99	14.47	5.04	2.94	2.65	1.38	5.13	0.77	2545.45	895.12	1.99
2	61	14.31	2.92	3.52	2.66	1.70	4.13	0.63	2278.69	779.56	1.92
3	57	14.46	0.74	2.14	2.60	1.61	5.31	0.60	1645.51	959.18	1.19
4	209	13.85	6.60	2.03	1.43	6.81	7.29	0.85	1915.31	1579.75	1.21
5	126	15.11	3.15	2.64	2.98	2.64	6.78	0.86	2396.83	1331.45	1.77
6	29	10.90	2.95	2.92	3.45	0.72	3.44	0.31	562.07	527.45	3.32
7	20	17.20	10.14	2.20	2.34	3.26	2.00	1.48	2520.00	1824.80	2.11
8	157	12.57	9.35	2.14	1.62	4.51	5.65	0.60	1996.82	1152.20	1.35
9	52	13.01	9.25	2.09	0.48	14.27	7.20	0.52	671.15	1192.04	0.92
10	86	7.79	10.65	0.82	1.35	1.63	3.30	0.24	1600.00	638.76	0.98

GR.	OBS	CR	CO	CU	PR	NI	SR	ZR	V	ZN	MO
1	99	62.36	12.84	73.04	23.57	41.84	354.16	20.19	85.13	122.05	48.84
2	61	33.18	4.18	21.61	15.62	22.34	202.19	15.39	95.12	64.57	60.00
3	57	72.98	12.32	65.19	51.61	43.07	82.99	14.19	84.81	150.47	53.33
4	209	331.28	36.24	157.09	15.06	254.64	230.58	13.85	150.45	106.92	48.67
5	126	92.37	12.18	41.23	14.40	56.29	181.49	13.76	111.37	90.54	40.67
6	29	22.06	9.17	18.27	30.86	23.60	142.20	11.41	29.29	75.55	42.50
7	20	111.30	3.16	46.34	15.80	61.76	997.22	41.64	160.72	138.72	57.23
8	157	192.81	8.85	59.97	11.80	137.13	261.91	14.32	107.27	95.04	41.54
9	52	782.48	43.92	33.77	9.50	536.17	301.15	15.48	106.82	58.65	0.00
10	86	46.38	6.66	31.33	11.74	39.77	279.49	3.64	53.00	77.37	45.63

moyennes géométriques.

GR.	OBS	Al	Ca	NA	K	Mg	FE	TI	P	MN	BE
1	99	14.26	4.28	2.82	2.58	2.29	5.03	0.76	2349.86	833.29	1.93
2	61	14.19	2.58	3.44	2.57	1.60	4.07	0.62	2103.45	759.12	1.86
3	57	14.20	0.58	2.06	2.54	1.55	5.11	0.59	1510.72	847.66	2.09
4	209	13.71	6.17	1.95	1.34	6.05	7.17	0.82	1794.00	1544.87	1.08
5	126	15.03	2.71	2.60	2.19	2.53	6.53	0.82	2309.43	1282.46	1.71
6	29	10.82	1.95	2.60	3.38	0.67	2.32	0.31	890.78	500.50	3.25
7	20	17.11	9.67	2.17	2.31	3.14	8.73	1.44	2472.08	1762.86	2.09
8	157	12.34	8.25	1.94	2.31	3.94	5.53	0.55	1922.32	1125.71	1.23
9	52	12.53	8.92	1.88	0.41	13.65	6.95	0.49	496.80	1162.83	0.41
10	86	7.43	8.73	0.66	1.25	1.44	3.18	0.21	1520.83	611.48	0.83

GR.	OBS	CR	CO	CU	PR	NI	SR	ZR	V	ZN	MO
1	99	56.28	6.96	51.46	18.94	38.21	299.03	19.10	86.86	115.46	47.67
2	61	24.23	3.53	17.22	13.65	19.59	170.59	14.35	63.74	61.88	59.94
3	57	68.60	9.58	47.14	38.10	39.70	80.88	12.91	82.40	125.86	50.08
4	209	286.59	32.98	71.73	11.55	211.92	221.65	14.00	143.39	101.91	42.53
5	126	86.41	8.88	33.85	12.48	50.77	163.11	13.24	105.99	87.28	39.75
6	29	19.31	5.77	14.59	24.87	12.70	129.57	10.56	27.77	66.54	41.58
7	20	108.20	3.10	44.01	14.49	59.51	974.26	39.79	157.11	132.35	55.48
8	157	151.95	3.97	47.34	7.66	111.37	246.17	12.93	104.01	91.34	39.93
9	52	701.03	39.04	45.45	9.55	456.80	170.63	15.00	104.32	55.53	0.00
10	86	43.79	4.82	25.10	9.35	38.36	740.41	3.19	52.23	74.60	43.68

* Groupe 9 (52 échantillons)

Il est caractérisé par les plus fortes teneurs Mg, Cr, Co, Ni (Fe, Zr, Ca, Mn) et les plus faibles K, P, Be, Zn, Pb. Il représente les faciès ultrabasiques riches en Cr, Mg, Ni marqués sur le terrain par les serpentinites. Ce groupe coïncide assez exactement avec l'écaillage du Mont Avic (x = 385, y = 59) situé entre la Doire Baltée, le Val Champorcher et le Val Clavalite (figure 22), et quelques lentilles de serpentinite dans le Val Tournenche.

* Groupe 10 (86 échantillons)

Il est caractérisé par les échantillons aux plus faibles teneurs en tous les éléments, exceptés Ca et Sr, qui sont, eux, en revanche, très concentrés.

Ce groupe représente les faciès sédimentaires carbonatés et coïncide géographiquement avec le secteur des Brèches de Tarentaise. Toutefois, la comparaison des limites des secteurs géologiques et géochimiques (carte n°4 zone CALC et carte n°1), montre un étalement du secteur géochimique sur d'autres zones géologiques, notamment dans le Val du Grand Saint Bernard. Nous pouvons expliquer cela par une dispersion des éléments les plus prépondérants (Ca, Sr) vers les structures géologiques situées plus en aval.

Par la suite, nous pourrions définir pour chaque groupe les seuils d'anomalies, et étudier ces anomalies dans un contexte plus restreint mais surtout aussi plus homogène.

c 2) Description des groupes

Nous nous sommes arbitrairement limité pour commencer à l'étude des 10 derniers groupes.

Les tableaux (tableau n°11) des paramètres statistiques, et la cartographie de chacun des groupes montrent que ceux-ci correspondent assez bien aux structures géologiques que nous pouvons ainsi caractériser :

figure: 22

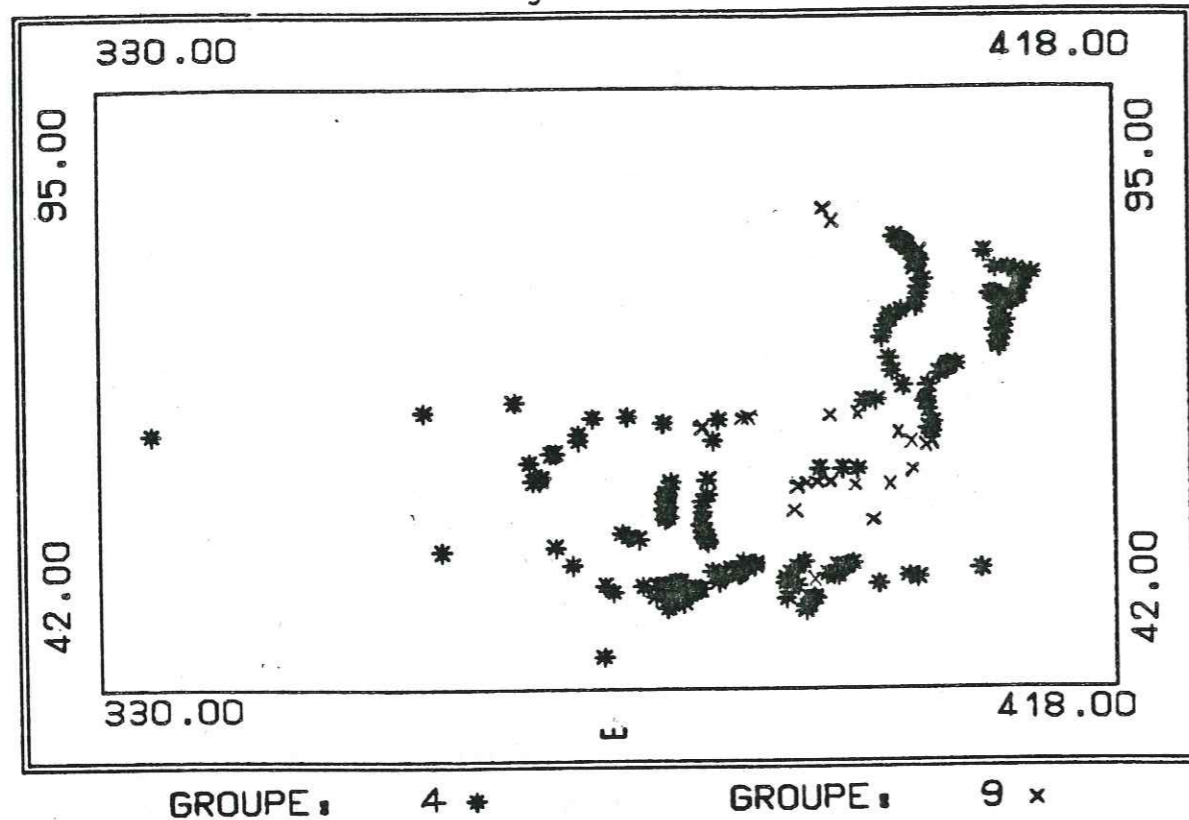
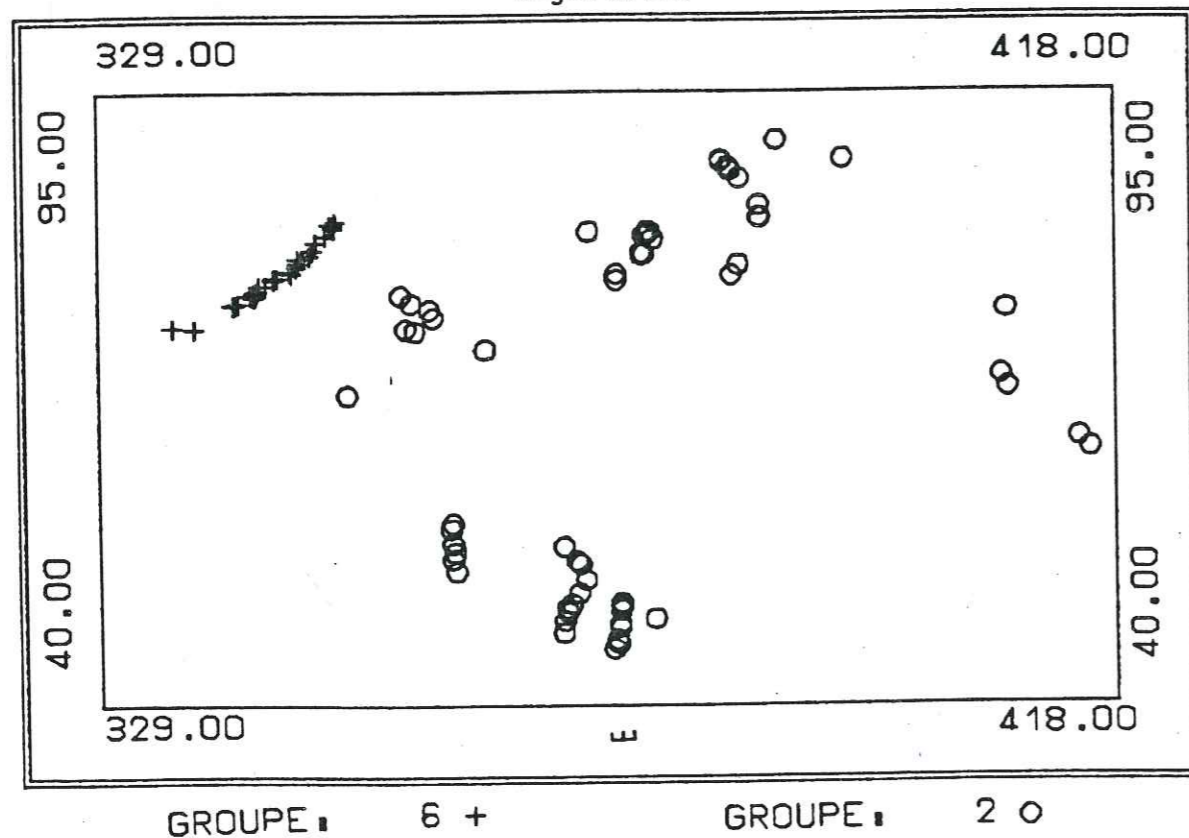


figure: 23



* Groupe 4 (209 échantillons)

Il ressemble au précédent, avec des teneurs légèrement plus faibles en éléments caractéristiques des ultrabasites, et un enrichissement relatif en Mn, Ti, Sr, V. Ce groupe peut, comme le montre la cartographie (figure 22), caractériser les roches basiques de la zone piémontaise représentées sur le terrain par des prasinites et des amphibolites.

Les nombreux sulfures (disséminés ou formant des indices), observés dans ces roches peuvent expliquer en partie l'augmentation des teneurs Cu, Zn, Pb.

* Groupe 6 (29 échantillons)

Il comporte de faibles teneurs en beaucoup d'éléments et de plus fortes teneurs K, Be, Pb et Na. Ces éléments caractérisent les roches de faciès plutôt acide, riches en minéraux des pegmatites. La localisation de ce groupe correspond au drainage des "protogines" du Mont Blanc (figure 23).

* Groupe 2 (61 échantillons)

Il présente des teneurs sans fort contraste, avec de relativement faibles teneurs en éléments ferro-magnésiens, associés simultanément à de plus fortes teneurs en éléments alcalins et felsiques, lesquels expriment une tendance plus ou moins acide. La répartition des échantillons constituant ce groupe coïncide avec les massifs "granitiques" du Mont Flassin (x = 357, y = 72) du Grand Paradis, et les faciès granulites de la nappe de la Dent Blanche et de la zone Sesia-Lanzo (figure 23).

Les groupes 2 et 6 sont géochimiquement assez proches l'un de l'autre, comme le montre l'arbre hiérarchique (figure 26). Leurs différences traduisent deux types de granites :

- potassique-sodique dans le massif du Mont Blanc,
- calco-sodique dans les massifs cristallins internes.

figure: 24

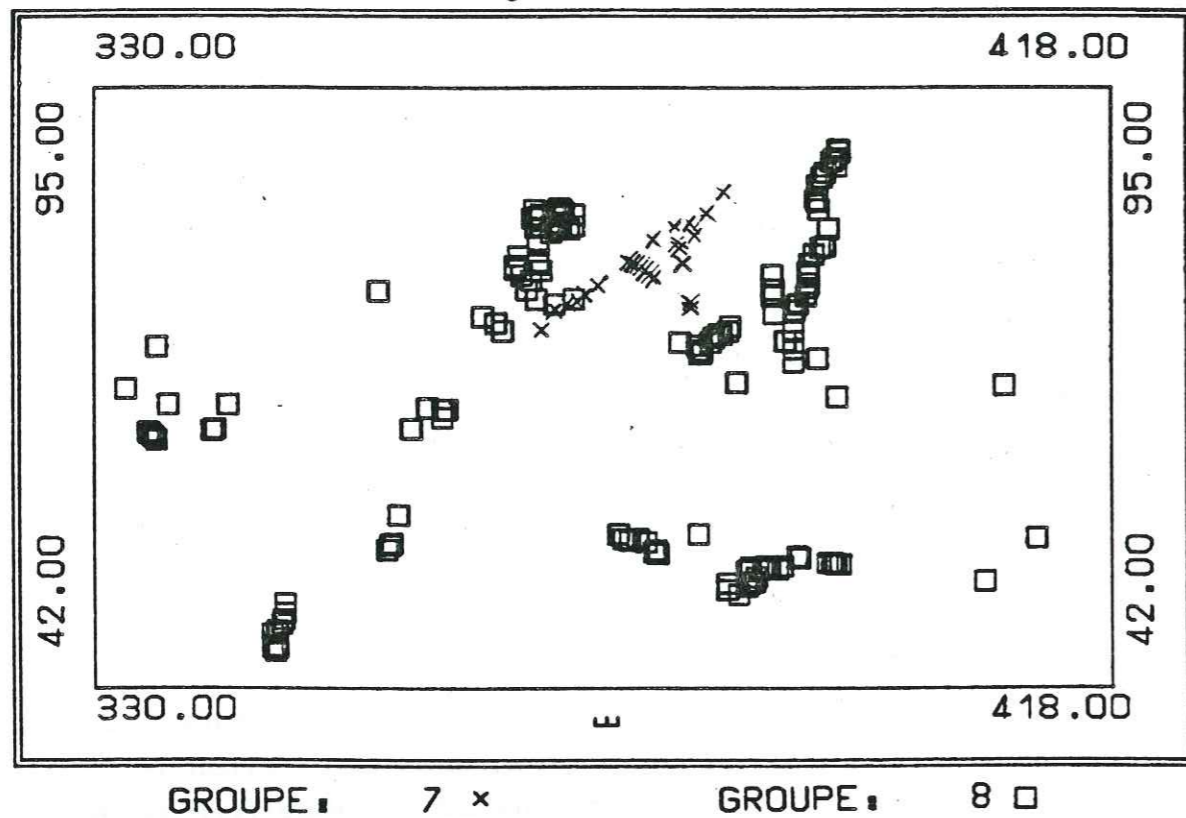
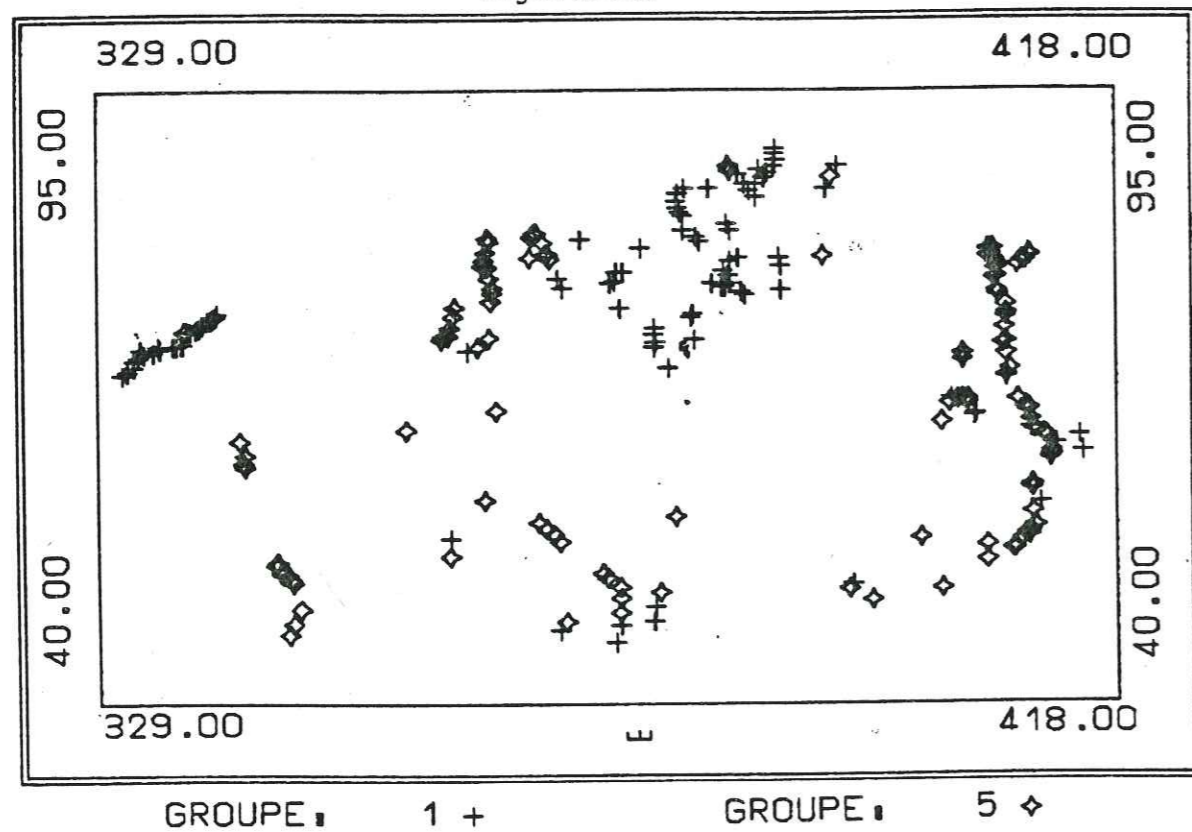


figure: 25

* Groupe 3 (57 échantillons)

Il présente les plus fortes teneurs en Pb, Zn, et des teneurs relativement élevées en K, Be, Al, Co, Cu. Ces derniers éléments expliquent l'affinité avec les groupes 6 et 2 montrée par l'arbre hiérarchique (figure 26).

La répartition des points recouvre le Briançonnais externe comportant un important faciès sédimentaire continental (carte n° 4, annexe, groupe HOU1).

Il ne semble pas que des milieux hydroxydants, marqués par de plus fortes teneurs en Mn, ou réducteurs, marqués par V (comme la présence de niveaux charbonneux) soient à l'origine de toute l'augmentation des teneurs des autres métaux.

* Groupes 7 et 8

Ils sont peu différenciés et semblent refléter des mélanges formationnels, ou alluvionnaires plus récents, entre d'une part des roches sédimentaires carbonatées (teneurs Ca, Sr élevées) et d'autre part, des roches magmatiques. Ces roches magmatiques sont plutôt basiques (riches en Cr, Mg, Ni) dans le groupe 8, qui correspond aux schistes lustrés de la zone du Combin, et plutôt alcalines (riches en Al, Ti, P, Be, Zr) dans le groupe 7 qui correspond à la série de Valpelline. (figure 24).

Les teneurs plus élevées en Mn et Fe semblent, dans la Valpelline, indiquer un milieu hydroxydant pouvant amener des concentrations métalliques par coprécipitation et/ou absorption des métaux d'origine sulfurée. (LAVILLE-TIMSIT & WILHELM, 1982).

* Groupes 1 et 5

Ils sont encore moins différenciés et reflètent des mélanges plus complexes.

Le groupe 1 marque la proximité des micaschistes du massif du Mont Blanc dans le Val Vény et le groupe 5 jalonne plutôt les micaschistes des socles internes qui se différencient des premiers par l'existence de passé de roches basiques (figure 25).

c 3) Validation

L'arbre hiérarchique (figure 26) permet de visualiser les niveaux de similarité auxquels se sont effectués les regroupements. Nous pouvons ainsi apprécier les groupes qui présentent le plus d'affinités entre eux :

Les groupes 4 et 9 fusionnent à un niveau élevé, mais ils sont très nettement différents des autres groupes. Tous deux marquent les contextes de roches basiques ou ultrabasiques dominants .

Le groupe 10 est sans affinité notable avec les autres. Il marque les roches carbonatées.

Les groupes 3, 6 et 2 marquent des contextes de roches acides (socles granitiques).

Les groupes 1, 5, 7 et 8 représentent des faciès d'origine complexe, mélange d'apport dans le cas des roches carbonatées ou remobilisation métamorphique intense, mélange alluvionnaire, etc...

Pour des raisons de commodité, nous en avons regroupé certains, en retenant un niveau de similarité plus élevé (figure 26) :

RBAS représente les roches basiques (s.l.) des groupes 9 et 4,

CRIS représente les roches acides des groupes 2 et 6,

GNBR représente les mélanges complexes des groupes 1 et 5,

HOU représente le faciès sédimentaire continental du groupe 3, correspondant au Houiller briançonnais,

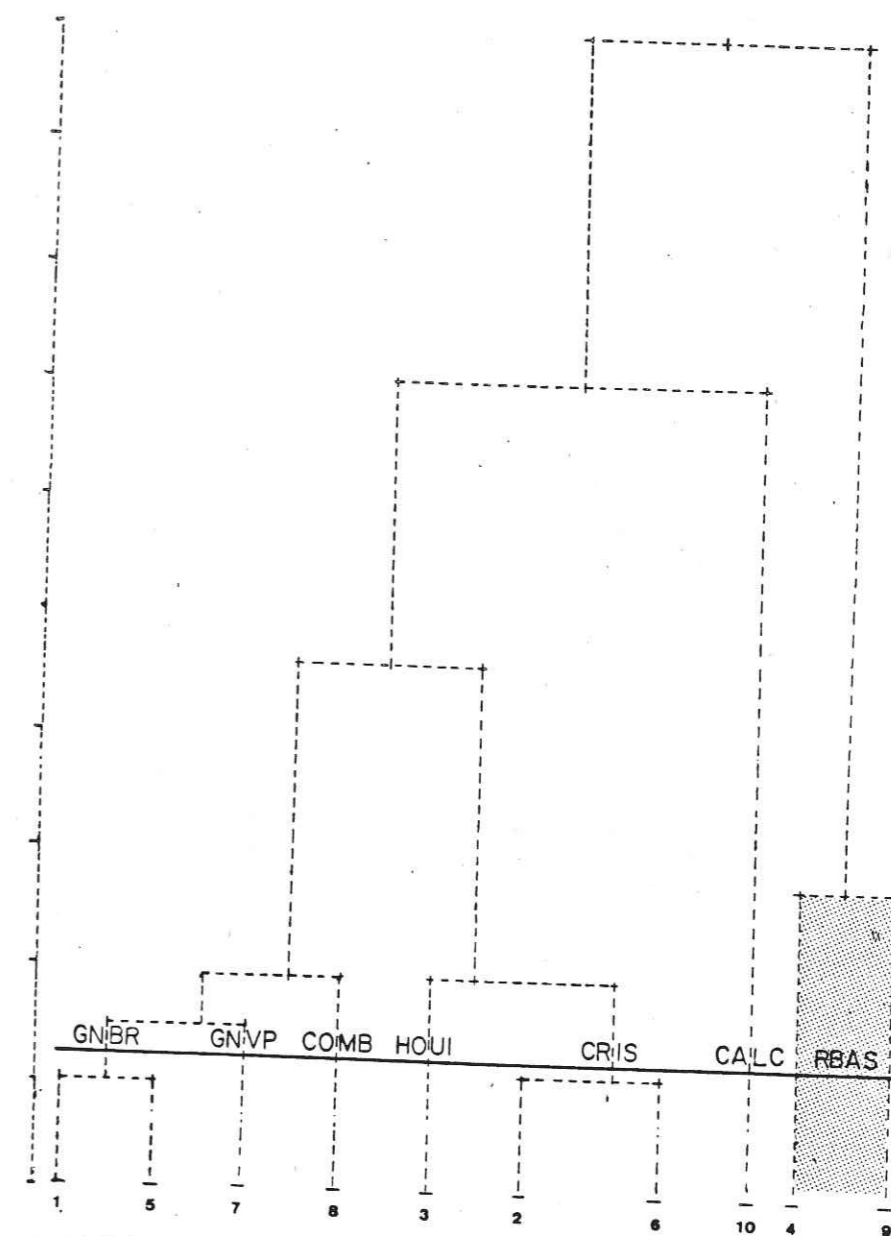
GNVP représente un faciès carbonaté proche de zone d'apport plus acide du groupe 7, correspond à la série de Valpelline,

COMB représente le faciès carbonaté jalonné par des roches magmatiques basiques du groupe 8, correspondant à la zone du Combin.

CALC représente le faciès carbonaté de la zone valaisane.

La cartographie de ces 7 nouveaux groupes (carte 4 en annexe) montre l'étroite correspondance de la géochimie et de la géologie.

Cependant, quelques différences de contour apparaissent, notamment



ARBRE DE CLASSIFICATION HIERARCHIQUE. figure 26

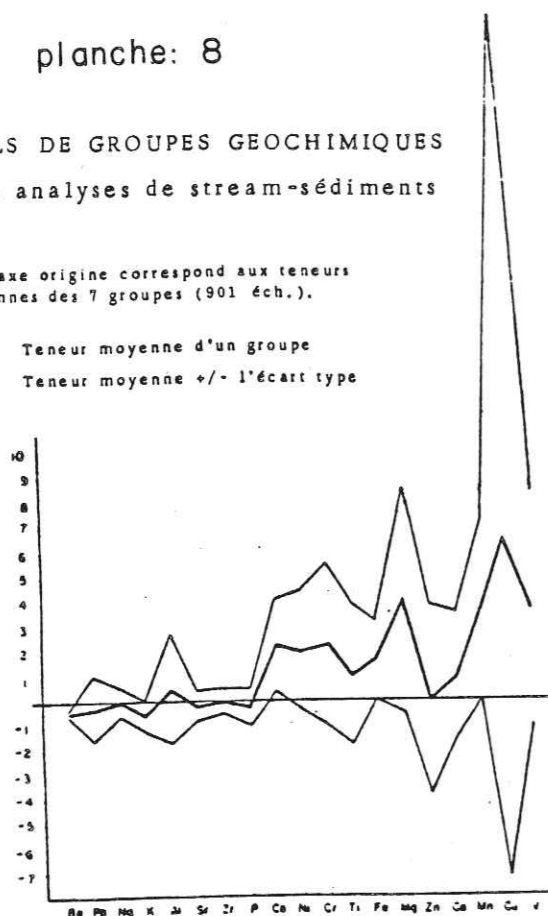
planche: 8

PROFILS DE GROUPES GEOCHIMIQUES
sur les analyses de stream-sédiments

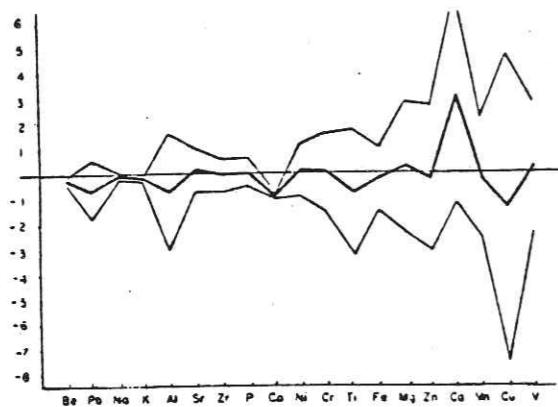
L'axe origine correspond aux teneurs moyennes des 7 groupes (901 éch.).

— Teneur moyenne d'un groupe
— Teneur moyenne +/- l'écart type

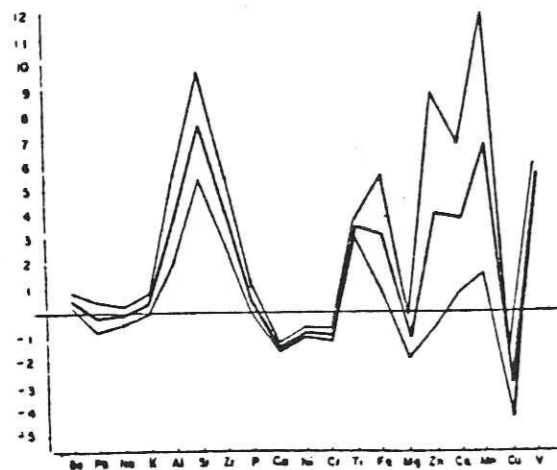
GROUPES 4-9
RBAS
281 éch.



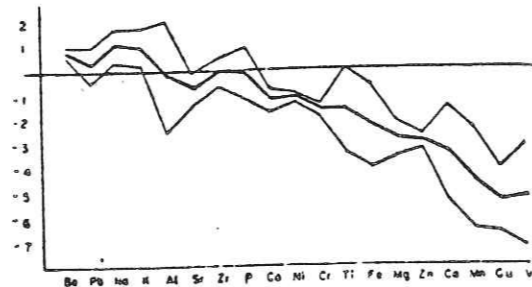
GRUPPE 8
COMB
187 éch.



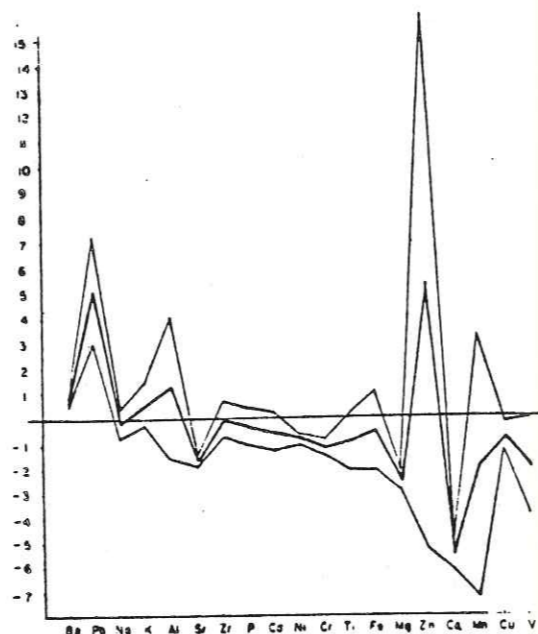
GRUPPE 7
CHVP
28 éch.



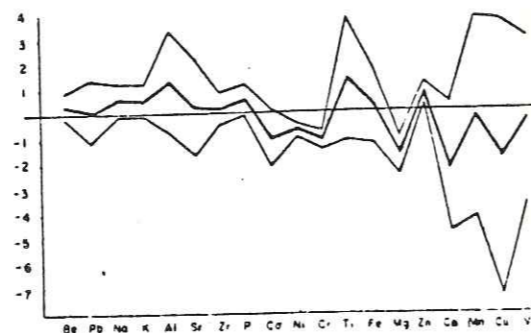
GROUPES 2-6
CMB
59 éch.



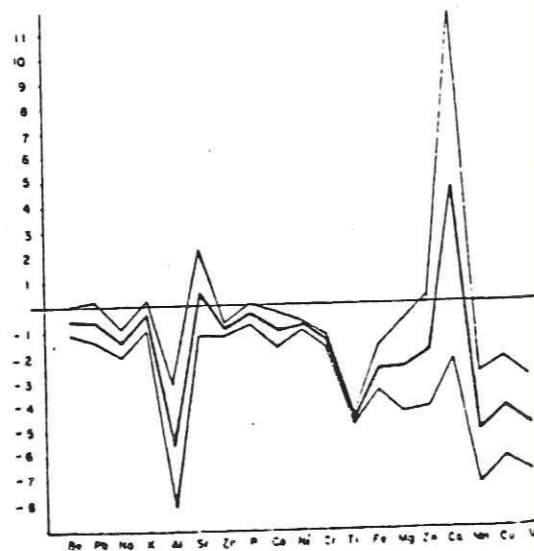
GRUPPE 3
HOUL
37 éch.



GROUPES 5-1
CHNR
225 éch.



GRUPPE 10
CALC
84 éch.



au Nord du Val d'Aoste dans le Val du Grand Saint Bernard. En effet, la zone du groupe CALC forme un "V" topographique pointé vers l'aval recouvrant la zone houillère. Ce "V" topographique indique clairement l'existence de dispersions mécaniques dans les torrents, affectant tout particulièrement les éléments prépondérants dans la classification. Ce type de mécanisme est à considérer avec attention pour la recherche d'anomalies, car il permet de visualiser les traînées, et sa prise en compte permettra plus facilement de remonter aux sources éventuelles.

De même, dans le Val d'Ayas, il semble qu'une dispersion des éléments caractérisant le groupe RBAS, soit importante, masquant de ce fait des faciès géologiques normalement moins basiques (de type COMB).

Par ailleurs, nous pouvons signaler la non-séparation de la zone du Grand Saint-Bernard au Nord (près du Col) de la zone houillère briançonnaise mieux discriminée au Sud. Ici, nous sommes bien obligé d'admettre la similitude géochimique, sinon la parenté, mais en aucun cas, invoquer des phénomènes de dispersion.

c4) Conclusion

Une bonne visualisation des différences et analogies entre les 7 groupes retenus est possible par la construction de profils de teneurs par rapport à la moyenne des 901 échantillons (planche 8). Ceux-ci peuvent par ailleurs, servir à replacer de nouveaux échantillons dans leur contexte géochimique, et affiner la carte géochimique.

La carte géochimique (carte n°4) montre l'étroite similitude entre les différents groupes statistiques et les grandes structures géologiques. Les décalages entre les contours géochimiques et géologiques dus aux dispersions dans les torrents, peuvent être gênants pour la recherche d'anomalies dans les secteurs géologiques cachés.

Toutefois, dans l'ensemble, de tels secteurs semblent relativement limités, à l'échelle du Val d'Aoste.

Il est alors possible de placer des seuils d'anomalie dans chaque groupe sans trop de difficultés.

4) Recherches d'anomalies

a) Introduction

Pour dresser ces cartes, des seuils d'anomalies mono-élémentaires et spécifiques de chaque entité géochimique, ont été définis. A partir d'histogrammes, des paramètres statistiques calculés pour chaque groupe, nous établissons quatre classes de teneurs. Celles-ci rapportées sur les fonds topographiques, nous pouvons ajuster ensuite la coupure de teneur entre celles pouvant indiquer une anomalie économiquement intéressante et celles de formations généralement plus étendues en surface et représentant uniquement le fond géochimique normal.

Les cartes mono-élémentaires présentées ici font apparaître les teneurs anormales relevées dans chaque zone de groupes géochimiques ; leur répartition géographique et géologique se comparera avec la carte géologique (carte n°1 en annexe).

L'étude simultanée de diagrammes binaires présentant les variations des métaux étudiés en fonction de V et de Mn permet de déterminer le type de phénomène de concentration.

En effet, les associations Pb, Zn, V sont souvent marqueuses de concentration en milieux réducteurs, associés à l'évolution de la matière organique, comme dans les bassins houillers. Les concentrations métalliques éventuelles sont alors plutôt d'origine formationnelle, et assez dispersées. Elles restent difficilement exploitables.

Les associations métalliques avec Mn sont marqueuses de phénomènes

de concentration supergène en milieu oxydant, donnant des anomalies de type croûtes oxydées à Mn-Fe et qui piègent d'autres métaux, (LAVILLE-TIMSIT et WILHELM, 1982). Là aussi, les teneurs restent souvent trop faibles pour être exploitées, surtout si, comme dans les Alpes, la tectonique morcelle ces formations.

Toutefois, métallogénétiquement, aussi bien V que Mn peuvent indiquer la proximité de roches basiques qui sont des indices de phénomènes volcaniques (s.l.) souvent accompagnés de phénomènes hydrothermaux.

b) Description et discussion des cartes

b 1) Pb (carte n°5)

Quatre seuils ont été retenus pour l'ensemble du territoire valdôtain prospecté :

- * 80 g/t pour les zones CRIS● et HOUI■
- * 50 g/t pour les zones GNBR▲ et COMB▼
- * 40 g/t pour la zone RBAS◆
- * 30 g/t pour les zones GNVP◆ et CALC●

Les anomalies des groupes HOUI■ et CRIS●, sont nettement différenciées du fond géochimique. En effet, nous ne voyons pas d'échantillon appartenant aux classes intermédiaires. D'autre part, celles-ci sont toutes situées près d'indices connus :

- . le Col Ferret (I.10) 179 g/t
- . Promise (I.18) et la région de Chaz Duraz qui ont fait l'objet de recherches récentes (DOUSSET et TOLLARDO, 1981) trouvant des anomalies de plus de 100 g/t.
- . Le Pain de Sucre (I.76) dans le Val du Grand Saint Bernard, avec des anomalies de 120 g/t.

Les diagrammes binaires Mn/V-Pb (planche 9) montrent qu'il n'y a pas de corrélation nette entre les teneurs en Pb et les teneurs en

planche: 9

Diagramme Mn-Pb sur 901 échantillons.

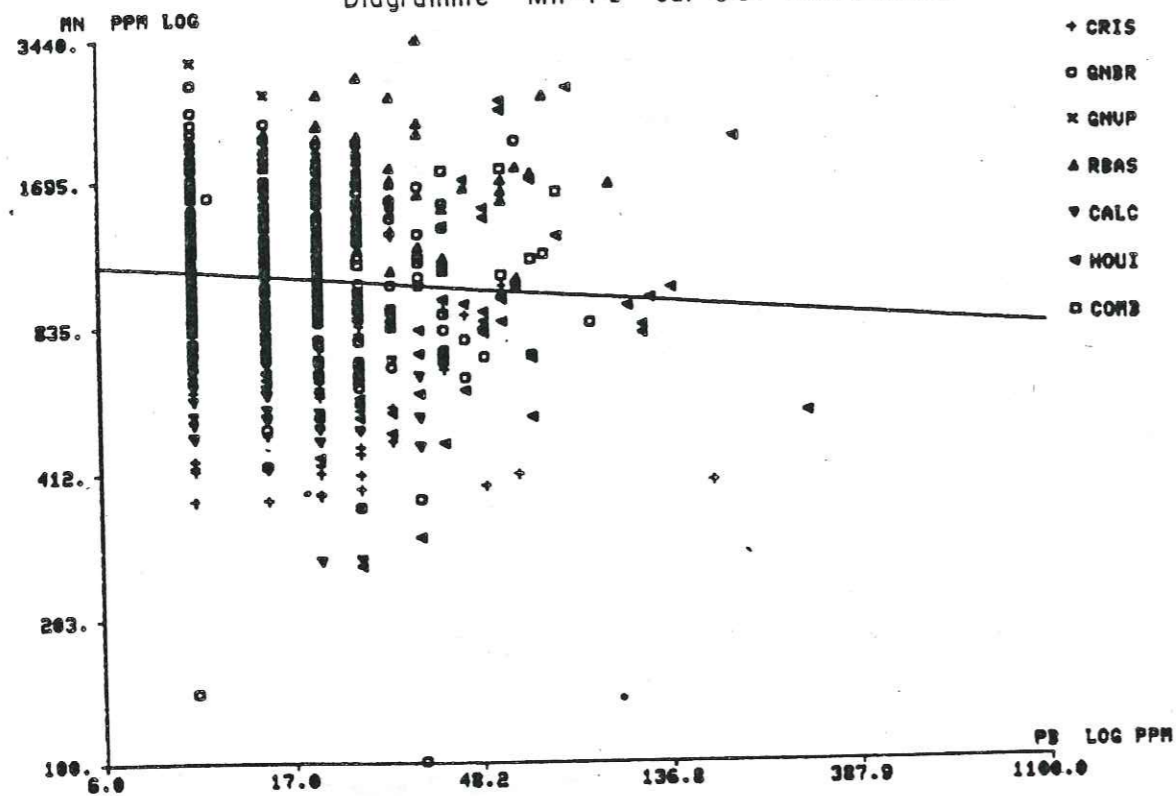
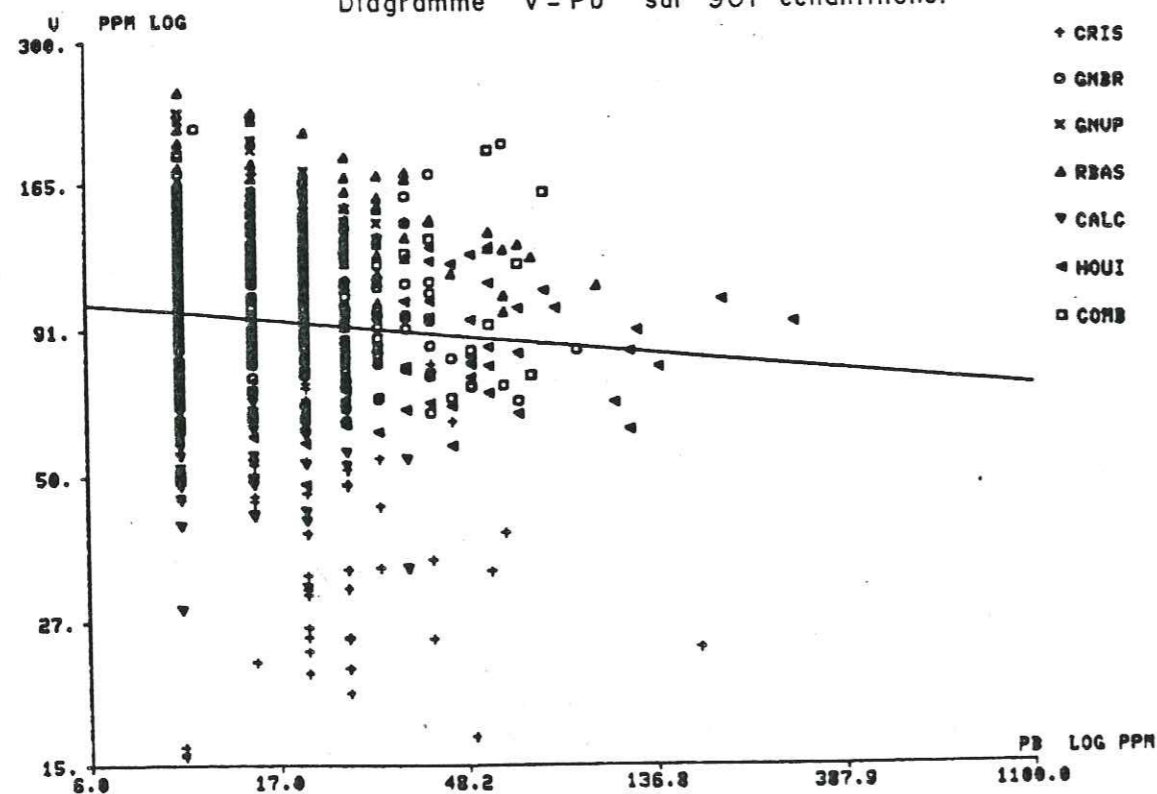


Diagramme V-Pb sur 901 échantillons.



V ou Mn pour les groupes HOUI et CRIS. Nous pouvons donc penser que les fortes anomalies ne sont pas formationnelles.

Les anomalies des groupes GNBR ▲ et COMB ▼, contrairement aux deux ensembles précédents, sont moins marquées, et souvent isolées géographiquement.

Les nombreux points entre 30 et 40 g/t relevés dans le Val Veny pourraient être liés à une teneur de fond plus élevée dans certains micaschistes du Mont Blanc, que dans les autres secteurs plus orientaux, mais appartenant encore à ce même groupe géochimique. Ces teneurs pourraient être aussi dues à une traînée en aval de l'indice de la Lex Blanche dans le Val Veny (I.1) signalé par JERVIS dès 1873. L'imprécision des renseignements sur cet indice ne permet pas de conclure.

Les points anomaux dans le Val Veny (teneurs supérieures à 50 g/t) sont vraisemblablement liés à des reconcentrations à la faveur de replats glaciaires, au cours du drainage de l'ancienne mine du Châtelet (I.4) située sous l'aiguille du même nom.

En aval de la Thuile, le point à 70 g/t correspond aussi à la dispersion mécanique en aval des travaux miniers de Promise (I.18).

Les anomalies situées dans les Vals Saint Barthélemy (60 g/t); Tourneche (75, 65 et 55 g/t), semblent dispersées sur la bordure orientale de la nappe de la Dent Blanche. De petits indices, généralement cuivreux, sont signalés sur cette bordure, mais ils ne paraissent pas corrélés aux anomalies locales, tant du point de vue paragenèse, que du point de vue position géographique.

Toutefois, on se doit de noter la présence fréquente de galène dans les concentrés de batées effectués près des zones de prélèvement de ces échantillons de stream-sédiments, ce qui laisse envisager une importance et une complexité dignes d'intérêt pour une prospection plus rapprochée.

Les anomalies du groupe RBAS ♦

Le seuil assez bas (40 g/t) correspond à un appauvrissement relatif des roches basiques et ultrabasiques (0,1 à 9 g/t) par rapport aux roches acides (10 à 30 g/t) ou même sédimentaires (jusqu'à plus de 100 g/t). Les teneurs parfois beaucoup plus élevées que nous obtenons dans nos échantillons de ce groupe peuvent s'expliquer en partie par le transport des minéraux à Pb moindre que les minéraux à Cr Mg Ni caractéristiques de RBAS. Ces derniers entraînant un étalement du groupe RBAS sur les schistes lustrés plus normalement décrit par le groupe COMB.

Malgré ceci, nous retiendrons quatre groupes d'anomalies dans cette zone géochimique, dont trois ne correspondent qu'à un seul échantillon; mais, en réalité, le point anomal le plus oriental est accompagné par d'autres qui ne sont pas reportés sur la carte pour des raisons de densité et de lisibilité. Ceux-ci sont regroupés dans le secteur situé à l'Ouest de la mine d'Hérin (I.157) étudiée par DOUSSET et TOLLARDO (1981). Les points plombifères marqueraient une prolongation du contact minéralisé serpentinite-amphibolites vers l'Ouest.

Un point isolé dans le Val Saint Marcel (45 g/t) pourrait être lié à l'indice du Lac Layet (I.120) (CASTELLO, 1979 et 1981), situé plus en amont.

La dernière anomalie isolée (100 g/t) près d'Epinel (x = 369, y = 53) en aval de Cogne, n'est pas bien expliquée. Le talweg où a été pris cet échantillon ne draine pas la minéralisation de Plan François (I.52) proche, mais plus à l'Est sur le versant. Bien que cette minéralisation ne soit pas plombifère, faut-il envisager la possibilité d'extension vers l'Ouest avec une évolution de paragenèse ?

Le secteur concentrant plusieurs points anomaux situé autour de la Tour Ponton (x = 383, y = 51), sommet séparant les Vals Champorcher et du Grand Eyvia (ou Cogne). C'est le secteur le plus important par le nombre de points anomaux de teneurs supérieures à 50 g/t de Pb. Pourtant, aucun indice n'est connu à ce jour dans ce secteur. Il y aurait bien celui du Lac Fenis ou Pontonnet (I.177) dans le Val Champorcher, mais, cuivreux, il est situé dans un autre bassin versant.

...

Une reconnaissance géologique, accompagnée d'analyses de roches, est actuellement entreprise pour essayer de déterminer plus précisément la nature de cette anomalie. Les premiers résultats sont énumérés dans la troisième partie de ce mémoire.

Les anomalies des groupes GNVP ♦ et CALC ●

Le seuil placé très bas à 30 g/t reflète la quasi-absence de Pb dans les formations environnantes formant ces deux groupes.

Les deux points anomaux sont tous deux dans la traînée de la zone CALC, induite par le transport de minéraux porteurs des éléments (Ca, Sr) dominants du groupe CALC, sur la zone houillère briançonnaise caractérisée par le groupe HOUI de teneur en Pb plus élevée.

Toutefois, le point le plus septentrional doit se rattacher à l'anomalie de 120 g/t du groupe HOUI correspondant à l'indice de Pain de Sucre (I.76). L'autre point, bien que plus faible (35 g/t) est lui aussi intéressant. Il confirmerait l'indice 80 ou 81 signalé par BARETTI (1893). Malheureusement, les laboratoires BARINGER-MAGENTA ne dosant pas Sb, il persiste un doute quant à la liaison entre les deux observations.

Par ailleurs, la prospection par batées a permis de déceler ici la présence de galène, or et césurite, avec beaucoup de pyrite et de limonites, mais pas de minéraux d'antimoine.

b 2) Cu (carte n°6)

Quatre seuils d'anomalie ont été retenus pour l'ensemble du territoire valdôtain :

- 400 g/t pour la zone RBAS ●
- 120 g/t pour les zones COMB ▲, HOUI ■ et GNBR ▼
- 65 g/t pour les zones GNVP ♦ et CALC ◆
- 35 g/t pour la zone CRIS ◆

....

Les grands écarts entre ces seuils retenus sont pleinement justifiés par les familles géochimiques délimitées géographiquement et bien mises en évidence par les statistiques.

Le plus haut seuil (400 g/t) correspond aux zones de roches basiques et ultrabasiques. Ensuite, le seuil à 120 g/t correspond à des zones de roches non basiques en général, mais où affleurent aussi des roches basiques sous forme de lentilles limitées (zones COMB, GNBR) ou représentées par des minéraux ferro-magnésiens d'origine peut-être détritique (groupe HOUI).

Les faibles teneurs (65 et 35 g/t) correspondent aux zones de tendance acide (CRIS-GNVP) ou tout au moins sédimentaires, loin de zone basique.

Les anomalies du groupe RBAS ●

Le seuil placé très haut, à 400 g/t, résulte de la plus grande affinité du Cu avec les roches basiques, comme nous l'a montré le dendrogramme des corrélations (figure 16, planche 3).

Le secteur anomal de ce groupe correspond aux pollutions dues au drainage de la minéralisation d'Hérin (I.157). Celui-ci est très marqué du point de vue des teneurs.

Les anomalies des groupes HOUI ■, COMB ▲ et GNBR ▼

Les points anomaux sont nombreux, et souvent très au-dessus du seuil fixé (120 g/t). La plupart sont dues, outre les grandes minéralisations jadis exploitées (Promise (I.18), Ollomont (I.94, 95, 96), à quelques petits indices signalés par BARETTI (1893), JERVIS (1873), etc.. Mais d'autres points restent sans corrélation avec des indices reconnus.

Etant donné la géologie de ces groupes où sont présentées de nombreuses passées de roches basiques, il est difficile en première approximation, de faire la part des anomalies dues à des gisements, de celles dues à la présence dans la série de niveaux à fortes teneurs basiques.

...

La comparaison avec la chimie des roches composant la géologie locale devrait toutefois lever l'indétermination.

Les corrélations Cu-Mn ne sont pas utilisables dans cette zone, car les indices connus montrent souvent l'association de minéraux manganésifères et cuprifères, sinon dans la paragenèse du minerai, tout au moins dans les mêmes secteurs miniers, considérés à l'échelle hectométrique. De telles associations donnent sur les diagrammes binaires des résultats analogues à ceux obtenus pour les roches des formations environnantes, surtout après les transports torrentiels. (planche n°10).

Les anomalies dans les groupes GNVP ◆ et CALC ◆

Le seuil d'anomalie est assez bas (65 g/t) par rapport aux groupes précédemment étudiés. Cela correspond à l'absence de structures géologiques basiques qui donnent une contribution de Cu non négligeable aux stream-sediments.

Les points anomaux du groupe CALC, exceptés les points des Vals Ferret et Veny, se trouvent tous à proximité de faciès schistes noirs. Ces derniers sont associés, soit à l'unité des cols, soit aux unités du Versoyen ophiolitifère (ANTOINE, 1968), ou du moins paléovolcanique (LASSERRE-LAVERNE, 1976). Cependant, l'indépendance de Cu vis-à-vis de Mn et de V permet de conserver ces points comme anomalies indépendantes du mécanisme d'oxydo-réduction. Ces anomalies pourraient alors caractériser les indices de Bois Chavannes (I.19) et du Col Serena (I.80) (BARETTI, 1893 ; JERVIS, 1873). Une prospection plus rapprochée serait nécessaire pour mesurer le niveau de similitude entre les deux faits.

Les points anomaux du groupe GNVP, sont tous situés dans les affluents de la rive gauche de la Valpelline. Les teneurs en Cu anomaux ne sont pas très éloignées des valeurs moyennes (46 g/t). Ces anomalies sont sans doute associées aux teneurs en Mn, V, Sr, Ti plus élevées, particulièrement dans la formation de Valpelline. En effet, de nombreux cristaux de chalcopryrite sont observables, disséminés dans les roches de cette formation.

...

Planche: 10

Diagramme Mn-Cu sur 901 échantillons.

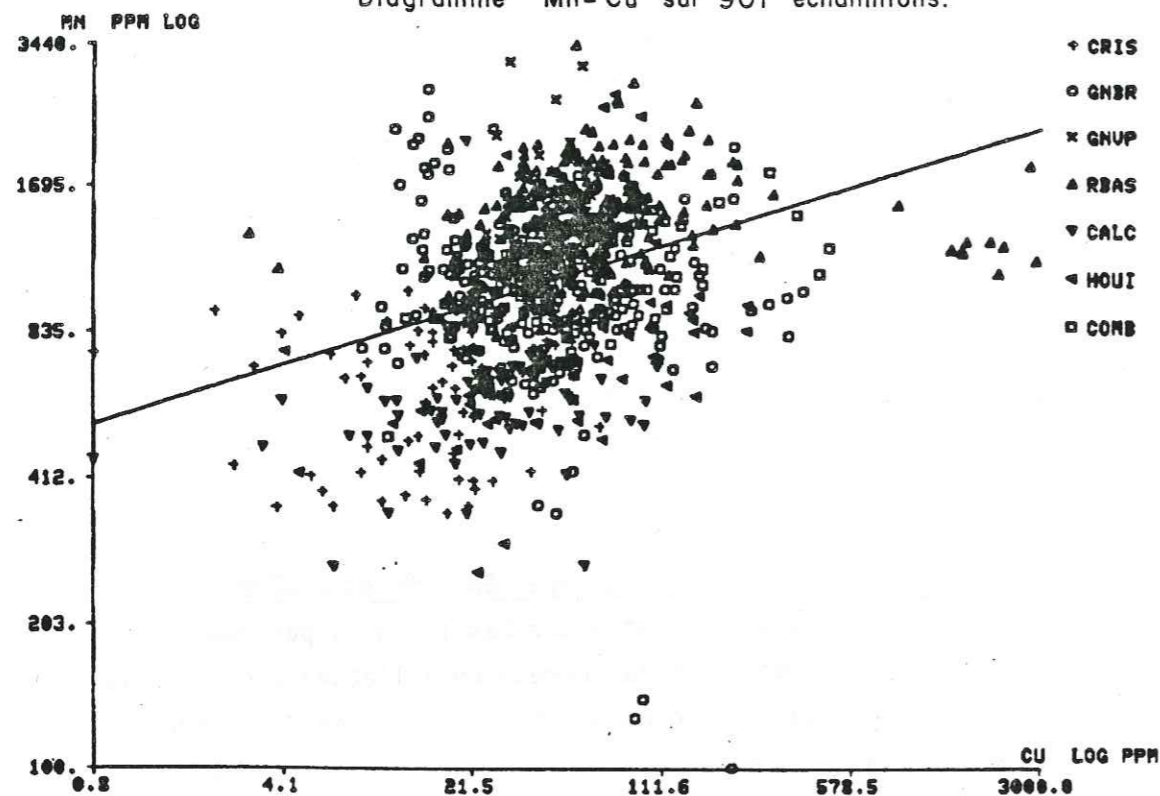
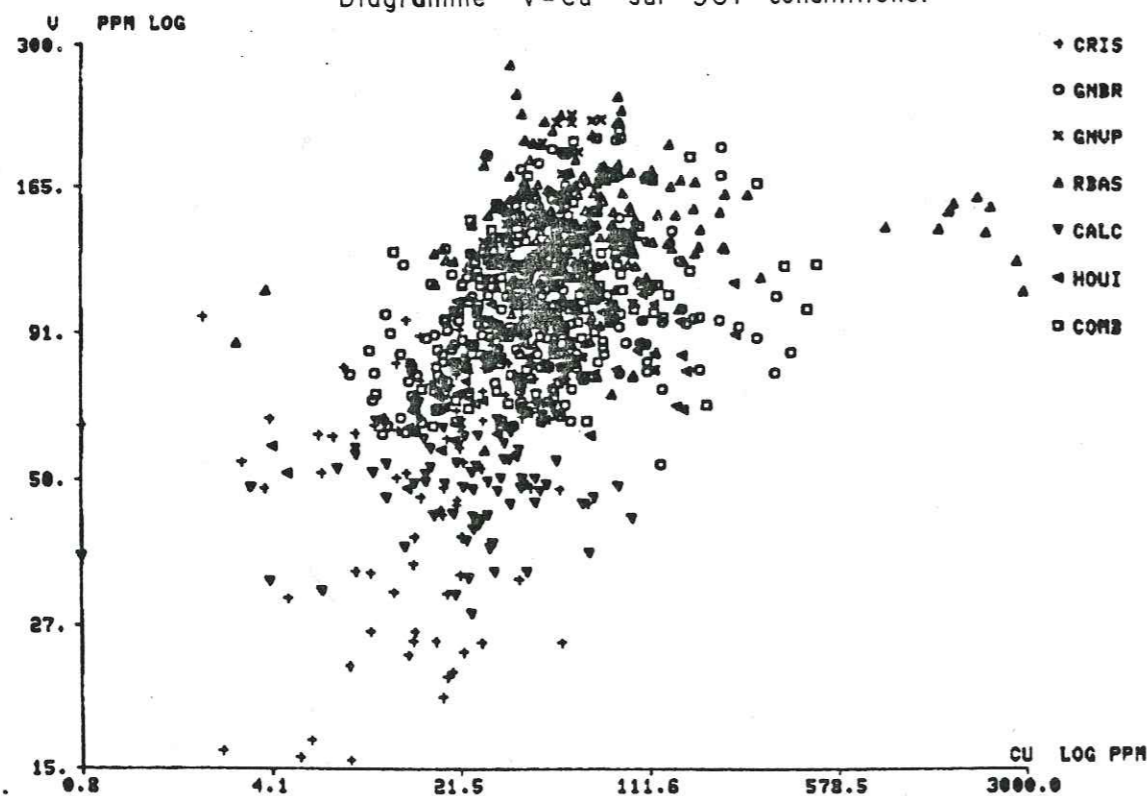


Diagramme V-Cu sur 901 échantillons.



Cependant, on peut noter ici la présence de la mine de Dzovenno, (I.98) qui, filonienne, doit représenter une remobilisation des sulfures de la série.

Les anomalies de la Valpelline peuvent être considérées comme formationnelles, tout en n'excluant pas tout à fait la possibilité de phénomènes de remobilisations locales en petits indices.

Les anomalies du groupe CRIS ●

Le seuil est placé très bas à 35 g/t. Cela résulte de la très faible affinité de Cu à l'échelle des fonds géochimiques des roches cristallines acides.

Les anomalies assez élevées par rapport aux seuils apparaissent dans le Val Ferret liées aux indices 10, 11 et 12. Les points situés dans le massif du Grand Paradis pourraient de même être associés à la mine de Valeille, (I.59).

b 3) Zn (carte n°7)

Quatre seuils d'anomalies ont été retenus pour l'ensemble du territoire valdôtain prospecté :

- 200 g/t dans le groupe HOUI ●
- 160 g/t dans le groupe GNVP ■
- 150 g/t dans les groupes GNBR ▲, COMB ▼ et RBAS ◆
- 100 g/t dans les groupes CRIS ◆ et CALC ●.

Les différents seuils sont relativement proches les uns des autres et reflètent l'ubiquité de Zn dans les stream-sédiments. Cette dispersion de Zn est soulignée par l'abondance de points de teneurs intermédiaires.

Les anomalies du groupe HOUI ●

Elles sont les plus élevées (supérieures à 200 g/t), et délimitent

trois secteurs correspondant tous à des minéralisations reconnues :

- Promise (I.18) dans le Val Rutor,
- Flassin (I.33) dans la vallée du Grand Saint Bernard, et de l'alpe Ravine dans le Val Vertosan (I.28),
- et des petits indices du Val Menouve (I.79) (BARETTI, 1893).

Les anomalies du groupe GNVP ■

Elles sont assez élevées par rapport au seuil choisi (160 g/t), et se trouvent toutes rassemblées dans le même vallon présentant aussi des anomalies en Cu. Les fortes teneurs Zn, comme celles en Cu, s'associent à de plus fortes en Mn, Fe, V, etc.. Ces associations indiquent une origine plutôt formationnelle.

Cependant, la concentration des fortes teneurs Cu-Zn sur un unique vallon, face à la mine de Dzovenno, (I.98), est à prendre en considération pour une prospection ultérieure plus spécifique dans ce vallon.

Les anomalies dans les groupes GNBR ▲, COMB ▼ et RBAS ◆

Nous retrouvons pour un même seuil trois groupes dont la géochimie montrait une plus ou moins grande affinité avec les roches basiques.

Le seuil retenu (150 g/t) n'est pas significativement différent de celui du groupe GNVP. Tous ces groupes (GNBR, COMB, RBAS et GNVP) présentent des teneurs moyennes assez proches, probablement liées à la juxtaposition sur le terrain des secteurs qu'ils couvrent.

Ainsi nous trouvons dans la zone COMB de nombreux points anomaux en bordure de la nappe de la Dent Blanche, caractérisée en partie par les groupes GNVP et GNBR, confirmant peut-être l'aspect formationnel des anomalies de la Dent Blanche.

Les zones RBAS et GNBR ne semblent pas décrire d'autres points anomaux que ceux attribuables à des indices, où Zn apparaît associé à Cu, déjà reconnus :

- Filone (I.93) dans le haut Ollomont,

...

- Menouve (I.89-88) dans la combe Menouve, dans le Val Grand Saint Bernard.

Seul le secteur de la Tour Ponton se corrèle avec les anomalies en Pb signalées plus haut.

L'imbrication, dans ce secteur, de roches basiques relativement plus riches en Zn-Cu, dans les schistes lustrés, peut être à l'origine de ces anomalies. Cependant, la conjonction d'anomalies Cu-Pb-Zn laisse entrevoir une association de type BPGC, qu'il conviendrait d'étudier par des reconnaissances sur le terrain.

Les anomalies des groupes CALC ◆ et CRIS ◆

Ces deux groupes ont un seuil d'anomalie en Zn sensiblement plus bas que les autres (100 g/t). Il reflète l'appauvrissement des roches les moins basiques en éléments tels que Fe, Mn, Mg, et par conséquent, en Zn du fait de l'affinité chimique naturelle de cet élément avec les métaux divalents.

Les points anomaux apparaissant dans ces zones peuvent être attribués avec moins d'ambiguïté à des minéralisations de type hydrothermal BPG. Ainsi, nous retrouvons les secteurs minéralisés inventoriés, déjà cités plus haut pour Pb et parfois Cu.

b 4) Co (carte n°9)

Le petit nombre d'anomalies présent, malgré des seuils artificiellement bas, provient des défauts de détection de Co signalés notamment dans la série d'analyses n°2, de février 1982. Par ailleurs, Co est un élément inerte dans les différenciations magmatiques, et n'est que peu contrasté entre les différentes roches.

Les très fortes valeurs sont toutefois dignes d'intérêt. Un enrichissement relatif, en bordure du Mont Blanc, tout le long du Val Vény, suggère une anomalie formationnelle. Cependant, les plus fortes

...

valeurs, avec l'association d'autres métaux, pourraient indiquer des gîtes filoniens.

L'échantillon (S 0777) situé près de la mine de Salza-Schelbete, (I.186), dans le Val Gressonney, qui présente 121 g/t de Co, est très probablement lié à des serpentinites, étant donné les fortes teneurs mesurées en Cr, Ni et Mg.

Il faut aussi noter des teneurs anormales en Co (114-107 g/t) près de la mine d'Hérin (I.156), associées à de fortes teneurs en Cu (S 0551-0552-0553, etc.).

b 5) Cr et Ni (cartes n° 10 et 11)

Le comportement de Cr est très semblable à celui de Ni, aussi bien dans les roches (tableau 12) que dans les streams (planche 11).

REPARTITION DE Cr ET Ni DANS LES ROCHES
(Tableau 12)

D'après: TAYLOR S.R. (1965) in REEDMAN J. (1979) et en Val d'Aoste, DOUSSET & TOLLARDO (1981)

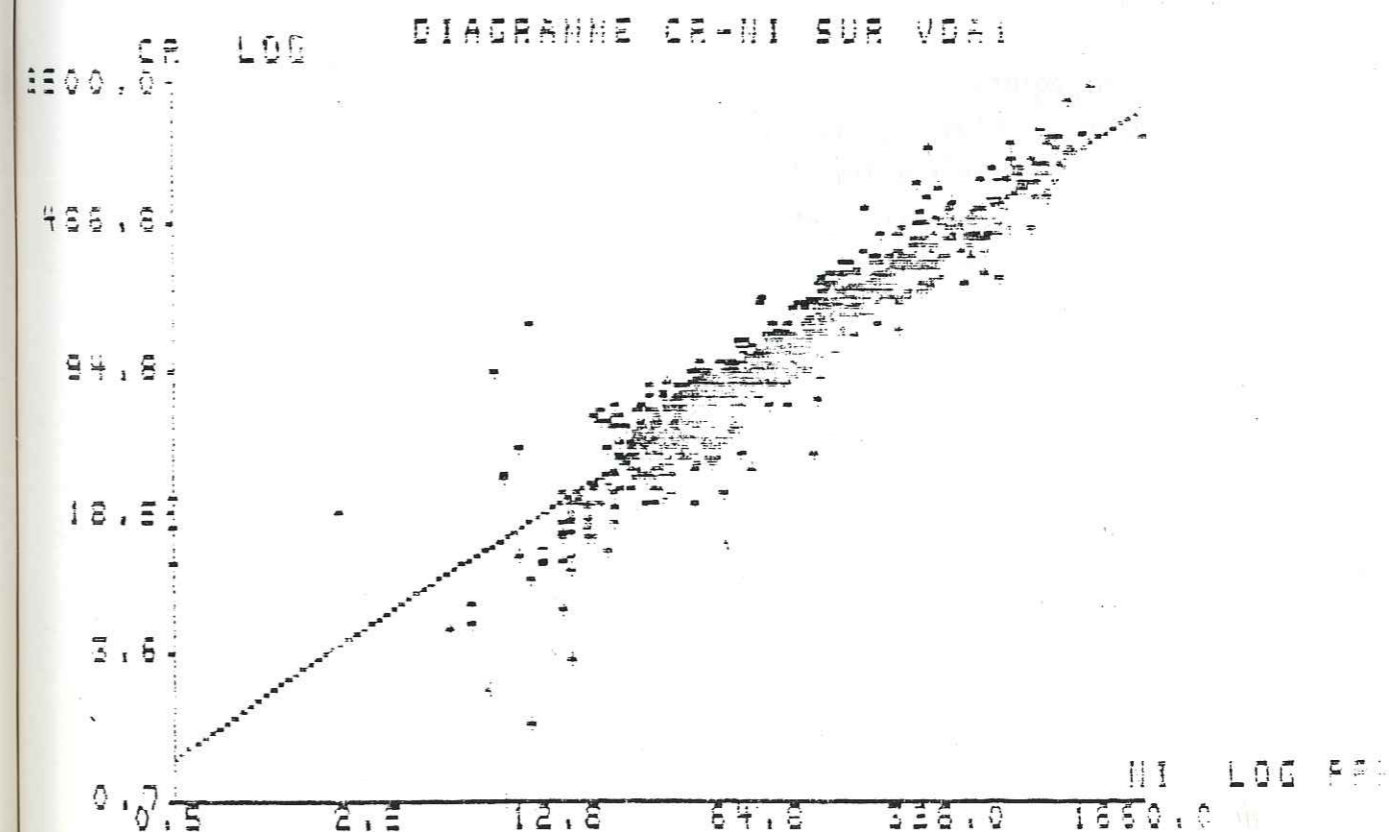
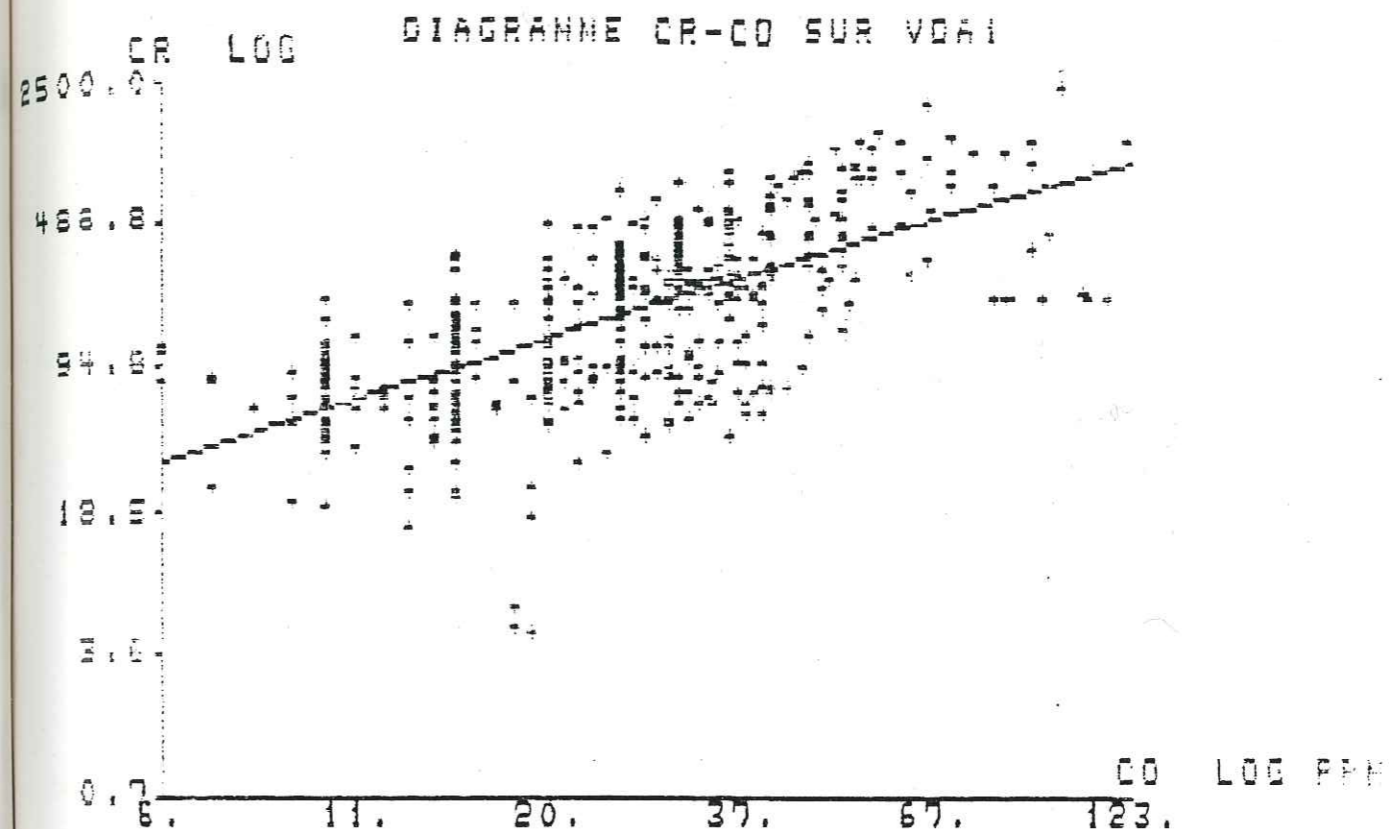
	Ultrabasites	basaltes	syénites	granodiorites	granites	serpentinites	amphibolites	
Cr	2000	200	2	20	4	2200	362	ppm
Ni	2000	150	5	20	0.5	1600	468	ppm

Nous traiterons simultanément ces deux éléments en nous servant de la carte de synthèse n°12 et en ne nous reportant aux cartes d'anomalies que pour visualiser les teneurs anormales.

Les anomalies du groupe RBAS ●

Comme le montre le tableau n°12 ci-dessus, les roches basiques et ultrabasiques que représente le groupe RBAS sont, de manière générale, beaucoup plus riches en Cr et Ni. Les fonds géochimiques qui en résultent auraient justifié, au moins pour ces deux éléments, de ne

Planche 11



pas regrouper les groupes 9 et 4, différenciant respectivement les ultrabasites et les roches basiques.

Toutefois, il est probable que la recherche d'anomalies Cr et Ni dans le seul groupe 4, n'aurait conduit à mettre en évidence que des lentilles de serpentinites.

De plus, dans un tel contexte géochimique, les gisements recherchés ne peuvent être que des accumulations de chromite ou de minéraux nickelifères. La magnétite ne se prête pas à la prospection géochimique, le fer est d'une part trop omniprésent dans les roches, et d'autre part, trop mobile dans les mécanismes superficiels.

La relative faible puissance des niveaux de chromite exploitable, que l'on connaît à travers le monde, ne nous permet pas d'envisager des disséminations d'importance, et seule la délimitation de secteurs à plus fortes probabilités de concentration chromifères ou nickelifères peut apparaître dans la prospection.

Sur la carte de synthèse n°12, le seuil est placé à 1000 g/t, et toutes les anomalies qui apparaissent sont situées dans la zone du groupe 9 (figure 22), caractérisant les secteurs serpentinitifères.

Deux points cependant atteignent des teneurs particulièrement élevées en Cr. L'un à 2 040 g/t est situé dans le Val Chälamy, l'autre à 2 400 g/t est situé dans le vallon de la Verra sous le Breithorn (Val d'Ayas). Ils pourraient être marqueurs de zones plus particulièrement propices à la recherche de niveaux chromifères.

Le point (S 0777) de forte teneur Ni (1 660 g/t) dans le Val Gressonney est associé à des teneurs élevées en Co (121 g/t).

Les anomalies du groupe COMB ◆

Les seuils d'anomalies, aussi bien pour Cr que pour Ni, restent élevés (500 et 400 g/t), à cause de la présence déjà signalée de lentilles ou écailles de roches basiques ou ultrabasiques. Ce mélange peut amener par contraste l'apparition d'anomalies. Celles-ci sont donc probablement peu exploitables, mais peuvent donner, comme pour la zone RBAS, des

...

secteurs de recherche plus rapprochée.

Un secteur de points anomaux se dessine dans le Val Tournenche, autour de la mine de Petit-Monde (I.146), exploitée autrefois pour le cuivre. Des analyses sur des échantillons de cette mine ont montré la présence de platinoïdes, principalement d'iridium (DOUSSET et TOLLARDO, 1981). Une recherche du platine en liaison avec ces anomalies en Cr paraît très souhaitable.

Les points situés dans le Val Ollomont sont liés à des écailles de roches vertes (S 0443) pouvant donner des gisements d'amiante, au Col Amiante notamment.

Les anomalies des groupes GNVF ▲ et GNBR ▼

Les seuils d'anomalies retenus pour ces deux groupes sont très comparables (150 g/t pour Cr et respectivement 80 et 100 g/t pour Ni).

Aucune anomalie n'est très notable. Néanmoins, nous avons des anomalies dans les Vals Gressonney et Ayas sur des affluents recoupant aussi la zone géologique de Sesia-Lanzo, composée de gneiss. Si les points situés dans le Val d'Ayas (S 0037-0052-0047...) peuvent être attribués au drainage des serpentinites de la zone piémontaise affleurant là aussi, ceux du Val Gressonney (S 0718-0722-0723) sont totalement liés aux roches gneissiques de la zone Sesia-Lanzo.

Ailleurs, nous avons dans la Valpelline un secteur de forte teneur en Cr-Ni, mais aussi en de nombreux autres éléments (Cu, Zn, Mn, Zr, Mo). Ce type d'anomalie multi-élémentaire, que nous retrouvons aussi dans le Val d'Ayas, dans un contexte structural analogue, suggère une origine formationnelle des anomalies propre à un ensemble lithologique ou pétrographique de la zone Sesia-Lanzo (s.l.).

Les anomalies des groupes HOUI ●, CALC ◆ et CRIS ■

Nous avons retenu pour ces trois groupes les mêmes seuils d'anomalies (100 g/t pour Cr et 60 g/t pour Ni). Les faibles teneurs enregistrées pour ces zones proviennent de l'absence de roches basiques.

...

Les anomalies que nous trouvons ici sont probablement liées plutôt à des minéralisations de type hydrothermal :

- les points anomaux que nous relevons sont tous proches de minéralisations inventoriées. Cependant, l'abondance de Cr et Ni, notamment dans le Val Vertosan, est trop étendue pour être en corrélation avec le gîte de galène et de blende de Ravine (I.28).

Il semblerait qu'il faille corréler ces anomalies davantage avec les massifs de la Costa Citrin ($x = 356$, $y = 73-74$), qui comporte quelques metabasites (CABY, 1974), qu'à des formations sédimentaires issues des zones cristallines internes contenant quelques passées de roches basiques.

De même, les points de Cr dans les Vals de Cogne et Savarenche ont très certainement une origine liée à la présence des roches vertes piémontaises cernant le massif du Grand Paradis.

C - CONCLUSION

Cette étude montre qu'il est possible de retrouver des indices minéralisés malgré les difficultés d'origine morphologique, climatique et géochimique. Les cartes de synthèse Pb, Zn, Cu (n°8) et Cr, Ni, Co (n°12) récapitulent les secteurs anomaux. La carte Mo, Zr, Be, Th (n°13) n'est donnée qu'à titre d'indication complémentaire, les éléments qui y sont répertoriés ayant été mal analysés pour ce type de prospection.

Hormis les anomalies attribuables aux grands indices, qui furent souvent l'objet de travaux d'exploitation, quelques anomalies retiennent notre attention, soit par leur localisation totalement inédite, soit pour la valorisation possible des anciens indices en élargissant les possibilités d'exploitation.

Nous pouvons citer les secteurs :

1* liés à des indices :

- Le Col Ferret (I.10), où il reste à vérifier les possibles pollutions

...

en Pb-Zn, dues aux anciens travaux,

- Le secteur de Praz-Sec dans le Val Ferret (I.11) pour des anomalies Cu, et en notant la possibilité de minerais d'uranium (Rapport AGIP, 1979), MASTRANGELO et al, 1983,
- Les secteurs des mines de la Lex Blanche (I.1) et du Châtelet (I.4) dans le Val Veny,
- Le plateau de Chaz-Duraz constitue une extension possible de la mine Pb-Ag de Promise (I.18),
- Les secteurs du Col Serena (I.80) du Mont Flassin (I.83) et Vertosan (I.28), qui présentent de fortes anomalies en Pb, Zn, et Cu et sont peut-être liés aux massifs interstratifiés de la Côte Citrin et du Mont Flassin,
- Les anomalies du Vallon de Vessona, face à la mine de Dzovenno (I.98) en Cr, Ni, Cu, Zn (Mo, Zr) semblent réévaluer l'hypothétique indice de Sevey signalé sur la carte BRGM,
- De même, les points du Val Saint Marcel liés au lac Layet (I.120), donnant à cette indice un intérêt nouveau.

2* les secteurs inédits :

- le secteur de la Tour Ponton ($x = 383$, $y = 51$) qui présente de nombreux points anomaux en Pb, Zn.

Par ailleurs, des points plus isolés retiennent notre attention par de fortes teneurs simultanées en plusieurs éléments qui suggèrent la présence de minéralisations de type BPGC.

- Dans le Val de Cogne, le point (S 0350) près d'Epinel présente une forte anomalie de Pb et Zn,
- De même, le point S 0031 dans la Combe Arsy, en rive droite de la vallée du Grand Saint Bernard,
- Le point (S 0780) dans le Valnontey n'est pas sans rappeler l'indice (I.59) du Val Valeille voisin dans un contexte géologique analogue,

...

- Enfin, le point (S 0760) à Gressonney-Saint-Jean, qui présente une anomalie en Pb-Zn et Cu.

Cependant, il faut noter qu'une anomalie isolée ne permet pas d'éliminer l'hypothèse d'erreur analytique systématique, ou plus simplement de condition de concentration alluvionnaire, au lieu de prélèvements, particulièrement favorable. Aussi ces anomalies isolées requièrent-elles des vérifications analytiques, suivies, s'il y a lieu, par de nouveaux échantillonnages avec une maille plus serrée.

PARTIE 2

CHAPITRE III

PROSPECTION A LA BATEE

A - INTRODUCTION

1) Caractéristique morphologique du Val d'Aoste

La prospection à la batée a montré son efficacité pour déterminer la présence des substances utiles recherchées autour d'indices connus (DOUSSET et TOLLARDO, 1981), malgré des conditions de sédimentation pas toujours favorables. Dans le passé, ce type de prospection fut un des principaux facteurs de découverte de minéralisations.

La région valdôtaine est un pays à fort relief avec de fortes pentes et dénivellations donnant un coefficient d'aération, (rapport entre les altitudes moyenne (2106) et maximale (4800 m) de 43,8 et dépassant 60 dans certaines vallées latérales (JANIN, 1967).

La couverture végétale est réduite, voire absente en altitude (> 1800-2000 m). Mais dans les fonds de vallées, elle devient plus importante, et recouvre des formations superficielles (éboulis, moraines, coulées de solifluxion, etc...)

Dans la majorité des cas, ces formations sont peu ou pas remaniées, mais entaillées par les torrents. Seuls les éboulis sont susceptibles d'avoir été lessivés sur place.

Ces alluvions, hormis celles des grands torrents, comportent encore de nombreux éléments anguleux, indiquant des transports sur de faibles distances.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
 MAISON DES GEOSCIENCES
 DOCUMENTATION
 B.P. 53
 F. 38041 GRENOBLE CEDEX
 Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
 Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

2) Méthodes

a) Le concentré

Le batayage consiste en la récupération des minéraux lourds transportés par les torrents, par lavage des alluvions. Chaque prélèvement est constitué de plusieurs prises de tout-venant distantes d'une dizaine de mètres. Pour une comparaison directe des teneurs, il est plus pratique de laver toujours le même volume. Les sites de prélèvements doivent, autant que possible, être de concentration optimale, c'est-à-dire représenter des graviers et sables épais, le moins boueux possible. Le sable, prélevé à une profondeur allant jusqu'à 40 cm, est versé dans un tamis de 5 mm placé sur un pan. Le refus du tamis est examiné pour vérifier l'absence de gros éléments minéralisés. Le sable recueilli dans le pan est lavé, jusqu'à l'obtention d'un concentré contenant non seulement les minéraux lourds, mais aussi une bonne quantité de minéraux de densité moyenne, afin de ne pas trop perdre d'éléments intéressants. L'échantillon est séché sur place, puis emballé, afin d'éviter les oxydations ultérieures.

b) Les mailles

Compte-tenu du régime de transport des minéraux lourds dans la région étudiée, une maille initiale d'une batée par km² a été planifiée dans le cadre de la prospection entreprise, soit environ une batée pour quatre stream-sédiments prélevés. En pratique, cette maille est plus ou moins respectée (plan n°II). Les prélèvements peuvent être aussi denses que les stream-sédiments, lorsque le réseau hydrographique devient complexe ou plus lâche, lorsque les dépôts alluvionnaires batayables deviennent rares ou trop grossiers (dans certains torrents).

Cette prospection par batée menée simultanément à celle par stream-sédiments, permet de compléter la géochimie par reconnaissance de minéraux dont des constituants n'apparaissent pas dans les analyses (l'or, par exemple). De plus, elle permet de contrôler ou de confirmer des anomalies, sans retour sur le terrain. Toutefois, cela peut être nécessaire ; la maille de prélèvement sera alors plus réduite.

...

3) Déterminations minéralogiques

Les déterminations minéralogiques des fonds de batée ont été confiées aux laboratoires du BRGM-Nantes. Les résultats des déterminations sont donnés sous forme de tableaux regroupant 10 échantillons où sont reportés :

- le poids total des minéraux lourds en g,
- le poids de chaque minéral d'importance économique (scheelite, cassitérite, galène, cinabre, blende, chalcopirite, pyromorphite et or). Les valeurs indiquées 0,01 et 0,03 g représentent respectivement la présence en microtraces et traces de ces minéraux, mais ils ne sont réellement pesés qu'au-dessus de 0,05g. En-dessous de 0,05 g, les valeurs ne sont que des estimations qualitatives. Pour l'or, les valeurs 0,001 g et 0,003 g représentent respectivement une somme de diamètres des grains de 1 à 10/10 mm et de 11 à 99/10 mm. Empiriquement, au BRGM, on estime que 550/10 mm équivalent à 0,1 g d'or, pour une somme de grains n'excédant pas 5/10 mm et ayant un diamètre moyen d'environ 3/10 mm. L'or est pesé à partir de 0,01 g.
- les minéraux sans importance économique, ou de faible valeur, sont donnés sous la forme d'une estimation volumique, où :
 - 0 représente l'absence des dits minéraux,
 - 1 représente la présence de quelques grains (traces)
 - 2 représente un volume inférieur à 1 % des minéraux lourds
 - 3 représente un volume compris entre 1 et 10 % des minéraux lourds
 - 4 représente un volume compris entre 10 et 30 % des minéraux lourds
 - 5 représente un volume compris entre 30 et 60 % des minéraux lourds
 - 6 représente un volume compris entre 60 et 90 % des minéraux lourds
 - 7 représente un volume supérieur à 90 % des minéraux lourds.

Ce type de données, semi-quantitatives, permet la comparaison de batées effectuées sur des sites favorables, avec d'autres effectuées sur des sites moins favorables, à la condition que les bassins versants soient globalement minéralogiquement équivalents. Mais si cette condition n'est pas remplie, l'apport ou la disparition d'un minéral prépon-

...

MINERAUX	NOMBRE	MINI	MAXI	MOYENNE	EC-TYPE	COEF-VAR	* MOY-GEO	DEV-GEO	
mxl	354	2.00	25000.0	1154.5	2776.1	0.42	*	281.7	5.63
Cas	3	1.43	1.4	1.4	0.0	0.00	*	1.4	1.00
Sch	121	0.31	10.0	1.7	1.7	1.02	*	1.3	2.10
Gal	45	0.31	4.3	1.1	0.8	1.31	*	0.8	2.05
Bie	3	0.33	4.3	2.1	2.0	1.04	*	1.3	3.66
Cha	17	0.33	3.3	1.3	0.9	1.56	*	1.1	2.03
Au	26	0.31	6.0	1.8	1.5	1.19	*	1.3	2.21
Py	332	0.01	547.3	32.7	75.4	0.43	*	5.3	8.79
Ba	59	0.01	68.4	4.6	12.6	0.37	*	0.4	10.04
Tr	141	0.01	39.2	1.9	5.3	0.36	*	0.4	5.36
Sph	269	0.01	333.5	7.5	26.4	0.28	*	1.3	7.78
Zi	340	0.01	147.2	4.7	13.8	0.34	*	1.1	5.72
Ap	171	0.01	187.7	3.1	14.9	0.21	*	0.5	6.20
Ru	297	0.01	185.1	6.9	21.3	0.32	*	0.7	8.39
An	42	0.01	660.2	17.4	101.9	0.17	*	0.2	9.02
Ilm	344	0.01	880.8	35.3	94.0	0.38	*	5.7	7.65
Mag	351	0.01	7540.5	331.7	983.1	0.34	*	30.6	12.59
Ln	177	0.04	871.2	34.7	98.5	0.35	*	5.2	8.80
Chn	3	0.01	2.6	1.2	1.3	0.88	*	0.3	19.12
Gr	331	0.01	17456.6	549.9	1805.7	0.30	*	38.5	15.36
Am	242	0.01	1604.7	85.8	236.0	0.36	*	4.2	18.52
Chl	44	0.05	220.7	10.1	37.1	0.49	*	3.3	8.65
Ep	319	0.03	4589.8	160.0	435.4	0.37	*	16.9	14.40
Gl	41	0.03	104.8	16.6	31.1	0.53	*	1.7	11.80

TABLEAU N°13 : Statistique élémentaire sur les teneurs batées.

dérant (grenat, amphibole, etc...) dans les batées a pour conséquence une brusque diminution ou une augmentation corrélative de teneur des autres minéraux, en vertu d'un principe de dilution simple mais sans signification de processus géologique.

L'annexe II représente toutes les données de batées avec un plan de positionnement. Dans le texte qui suit, les identifications seront précédées de la lettre B, comme batée, pour les différencier de la numérotation des streams, notée S, et des indices, notée I.

B - INTERPRETATION DES RESULTATS

1) Généralités

a) Teneur en minéraux lourds

Les poids totaux des minéraux lourds récupérés sont très variables selon les batées (0,01 g pour B CPA5 à 180,4 g pour B GS38). Ce poids dépend d'une part du volume de tout-venant lavé, et d'autre part reflète la composition minéralogique des roches dont les alluvions sont issues. Comme la quantité de tout-venant lavé est variable, il apparaît nécessaire de corriger le poids par le volume de tout-venant.

$$t \text{ (g/m}^3\text{)} = (\text{poids minéraux lourds (g)/volume lavé (l)}) \times 1000.$$

Pour les minéraux donnés en classes de pourcentages volumétriques de minéraux lourds, les résultats restent qualitatifs car il faut arrêter arbitrairement une densité moyenne des minéraux lourds. Aussi, seul un tableau de statistiques élémentaires (tableau 13) résumant les résultats obtenus sur 354 batées est présenté en regard.

Sur ce tableau, nous constatons que les minéraux utiles sont toujours en de très faibles teneurs par rapport aux minéraux de constitution des roches locales (amphibole, grenat, etc..).

La carte n°15 montre des corrélations entre les fortes teneurs en minéraux lourds et la zone piémontaise, riche en minéraux ferro-magné-

siens, ou la zone Sesia-Lanzo, riche en grenat (minéral de métamorphisme général des zones internes), à la différence des zones externes où les fortes teneurs restent isolées et peuvent être liées à des minéralisations. Il faut donc traiter à part les zones internes où les variations de minéraux peu abondants sont occultées par celles des minéraux les plus abondants, et demandent plus d'attention pour la détection d'anomalies métalliques associées.

b) Les minéraux présents dans les batées

40 espèces minérales sont identifiées, mais seulement 10 d'entre elles sont présentes dans plus de la moitié des concentrés, et 20 n'apparaissent que dans moins de 10 % des concentrés.

Les dix minéraux les mieux répartis peuvent être présents en de très fortes proportions (grenat, ilménite, zircon, épidote, amphibole, magnétite, pyrite, limonite, sphène, rutile). Ce sont des minéraux qui, souvent, caractérisent les roches du Val d'Aoste ; les grenats caractérisent des gneiss et micaschistes, l'amphibole, la magnétite, l'épidote les roches vertes.

Les autres minéraux, moins bien répartis, sont aussi souvent en faible proportion, soit parce que :

- fragiles, ils sont vite détruits, ou trop petits, pour être récupérés,
- en petite quantité, ou de petite taille dans les roches, ils sont trop dilués dans les alluvions et nous les récupérons mal,
- effectivement rares, ils n'apparaissent que dans certaines roches.

Parmi ces minéraux, peu présents sur l'ensemble des batées, nous trouvons tous les minéraux des minéralisations, à l'exception de la pyrite, qui est largement répandue dans presque toutes les roches.

L'une ou l'autre des trois situations précédentes (minéraux fragiles, minéraux petits ou peu abondants, minéraux irrégulièrement répartis) peuvent donner des concentrations isolées sur les cartes, mais il est parfois difficile de reconnaître l'origine de ces points isolés. Il faut tenir

compte de la composition des roches constituant les bassins versants, (observée lors de la prospection, ou connue dans la littérature). Elles permettent d'associer, dans bien des cas, ces points isolés à des ensembles lithologiques ou métamorphiques. Dans d'autres cas, les minéraux en faible quantité sont peu répartis sur l'ensemble du Val d'Aoste. Et, bien que peu décrits dans l'observation des roches, ils semblent marquer des faciès lithologiques, par la concentration régionale des points. Cette concentration peut cependant dans le cas de minéraux utiles, être intéressante comme indice de secteurs enrichis.

2) Cartographie

Trois cartes résument les principales observations minéralogiques : elles concernent les minéraux principaux, les minéraux accessoires, les minéraux utiles.

a) Les minéraux principaux,

reportés sur la carte n°16, sont ceux qui sont présents dans plus de 50 % des fonds de batées.

La cartographie des points de plus fortes teneurs permet de retracer les contours des grandes structures géologiques. Nous constatons l'analogie avec les structures déjà soulignées par l'étude géochimique.

(Gr \diamond) grenat : les points contenant 60 % du volume et plus dans les batées se situent autour des massifs du Mont Rose, du Grand Paradis, (Pennique interne) et sur des torrents drainant la zone Sesia et des klippes du Mont Emilius, de la Dent Blanche (série supérieure de Valpelline).

(Ilm ∇) ilménite : les points contenant 10 % et plus du volume marquent le Briançonnais externe dans les Vals Flassin, Vertosan, Arsy et Grisenche.

(Zi \odot) zircon : les points contenant 1 % du volume marquent la série inférieure de la nappe de la Dent Blanche (série d'Arolla), et quelques

petits secteurs dans le Val Veny et en bordure occidentale de la zone Ruitor-Grand Saint Bernard.

(□Ep) **épidote** : (> 30 %) : marque la zone piémontaise (entre la Dent Blanche et la zone Sesia) avec des subdivisions marquées par la présence de fortes teneurs en amphibole .

(ΔAm) **amphibole** : (> 10 %) : marque le secteur de l'écaïlle serpentinière du Mont Avic (387-59) et quelques lentilles dans le Sud-Est du Val d'Aoste (Pointe Noire (379-50), Lacs Miserin, Vercoche).

(☒Ma **magnétite** : (> 60 %) : ses plages de fortes teneurs sont liées aux ser-pentinites à magnétite. Les points isolés peuvent être dûs à des serpentinites plus particulièrement riches, pouvant donner quelques minéralisations, comme le point du Vallon de Vercoche (I.179). Seule la mine de Cogne, plus importante, donne de fortes teneurs partout en aval.

Par élimination des cas généraux et par analogie avec la mine de Cogne, on peut envisager que les autres concentrations locales en magnétite (Ayas, Rhêmes, Grisenche) aient pour origine des minéralisations, au moins diffuses, dans les serpentinites.

(x,+)
Py, Lm) **pyrite et limonite** : (> 30 %) : les proportions de ces deux miné-raux (à 10 et 30 %) marquent les mêmes secteurs. La limonite est très probablement un produit d'altération, notamment de la pyrite. Les brèches de Tarentaise sont particulièrement bien différenciées par ces deux minéraux, bien qu'ils n'y soient pas des éléments ma-jeurs. Nous pouvons expliquer ce phénomène par le fait que dans cet-te unité, la pyrite constitue pratiquement le seul minéral lourd, et donc se trouve en fortes proportions volumiques dans les batées. Il en est de même pour quelques ensembles carbonatés de la zone de Com-bin.

(Sph)⊙ **sphène** : les points les plus riches (10 à 60 % du volume) se ca-ractérisent par la proximité de roches basiques :

- métavolcanite dans le Vallon du Breuil,
- lentilles d'ophiolite dans la zone Combin (s.l.), dans les Vals Ollomont, St. Barthélemy, Tournenche et Champorcher,

...

- diorite dans la Valpelline.

En tous ces endroits, nous trouvons associés aux roches basiques des indices de cuivre. Le sphène pourrait alors servir d'indicateur de zone d'enrichissement potentiel en métaux liés aux roches basiques comme le cuivre.

(Ru) ☆ **rutile** : les quelques concentrés qui présentent des proportions su-périeures à 1 % du volume de minéraux lourds ont été tous prélevés dans la partie S E de la zone de Sesia-Lanzo, près de Pont-Saint-Martin. Ce secteur se différencie par le rutile assez nettement des autres.

CONCLUSION

La carte n°16 des plus fortes proportions des minéraux les mieux ré-partis permet de confirmer les groupes géochimiques obtenus par l'analy-se des stream-sédiments, en précisant éventuellement l'origine de cer-tains éléments. Les fortes teneurs en Zr du groupe géochimique GNVP, (cf : ch.II) proviennent en effet non pas de la série structurale de la Valpelline, mais de la série inférieure ou d'Arolla qui affleure plus haut sur les versants. Les données batées précisent ainsi le mécanisme de transport, réduisant, par érosion des grains, la détection de Zr aux seules fractions granulométriques les plus fines situées vers l'aval. Les grenats s'associent aux zones cristallines caractérisées par la partie du groupe géochimique GNBR située à l'Est, alors que l'ilménite carac-térise la partie correspondant au Briançonnais.

L'épidote, l'amphibole et la magnétite caractérisent la zone piémontai-se associée au groupe géochimique RBAS.

b) Les minéraux accessoires

Ils sont présents dans 20 % des batées. Ces minéraux sont peu dis-tribués sur le territoire valdôtain, et sont rarement en des proportions volumiques supérieures à 10 % (code 3). L'éparpillement des points rend parfois incertaines les corrélations avec la lithologie.

Ces minéraux sont généralement peu abondants dans les roches. Seu-

...

Le la chlorite abonde partout dans les Alpes, mais, fragile, elle n'apparaît, dans les bâtées, qu'irrégulièrement (carte 17).

Ap = ⊙ **apatite** : c'est un minéral accessoire très commun dans les granites et migmatites, ainsi que dans les filons pegmatitiques.

Sa présence dans les bâtées correspond au cristallin des zones internes (Grand Saint-Bernard, Rutor, Mont Rose, Grand Paradis, la zone Sesia-Lanzo et la klippe du Mont Emilius).

Dans l'ensemble, l'abondance relative de l'apatite est corrélée à celle des grenats (carte n°16). Dans le seul Val d'Ayas, cette association n'apparaît pas, peut-être à cause de l'abondance de magnétite.

An = Δ **anatase** : l'anatase est largement répandue dans des roches de compositions différentes qui ont subi des transformations hydrothermales. Elle se forme au détriment d'autres minéraux titanifères silicatés. Généralement, elle est considérée aussi comme un minéral tardif des pegmatites, et des fissures minéralisées des roches éruptives, elle est connue dans les filons alpins, associée au rutile, à l'apatite, au sphène, etc..

Le leucoxène correspond plutôt aux roches volcaniques basiques. Il se rencontre également comme l'anatase dans les granites altérés par action hydrothermale.

Ces deux minéraux correspondent aux zones du Rutor-Grand Saint-Bernard et, plus particulièrement, aux parties les plus occidentales, associés au zircon, au contraire de l'ilménite, située sur la bordure orientale.

Ba = ◇ **barytine** : en tant que minéral des minéralisations hydrothermales, elle est abondante dans les gisements de basse et moyenne température, en association avec la fluorine, la calcite, le quartz, et de petites quantités de sulfures. Elle forme des filons se rapportant aux massifs effusifs et aux roches pyroclastiques. On la trouve aussi dans les dépôts détritiques (surtout ceux enrichis par des hydroxydes de fer et de manganèse). Elle se forme sous un climat chaud avec le gypse et l'anhydrite, et dans la zone d'altération de gisements sulfurés. Dans le Val d'Aoste, des gisements de fluorine-barytine sont connus, dans la région de Courmayeur (I.13, 16, 17) notamment. Par ailleurs,

la barytine est signalée dans de nombreux gisements sulfurés. Sa présence dans les concentrés est assez caractéristique des zones externes constituées de roches d'origine sédimentaire. Cela nous suggère un enrichissement synsédimentaire, associé à la présence de gypse. Toutefois, de fortes teneurs locales restent toujours susceptibles d'indiquer un voisinage de minéralisations.

Tr = + **tourmaline** : la tourmaline est largement représentée dans les roches éruptives acides (granites, granodiorites, pegmatites) et parfois dans les roches de métamorphisme de contact liées à des intrusions de granite. En Val d'Aoste, nous en avons récolté depuis le massif du Grand Paradis jusqu'aux schistes lustrés qui le jouxtent à l'Ouest. Quelques points, plus isolés, apparaissent dans les Vals d'Ayas et de Gressoney, peut-être en relation avec le massif du Mont Rose. D'autres, dans le Vallon des Bosses et dans le Val Grisenche, sont sans doute liés à quelques roches de la zone briançonnaise où la tourmaline est connue (CABY, 1974 ; SCHADE, 1983). Dans l'ensemble, la tourmaline semble liée sur le territoire à la proximité de roches acides.

Gl = ∇ **glaucophane** : il apparaît dans le Val d'Aoste dans les secteurs de la zone piémontaise qui ont subi un métamorphisme haute pression (SALIOT, 1980).

Cl = □ **chlorite** : dans le Val d'Aoste, elle pourrait caractériser les serou Chl pentinites, où elle est un minéral essentiel, mais cela n'apparaît pas sur la carte, à cause de l'abondance d'autres minéraux ferromagnésiens (amphiboles, épidotes). Ailleurs, la chlorite peut souligner des zones ayant subi des actions hydrothermales, lesquelles sont éventuellement accompagnées de minéralisation. En effet, sur la carte n°17, la chlorite est plus abondante à proximité des minéralisations dans les Vals Veny, Vertosan, Grand Saint-Bernard.

CONCLUSION

Parmi les minéraux accessoires, certains (chlorite et anatase) sont susceptibles d'indiquer des zones minéralisées, par le biais des phénomènes d'altération hydrothermale qu'ils peuvent représenter.

D'autres, comme la barytine, peuvent marquer plus directement des minéralisations.

Mais, aussi bien les uns que les autres, ils ont aussi pour origine des formations géologiques qu'il faut pouvoir discriminer dans les batées.

Une étude des associations minéralogiques paraît opportune afin de distinguer d'éventuelles anomalies dues à des minéralisations, de celles produites par le voisinage de roches spécifiques, mais sans intérêt économique.

c) Minéraux en traces (substances utiles) carte n°18

Tous sont en très faible quantité (traces ou microtraces) et présents dans moins de 5 % des prélèvements, à l'exception de la scheelite (40 % des batées) et de la galène (12 %).

La faible abondance de la plupart de ces minéraux permet de décrire plus directement les principaux secteurs minéralisés. Mais il se peut que la trace d'un minéral soit le reflet d'une présence en dissémination dans les roches. L'étude cartographique de la présence de ces minéraux, jointe à une étude des minéraux associés, devrait permettre d'éliminer un tel cas. Toutefois, la trace d'un minéral reste un indice.

Les faibles teneurs auxquelles ces minéraux apparaissent, rendent leur répartition plus sensible aux différences de comportement au cours du transport.

Sur la carte n°18 ne sont reportés que les six minéraux utiles les plus importants.

Sch = + scheelite : les gisements primaires les plus importants correspondent généralement aux skarns.

On trouve aussi la scheelite dans des filons quartzeux (éventuellement à sulfure haute température) génétiquement liés aux granitoïdes.

En Val d'Aoste, le seul indice connu qui contient de la scheelite, dans le Val d'Ayas, (Sache, I.172) correspond plutôt à ce dernier type.

...

Dans les batées, nous la retrouvons disséminée sur tout le territoire, excepté dans sa partie sud-est, composée de roches appartenant à la zone Sesia-Lanzo. Les plus fortes teneurs (jusqu'à 10 g/m³) sont obtenues dans les Vals Nontey et Valeille, qui drainent le massif du Grand-Paradis, et en aval des minéralisations, liées au gneiss de la fenêtre de Brusson, dans le Val d'Ayas. Dans ces trois vals, la scheelite est associée à de plus fortes quantités d'or. Des gisements du type Sache (I.179) ne sont donc pas à exclure dans le massif du Grand-Paradis.

La dissémination de scheelite en de faibles teneurs partout ailleurs sur le territoire, suggère une origine métasomatique, liée au métamorphisme alpin, dans les roches sédimentaires carbonatées (schiste lustré, zones valaisane et helvétique (s.l.), en relation avec les socles cristallins.

Gal = □ galène : la galène est un minéral assez fragile, conservé dans les alluvions que si le gîte primaire est proche.

* Les gisements primaires sont de nombreux types : filons BPG, concentrations stratiformes, imprégnations plus ou moins conformes aux stratifications.

* Au Val d'Aoste, les gîtes de galène sont assez nombreux, surtout à l'ouest du territoire, dans les zones externes. Les principaux gîtes sont : soit filoniens (le Châtelet, I.4, Vertosan, I.28, le Pain de Sucre, I.76), soit d'aspect stratiforme ; (Promise, I.18, Trou des Romains, I.16)..

* La prospection par batée fait ressortir quelques secteurs privilégiés, notamment autour des minéralisations ayant fait autrefois l'objet d'exploitation ou de recherche :

- le Pain de Sucre (I.76) et Fonteintes (I.79) avec les batées : B SB3-5-6-15-24
- Flassin (I.23) avec les batées : FL5-FL9
- Promise (I.18) avec les batées : B VR-5
- Brusson (I.168-170) avec les batées B EV 4-7 ; Ollomont (I.94 à 96) avec les batées : B OL 71.

...

Les batées : B SE... semblent confirmer les indices I.80-81 signalés (JERVIS, 1873, BARETTI, 1893, etc..) avec, en particulier, la présence de minéraux d'altération des minéraux de plomb ; cérusite dans les batées B SE 18-20 et pyromorphite dans les batées CB 15 et 17, prélevée sur l'autre versant du Col Serena (I.80).

Mais plusieurs autres points apparaissent et méritent d'être mentionnés : dans la Valpelline et le Val Tournenche (B-VP 36, TO 14-15-19-22) de part et d'autre du massif des Grandes Murailles culminant à plus de 3 800 m, dans les Vals Grisenche (B BR 31 - 32 - 33), Rhêmes (B RH-1 teneur calculée de 4g/m³ de tout-venant), Savarenche (B SS-5-9), Champorcher (B Cp 43-61) et Gressoney (B VG 71). Cependant, aucun de ces points n'est corrélié avec des anomalies Pb de stream-sediments, excepté, peut-être, dans le Val Tournenche avec les points streams (S 0612, S 0616). Nous pouvons remarquer que, de la même façon, des anomalies streams ne sont pas confirmées par les batées. Si la concordance d'anomalies streams et batées est un bon argument de probabilité de minéralisations, le contraire n'implique pas l'absence de minéralisations. En effet, certains gîtes connus n'ont pas été retrouvés par batayage. La cause peut en être le non-drainage direct, ou l'éloignement important des indices (maille de prélèvement trop large).

(Cha = σ) **chalcopryrite** : *la faible résistance à l'oxydation, à l'altération et à la destruction explique la rareté des "indices" détritiques. La chalcopryrite ne se rencontre de ce fait qu'au voisinage immédiat des gîtes primaires et disparaît complètement des alluvions les plus éloignées.

* Les gisements primaires de chalcopryrite sont divers : filons hydrothermaux, contacts métasomatiques, skarns, gisements de pyrite en relation avec des massifs effusifs plus ou moins acides, etc... Nous la trouvons aussi disséminée en imprégnation diffuse ou en amas dans les roches basiques.

Au Val d'Aoste, la chalcopryrite est connue en imprégnation très diffuse dans les roches de la série de Valpelline, et dans les roches vertes de la zone Piémontaise en particulier, liée aux amphibolites.

...

Par ailleurs, de nombreux gisements cuprifères ont fait l'objet d'exploitation et de recherche ; Ollomont (I.93-94-95-96), Petit Monde (I.146), Hérim (I.157), Chuc-Servette (I.115-116) pour les plus importants.

* Le batayage n'a révélé en définitive qu'assez peu de secteurs et, de plus, tous sont liés à la proximité de gisements connus. Cependant, compte-tenu de la fragilité de ce minéral, quelques points, plus éloignés ou situés en amont des travaux, sont à comparer aux streams car ils pourraient marquer des prolongements éventuels.

Ainsi, le point (B OL 26) au sud-est de l'indice de Filone (I.93) semble confirmer un point anomalique stream (S 0435) (\neq S 0L25). Mais, prélevé dans un torrent drainant à la fois la série de Valpelline et une lentille d'amphibolite de la zone Piémontaise, ce point est trop isolé pour pouvoir être interprété avec certitude.

- Dans le Vallon de Cortoz, les points B AY 60, AY 74) sont liés à un petit indice dans une amphibolite,

- en amont du château d'Ussel (B DB 13), nous ne connaissons pas d'indice de chalcopryrite, mais le versant est riche en roches vertes.

Le point (B SM 15) peut être associé à la mine de Chuc (I.115), même si cette dernière est située bien plus en amont, elle est importante, et une pollution est très possible, d'autant plus que le replat formé dans la plaine d'Aoste peut favoriser le dépôt de chalcopryrite.

- Dans le Val Chalamy, le point (B CY-8) pourrait marquer une prolongation de la mine d'Hérim (I.157), mais aussi être hérité des amphibolites situées plus en aval sur ce versant.

- Dans la Valpelline, (B VP 21) pourrait avoir le même type d'origine que le point (B OL 26).

Hormis les points situés directement sous les mines d'Ollomont et Chuc, tous les points anomaux en chalcopryrite relevés restent trop isolés et trop proches de roches riches en chalcopryrite, pour pouvoir vraiment indiquer clairement s'ils sont dûs à la proximité de roches plus riches, ou à relater à des gisements inconnus. L'indétermination est

...

d'autant plus floue que les gisements connus ne sont pas tous tracés par la présence de chalcopryrite, tels que la mine de Salza-Schelbete (I.186), Petit-Monde (I.146).

- ◇ or : en grain, paillette ou pépite, l'origine de l'or dans les alluvions reste discutée ; soit détritique par dégradation de roches contenant de l'or natif, soit par libération et mise en solution de l'or contenu dans la maille cristalline de différents minéraux (mispickel, chalcopryrite, pyrite, etc...)

Il en résulte que l'or récupéré dans les batées peut avoir parfois une origine très éloignée du site primaire.

* En Val d'Aoste, outre les minéralisations du district de Brusson, la mine du Val Valeille (I.59) et la mine de la Pisse (I.182), l'or peut être présent dans diverses roches, soit sous forme d'or natif directement observable, soit en teneur analytique élevée (serpentinites, chloritoschistes, quartzites à Prabornaz (I.117).

Les batées montrent beaucoup de zones anormales en or qui se regroupent autour des minéralisations connues :

- Brusson dans le Val d'Ayas (I.167 à 173)
- Val Valeille (en amont de Cogne) (I.59)
- La Pisse dans le Val Gressoney, sous le Mont Rose (I.183)
- Promise (I.18) en amont de la Thuile. Cet indice est surtout plombo-argentifère.

Dans ce cas, nous pouvons associer les points du Vallon des Bosses (Grand Saint Bernard, avec les indices (I.80 ou 81) et du Val Menouve (I.86).

En revanche, d'autres points ne s'associent pas à des minéralisations connues, où l'or serait présent, même en trace (B RH-3, SS11).

Les points (B SD 10, 30, 40) près de Courmayeur et de Pré-Saint-Didier pourraient cependant être liés à des sources thermales, s'ils ne proviennent pas des moraines du Mont-Blanc.

...

Les points situés à la sortie du Val de Cogne (B GE 48, GE 3A) pourraient éventuellement avoir pour origine l'indice de Pondel (I.62), mais aussi, et plus probablement, pourraient provenir du Val Valeille et surtout du Val Nontey, où on enregistre jusqu'à 6 g/m³ d'or dans les alluvions. Ces deux vallons, de géologie tout à fait comparable, présentent aussi du mispickel, qui est le minéral porteur d'or dans l'indice de Valeille. Cela nous suggère un gisement identique dans le Val Nontey.

En remarquant la disparition de l'or dans les fonds de batée dès la confluence de ces deux vallées avec le torrent principal, plus rapide. Nous pensons que l'or ne s'y dépose plus jusqu'au replat au débouché des gorges dans la plaine d'Aoste.

(Cas =Δ) cassitérite : nous avons déterminé ce minéral dans 3 batées (B GE3A et 4A et B SS 10). Toutes trois présentent aussi de l'or (ou dans une batée proche pour B SS 10). Une origine pegmatitique ou pneumatolytique dans les roches acides du Grand Paradis et du Val Savarenche est à envisager.

(Ble =⊙) blende : deux des trois points obtenus sont à associer avec des indices de galène (B VF-7) avec les indices du Val Ferret (I.10 et 11), (B SB-5) avec l'indice du Pain de Sucre (I.76). (BBGE3) s'associe avec les anomalies Pb trouvées dans les stream-sédiments et de plus fortes teneurs Zn dans le secteur de la Tour Ponton (383-51). Mais cette observation est trop ponctuelle pour confirmer l'intérêt des anomalies stream-sédiments.

monazite : c'est un minéral assez résistant ; elle est donc courante dans les gîtes détritiques.

La monazite est généralement un minéral accessoire des granites, granodiorites et syénites avec la biotite, l'apatite et le zircon. On la trouve aussi assez fréquemment dans les gneiss granitiques et les migmatites. Elle est parfois en faible quantité dans les gisements pneumatolytiques et hydrothermaux, associée à la fluorine.

Dans le Val d'Aoste, un indice de monazite a été répertorié (I.77) sous le Mont Mort près du Col du Grand-Saint-Bernard (AGIP, 1980).

...

C'est près de cet indice que nous récoltons presque toute la monazite de nos fonds de batées (SB..). Mais nous constatons un déplacement vers l'Ouest des anomalies par rapport à l'indice 77. Le gisement pourrait avoir une extension dans cette direction.

Deux autres points, isolés, sont répertoriés dans nos concentrés. Ni le premier (B VP 36), dans la Valpelline, bien en amont de la retenue, ni le second (B SM 16), au pied du Vallon de Saint-Marcel, ne peuvent être rattachés à des indices connus. Cependant, il faut noter la présence avec la monazite d'autres minéraux utiles (galène, scheelite, molybdénite pour (B VP 36)), dont l'origine pourrait être la même. Les conditions morphologiques et climatiques ne nous permettent pas d'envisager de prospection plus poussée pour le moment.

spinelle chromifère : la grande résistance de ce minéral peut amener sa dispersion le long des torrents. Les points relevés peuvent donc avoir une origine très lointaine, dans le cas d'un stock initial important, ou bien proche, mais en dissémination dans les roches et donc, inexploitable. Toutefois, une étude plus fine des secteurs situés en amont pourrait se révéler fructueuse, d'autant plus qu'avec des gisements de chromite, s'associent souvent des platinoïdes.

molybdénite : en Val d'Aoste, la présence de molybdénite n'est décrite que dans le massif du Mont Blanc, en particulier dans le granite. (I.12 du Col du Géant et lors de la percée du Tunnel (cf : notice carte géol. Annecy, 1979, banque donnée du sous-sol, BRGM).

Huit des concentrés ont révélé la présence de molybdénite. La moitié des prélèvements provient des Vals Veny et Ferret en bordure du Mont Blanc. La molybdénite détritique est donc vraisemblablement directement issue de ce massif. Les autres points (B VA 13) dans le Val Valeille, (B VP 36) dans la Valpelline, (B VG 64 et 86) dans le Val Gressoney, sont tous isolés et prélevés dans des zones riches en granitoïdes, ou gneiss granitiques. Si ces points sont liés à des gisements, ceux-ci doivent être très proches du lieu de prélèvement, compte-tenu de la fragilité de la molybdénite. Mais les faibles quantités ne nous permettent pas de déduire une origine de concentration en un point de la roche, d'autant plus qu'aucun de ces points n'est corrélé avec de fortes teneurs en Mo dans les stream-sédiments.

...

D'autres minéraux sont très rarement décelés (au mieux 3 ou 4 fois). Les quelques points où ils apparaissent ne peuvent donner des informations utiles que si on les considère en association avec d'autres minéraux.

cinabre : nous en avons trouvé en un seul point (B AS 8), dans le Vallon d'Arsy, en rive droite du Grand Saint-Bernard à l'aval de Saint-Rhémy. Aucune association marquante n'est relevée avec les minéraux de cette batée ou des batées voisines prélevées dans ce même bassin versant. Seule la teneur en barytine un peu plus élevée qu'ailleurs (1 à 10 % du volume de concentré) pourrait indiquer une minéralisation, mais cette observation n'est pas suffisante pour conclure.

mispickel : c'est un minéral qui est très souvent aurifère. Les gîtes primaires sont généralement hydrothermaux, comme celui du Val Valeille (I.59). De l'or est récolté dans les Vals Valeille et Nontey avec du mispickel (B VA 12, VA 13, BVN 1) qui est très probablement le minéral porteur d'au moins une partie de l'or. Un autre point dans le Val Gressoney ne se corrèle à aucune autre présence minéralogique (B BR 13).

réalgar : les trois points qui ont été relevés (B PS39, SD40, RH-3) paraissent liés :

- à la mine de Promise (I.18)
- à de l'or aux points SD40, RH-3.

L'or des points SD40 et RH-3 pourrait avoir une origine assez proche. En particulier, la présence de source thermique à Pré-Saint-Didier, est un bon indicateur pour le point SD40.

d) Principaux apports de la cartographie des analyses minéralogiques

Le report des fortes proportions minéralogiques des principaux minéraux (cartes n°16 et 17) montre l'intérêt de la méthode. Cette dernière est toutefois plus utile encore si on compare les résultats avec ceux de la prospection par stream-sédiments. En effet, les deux cartes 16 et 17 permettent de décider de la représentativité des groupes géochimiques obtenus par analyse des stream-sédiments, et de trouver une interprétation minéralogique de certains groupements d'éléments. Par exemple, Zr

...

qui, en stream, montre des accumulations significatives dans le fond de la Valpelline, peut être attribué à des concentrations de zircon qui proviennent de roches situées plus haut sur les versants appartenant à une autre zone géochimique.

La carte n°18 des minéraux utiles est probablement celle qui retiendra le plus l'attention pour un inventaire minier. Elle permet de souligner des gîtes métallifères connus et exploités dans le passé. Pourtant, certains gîtes ne sont pas mis en évidence par cette carte. Plusieurs causes, plus ou moins dépendantes l'une de l'autre, sont à retenir :

- la fragilité de certains minéraux entraîne leur disparition rapide après un faible transport. Une maille plus serrée aurait pu éviter cet inconvénient, mais la configuration des torrents ne le permet pas dans la région étudiée.
- la faible quantité, dans les alluvions, de plusieurs minéraux utiles qui ne permet pas un échantillonnage statistique avec une bonne reproductibilité de l'identification des minéraux considérés. Augmenter le volume de tout-venant lavé serait, théoriquement, une solution, mais cela n'est pas toujours possible, et un compromis raisonnable devait être arrêté de manière à couvrir tout le territoire étudié en un temps limité. Par ailleurs, l'analyse statistique multivariée permet une plus fine interprétation à l'aide des minéraux plus abondants qui, analysés dans leur comportement relatif, deviennent indicateurs de minéralisations. En particulier, les méthodes utilisées peuvent être comparées à des filtres qui permettent le cas échéant de séparer des fortes teneurs minéralogiques d'importance régionale mais ne reflétant que la géologie régionale connue ; d'autres, d'importance quantitativement subordonnée, peuvent révéler des minéralisations localisées.

3) Essai d'interprétation des corrélations minéralogiques

a) Introduction

Comme nous venons de le voir, les minéraux utiles ne sont récoltés qu'en petite quantité dans les batées. Compte-tenu des risques de pertes

...

de ces minéraux lors des lavages, il devient indispensable de savoir si, dans le cadre du Val d'Aoste, leur présence se relie à l'abondance d'autres minéraux, mieux récupérés.

b) Tableau des présences simultanées

b 1) Définition : le comptage des batées contenant simultanément deux minéraux donne une bonne image des associations minéralogiques. Dans d'autres cas, il est utile de comparer la présence d'un minéral avec l'abondance, au-dessus d'un certain seuil, d'un autre minéral. Les valeurs de coupure alors retenues se trouvent sur le tableau n°14.

Tableau n° 14

TABEAU DES FREQUENCES MINERALOGIQUES

Minéral	Absence	1	2	3	4	5	6	7	
	0%			1%	10%	30%	60%	90%	100%
Cas	396	3							
Sch	269	113	15	2					
Gal	348	47	4						
Ble	396	2	1						
Cha	378	20	1						
Or	370	25	1						
Py	20	56	150	89	41	37	6		
Ba	331	40	18	8	2				
Tr	240	108	47	4					
Sph	91	91	146	58	11	2			
Zi	13	124	206	49	6	1			
Ap	207	106	85	1					
Ru	58	157	177	6	1				
An	352	34	10		2		1		
Ilm	10	15	193	127	28	19	7		
Ma	3	6	76	126	85	77	24	2	
Lm	193	24	68	32	27	36	18	1	
Chr	396	3							
Gr	32	14	33	90	100	58	52	20	
Am	127	52	103	74	32	11			
Chl	351	2	20	14	8	2	2		
Ep	41	25	87	64	97	65	20		
Gl	356	25	16	1	1				

Tableau de présence simultanée (Tab. 15)

	Zi	Gr	Am	Sph	Ap	Ma	Ru	Lm	Ep	Ilm	Py	Tr	Sch	Ba	Gal	Chl	An	Gl	Or	Cha	Cas	Ble	Chr
Zi	262	153	104	149	121	113	140	131	90	140	143	75	101	64	44	34	44	15	26	12	12	3	3
Gr	150	230	137	136	122	114	131	75	95	114	75	109	82	23	21	29	30	36	22	10	3	1	2
Am	104	137	220	137	127	126	191	77	142	76	65	111	64	7	22	17	3	30	9	12	2	2	3
Sph	149	136	137	217	108	123	88	93	118	120	94	85	76	12	29	19	16	22	13	14	3	0	3
Ap	121	122	127	108	102	32	108	67	79	52	66	99	70	18	17	25	18	21	20	8	3	2	2
Ma	113	114	126	123	39	183	92	79	99	113	77	80	79	17	18	19	25	25	16	14	2	1	1
Ru	140	131	101	93	109	92	184	73	67	33	66	63	68	40	17	32	29	26	22	6	3	2	2
Lm	131	75	177	93	67	79	73	182	73	111	111	64	59	55	32	19	25	12	11	15	0	3	1
Ep	90	95	142	118	79	92	67	73	182	81	57	89	58	16	18	17	6	25	6	10	0	2	1
Ilm	140	114	76	120	82	113	33	91	81	131	84	62	71	30	26	21	31	12	13	14	1	1	0
Py	143	75	65	94	65	77	56	111	57	94	173	40	61	53	37	18	25	10	16	13	2	3	1
Tr	75	100	111	35	99	30	63	64	99	62	40	159	130	21	13	21	19	19	11	9	0	1	1
Sch	101	92	64	76	70	77	68	59	58	71	61	58	130	21	14	18	0	7	2	0	2	0	0
Ba	54	23	7	12	13	17	40	55	16	30	53	13	21	68	21	4	9	1	6	2	0	2	0
Gal	44	21	22	29	17	13	17	32	18	26	37	13	19	21	51	4	48	10	6	2	3	2	1
Chl	34	29	17	17	25	19	32	29	17	21	18	21	19	14	4	48	10	6	2	3	2	1	2
An	44	30	3	16	18	25	29	25	6	31	25	19	18	18	9	10	47	5	8	3	1	0	1
Gl	15	36	30	22	21	25	26	12	25	12	10	19	10	0	1	6	5	43	4	7	0	0	0
Or	26	22	9	13	20	16	22	11	6	13	16	11	21	7	6	2	8	4	29	0	21	0	1
Cha	12	13	12	14	8	14	6	15	10	14	13	9	5	2	2	3	3	7	0	21	0	1	0
Cas	3	3	2	3	2	1	3	0	1	2	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1
Ble	2	1	2	0	2	1	2	3	2	1	3	1	2	2	1	1	0	0	0	1	0	3	0
Chr	3	2	3	3	2	1	2	1	0	1	1	1	1	1	0	2	1	1	0	1	0	3	0

Tableau de fréquence conditionnelle (Tab. 16)

	Zi	Gr	Am	Sph	Ap	Ma	Ru	Lm	Ep	Ilm	Py	Tr	Sch	Ba	Gal	Chl	An	Gl	Or	Cha	Cas	Ble	Chr
Zi	1.00	0.57	0.40	0.57	0.46	0.43	0.53	0.50	0.34	0.53	0.55	0.29	0.39	0.24	0.17	0.13	0.17	0.06	0.10	0.05	0.01	0.01	0.01
Gr	0.55	1.00	0.67	0.59	0.53	0.57	0.57	0.33	0.41	0.50	0.33	0.43	0.36	0.10	0.09	0.13	0.13	0.16	0.10	0.04	0.01	0.00	0.01
Am	0.47	0.62	1.00	0.62	0.58	0.57	0.46	0.35	0.65	0.35	0.30	0.50	0.29	0.03	0.10	0.08	0.01	0.14	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01
Sph	0.59	0.53	0.53	1.00	0.50	0.57	0.41	0.43	0.54	0.55	0.43	0.39	0.35	0.06	0.13	0.09	0.07	0.10	0.06	0.06	0.01	0.00	0.01
Ap	0.53	0.64	0.67	0.56	1.00	0.46	0.56	0.35	0.41	0.43	0.34	0.52	0.36	0.09	0.10	0.10	0.13	0.13	0.09	0.07	0.01	0.01	0.01
Ma	0.50	0.61	0.67	0.65	0.47	1.00	0.49	0.36	0.45	0.36	0.45	0.34	0.37	0.22	0.09	0.17	0.16	0.14	0.12	0.03	0.02	0.01	0.01
Ru	0.76	0.71	0.55	0.48	0.59	0.50	1.00	0.40	0.50	0.40	0.50	0.61	0.35	0.30	0.18	0.10	0.14	0.07	0.06	0.08	0.00	0.02	0.01
Lm	0.72	0.41	0.42	0.51	0.37	0.43	0.40	1.00	0.40	0.40	0.45	0.31	0.49	0.32	0.09	0.10	0.09	0.03	0.14	0.03	0.05	0.00	0.01
Ep	0.49	0.52	0.78	0.65	0.43	0.54	0.54	0.37	1.00	0.45	0.30	0.46	0.34	0.39	0.17	0.14	0.12	0.17	0.07	0.07	0.08	0.01	0.00
Ilm	0.77	0.63	0.42	0.65	0.45	0.62	0.46	0.50	0.45	1.00	0.49	0.23	0.30	0.31	0.21	0.10	0.14	0.06	0.09	0.08	0.01	0.02	0.01
Py	0.83	0.43	0.38	0.54	0.38	0.45	0.38	0.64	0.33	0.49	1.00	0.23	0.35	0.31	0.21	0.10	0.12	0.12	0.07	0.06	0.00	0.01	0.01
Tr	0.47	0.63	0.70	0.53	0.62	0.53	0.40	0.40	0.56	0.39	0.25	1.00	0.36	0.08	0.08	0.13	0.12	0.12	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01
Sch	0.73	0.63	0.49	0.58	0.54	0.61	0.52	0.45	0.45	0.55	0.47	0.45	1.00	0.16	0.15	0.07	0.14	0.08	0.16	0.04	0.02	0.01	0.01
Ba	0.94	0.34	0.10	0.18	0.26	0.25	0.59	0.81	0.24	0.44	0.78	0.19	0.31	1.00	0.31	0.21	0.26	0.00	0.10	0.03	0.00	0.03	0.00
Gal	0.86	0.41	0.43	0.57	0.33	0.35	0.33	0.63	0.35	0.51	0.73	0.25	0.37	0.41	1.00	0.08	0.18	0.02	0.12	0.04	0.00	0.02	0.00
Chl	0.71	0.60	0.35	0.43	0.52	0.47	0.67	0.40	0.35	0.44	0.38	0.40	0.38	0.19	0.21	1.00	0.11	0.17	0.09	0.16	0.00	0.00	0.00
An	0.94	0.64	0.06	0.34	0.38	0.53	0.62	0.33	0.13	0.66	0.53	0.40	0.38	0.19	0.21	0.14	1.00	0.12	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
Gl	0.35	0.84	0.70	0.51	0.47	0.53	0.60	0.28	0.58	0.23	0.23	0.44	0.23	0.20	0.02	0.14	0.28	1.00	0.17	0.06	0.02	0.00	0.00
Or	0.20	0.76	0.31	0.45	0.69	0.55	0.76	0.38	0.21	0.45	0.55	0.38	0.72	0.24	0.21	0.07	0.28	0.14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cha	0.57	0.43	0.57	0.67	0.33	0.67	0.29	0.71	0.48	0.67	0.62	0.43	0.24	0.10	0.10	0.14	0.14	0.33	0.00	1.00	0.00	0.05	0.00
Cas	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.67	1.00	0.00	0.00	0.53	0.67	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
Ble	0.57	0.33	0.67	0.00	0.67	0.33	0.67	0.00	0.67	0.33	1.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00
Chr	1.00	0.67	1.00	1.00	0.67	0.33	0.67	0.33	0.33	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	1.00

Les valeurs de présence simultanée (contingence) (tableau n°15) sont difficilement comparables entre elles à cause de l'effectif direct des batées par variable (lère diagonale du tableau n°15). Nous pouvons obtenir une meilleure estimation de l'affinité ou de la répulsion d'un minéral par rapport à un autre, en calculant un coefficient correspondant à la fréquence de la réalisation d'une variable I dans la population contenant une variable J (fréquence conditionnelle). Les valeurs prises par ce coefficient (tableau 16) variant entre 0 et 1, sont directement reliées à la notion de probabilité qu'a un minéral I d'être présent simultanément avec un minéral J.

b 2) Interprétation du tableau de fréquence conditionnelle (tableau 16)

Si on assimile les fréquences conditionnelles lues sur une ligne à la notion de probabilité qu'a le minéral I d'être représenté par la présence des minéraux repérés par les colonnes (valeurs > 0,6) ou, au contraire, l'absence de minéraux (valeurs < 0,3), nous pourrions définir une association minéralogique théorique plus favorable aux minéraux recherchés. Cette association devrait permettre de délimiter les zones géologiques les plus favorables.

la scheelite est caractérisée surtout par le zircon, mais ce minéral, lui, n'est pas caractéristique, puisque uniformément répandu sur le territoire. Cependant, il indique avec la présence de grenat une origine plutôt formationnelle de tendance acide. L'absence de minéraux hydrothermaux (cassitérite, galène, blende, ...) semblerait le confirmer, de même que l'absence de minéraux de métamorphisme hydrothermal (anatase, chlorite).

la galène est caractérisée par le zircon, la pyrite et la limonite. Ces derniers peuvent caractériser soit des minéralisations, soit des tendances formationnelles (brèches de Tarentaise). L'absence de tourmaline, anatase, chlorite et glaucophane permet d'associer la galène aux roches non basiques.

La chalcopryrite est caractérisée par la limonite, le sphène, l'ilménite, la pyrite et la magnétite. La coprésence avec la limonite est peut-être due à l'altérabilité de la chalcopryrite. La présence des minéraux titanifères est plus intéressante et confirme l'affinité du cuivre avec les roches plutôt basiques protégées des altérations superficielles. L'absence de barytine et de chlorite abonde dans ce sens.

L'or est caractérisé par les minéraux les plus répandus des roches acides (zircon, rutile, grenat, scheelite, apatite). Il n'y a pas d'affinité avec les minéraux sulfurés probablement à cause d'une origine et d'un comportement très différents durant le transport dans les torrents.

la blende, la cassitérite et la chromite ne sont chacune représentées que dans trois batées. Les résultats ne sont pas très significatifs. Toutefois, la totale absence ou la présence simultanée d'autres minéraux peut être informative.

la blende apparaît liée à la présence de pyrite et de limonite qui peuvent être des caractéristiques de gîtes BPG-C, et à l'absence de sphène, anatase et glaucophane, minéraux qui caractérisent plutôt les roches basiques de la zone piémontaise. (carte n°16 sphène, 17 glaucophane) et zone occidentale de la zone Rutor Grand Saint-Bernard, (anatase carte 17).

la cassitérite s'associe toujours à la présence des minéraux les plus répandus (zircon, grenat, sphène, apatite, rutile) que nous trouvons en plus grande quantité dans les batées prélevées surtout sur la zone Sesia (s.l.) (carte n°16). L'absence de sulfures associés suggère une origine plutôt formationnelle ou diffuse.

la chromite s'associe aussi à la présence de minéraux les plus répandus dans le Val d'Aoste (zircon, amphibole, sphène), mais qu'on trouve plutôt dans les zones Sesia et Piémontaise; l'absence d'ilménite et de glaucophane doit nous orienter plutôt vers certains secteurs de ces deux zones.

b 3) conclusion

Cette étude montre que des minéraux peuvent être marqueurs de la présence de minéraux utiles. L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) doit permettre, par des calculs un peu différents, d'isoler les secteurs contenant des gisements métalliques indiqués par des batées favorables.

c) L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)

c 1) introduction

L'analyse porte sur les données brutes (classe %) de l'ensemble des échantillons. Sont pris en compte, soit les 16 minéraux les plus abondants, soit tous les minéraux (23). Dans les deux cas, nous obtenons sensiblement les mêmes résultats :

- * parmi les facteurs extraits, les trois premiers ont une inertie supérieure à 10 %, et les quatre suivants supérieure à 5 % ;
- * le facteur 1 n'a pas d'inertie qui se démarque de celle des autres, comme c'est le cas lorsqu'on analyse une population bimodale, ou une population où apparaît une différenciation interne dominante. Dans l'analyse globale, où toutes les variables sont prises en compte, ce sont les variables les moins représentées (blende, cassitérite, etc..) qui ont le plus de poids sur les premiers facteurs. (Leurs valeurs ne correspondent qu'à deux codes : présences-absences du minéral considéré). Ces variables seront donc mises en variables supplémentaires ou variables illustratives, c'est-à-dire non actives dans l'analyse. Dans une analyse complémentaire, cela améliore l'inertie des premiers facteurs, et permet de contrôler leur signification.

c 2) interprétation des facteurs de l'analyse des correspondances (Tab.N°17)

(388 échantillons, 16 variables actives, 7 variables illustratives)

Facteur 1 : 24,7 % d'inertie (carte n°19)

Ce facteur met en opposition les minéraux : baryte (Ba), limonite (Lm), anatase (An), chlorite (Cl ou Chl), pyrite (Py), d'une part, à amphibole (Ax ou Am), glaucophane (Gl), épidote (Ep) et grenat (Gr).

L'amphibole et le grenat, bien représentés sur le pôle négatif du facteur (-F1), sont des minéraux du socle profond, caractérisant un métamorphisme plus poussé. Ils sont en proportions plus grandes dans les zones piémontaises.

Les cinq minéraux bien représentés sur le pôle positif du facteur (+F1) sont des minéraux de formation plus superficielle ; soit de diagenèse (Ba, Py), soit de métamorphisme léger (Cl, An), soit d'altération météorique (Lm) ou encore d'altération hydrothermale (Py, An...).

En fait, l'histogramme des scores sur le facteur 1 montre surtout la non-participation de beaucoup des minéraux lourds. Les échantillons discriminés par le pôle positif du facteur 1 correspondent aux zones externes (carte n°19). Quelques minéraux utiles (galène (Gal), blende (Ble)) s'y associent partiellement, montrant l'affinité des gîtes BPGC avec les zones externes.

Ce facteur est surtout un élément de discrimination lithologique, ainsi que l'association de la ceinture métallogénique BPG aux zones externes et briançonnaises.

Facteur 2 : 16,53 % d'inertie (carte n°20)

Ce facteur met en opposition les minéraux : anatase (An), chlorite (Cl) d'une part, à la limonite (Lm) d'autre part. Tous ces minéraux sont bien représentés aussi sur le pôle positif du facteur 1. Le facteur 2

...

	jl	alt	pois	inf	1=f	cor	ctr	2=f	cor	ctr	3=f	cor	ctr	4=f	cor	ctr	5=f	cor	ctr
1	Py	496	994	44	369	401	71	-177	93	25	5	0	0	-15	1	0	23	1	1
2	Ba	598	108	94	1830	500	189	13	0	0	-243	9	6	521	40	47	-575	49	59
3	Tr	453	207	54	-283	40	9	307	47	15	399	79	31	-613	187	126	448	100	69
4	Ss	249	599	37	-237	118	18	-154	57	13	-34	3	1	46	4	2	179	67	32
5	Zi	437	699	16	155	138	9	-37	8	1	28	5	1	223	285	56	-13	1	0
6	Ap	121	271	46	-223	38	7	242	44	12	-32	1	0	214	35	20	68	3	2
7	Ru	276	522	20	3	0	0	83	24	3	32	3	0	194	130	32	-184	119	30
8	An	972	58	132	708	29	15	1328	101	81	3813	836	797	-324	6	10	67	0	0
9	Il	288	1007	21	-13	1	0	26	4	1	50	16	2	208	267	71	-2	0	0
10	Ma	110	1381	20	-99	92	7	-9	1	0	-3	0	0	28	7	2	33	10	3
11	Lm	928	649	138	1107	749	418	-356	82	69	-97	6	6	-381	89	154	59	2	4
12	Gr	584	1456	43	-255	290	50	36	6	2	50	11	3	201	178	95	-148	99	54
13	Ax	733	646	61	-569	448	110	-121	20	8	-134	25	11	-402	224	170	107	15	12
14	Cl	986	139	156	666	51	32	2641	808	761	-999	116	130	-198	5	9	237	6	13
15	Ep	433	1201	42	-270	276	46	-71	19	5	-96	35	11	-131	65	34	101	38	20
16	Gl	953	63	77	-716	55	17	339	12	6	-57	0	0	-1291	178	171	-2573	708	700
		9934.0	1000		1000			1000			1000			1000			1000		
	jsup	alt	pois	inf	1=f	cor	ctr	2=f	cor	ctr	3=f	cor	ctr	4=f	cor	ctr	5=f	cor	ctr
17	Cas	17	3	45	-332	1	0	976	8	2	-89	0	0	915	7	4	251	1	0
18	Sch	39	144	46	-73	2	0	-99	4	1	97	4	1	255	27	15	75	2	1
19	Gal	72	53	53	626	51	11	-322	14	4	90	1	0	210	6	4	56	0	0
20	Ble	20	3	84	1863	16	6	-328	1	0	-500	2	1	-210	0	0	-368	1	1
21	Cha	26	19	50	69	0	0	-144	1	0	-160	1	0	-648	21	13	-238	3	2
22	Au	42	31	60	37	0	0	40	0	0	340	8	3	643	28	21	-284	6	4
23	Cm	9	2	48	-372	1	0	776	3	1	-661	2	1	-292	0	0	765	3	2
		9934.0	386			17			9		7			58					11

Tableau 17 - Analyse factorielle des correspondances (16 variables actives, 7 supplémentaires, 399 échantillons).

FACTEUR 1

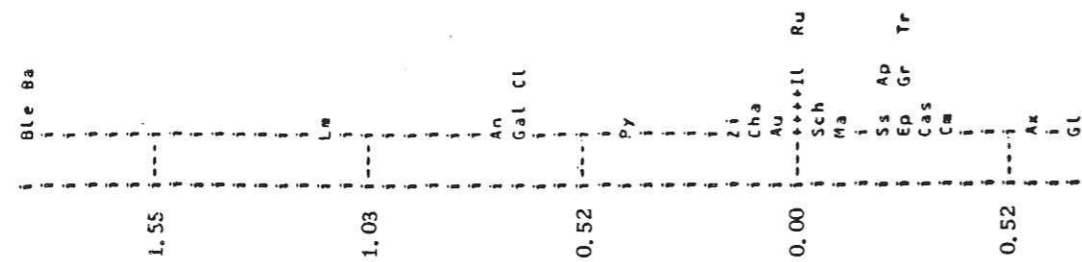


Fig. 27 a

FACTEUR 2

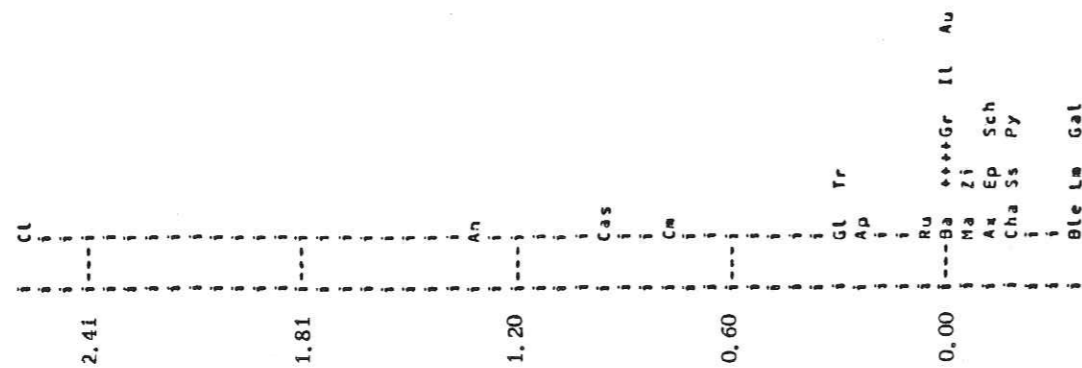


Fig. 27 b

FACTEUR 3

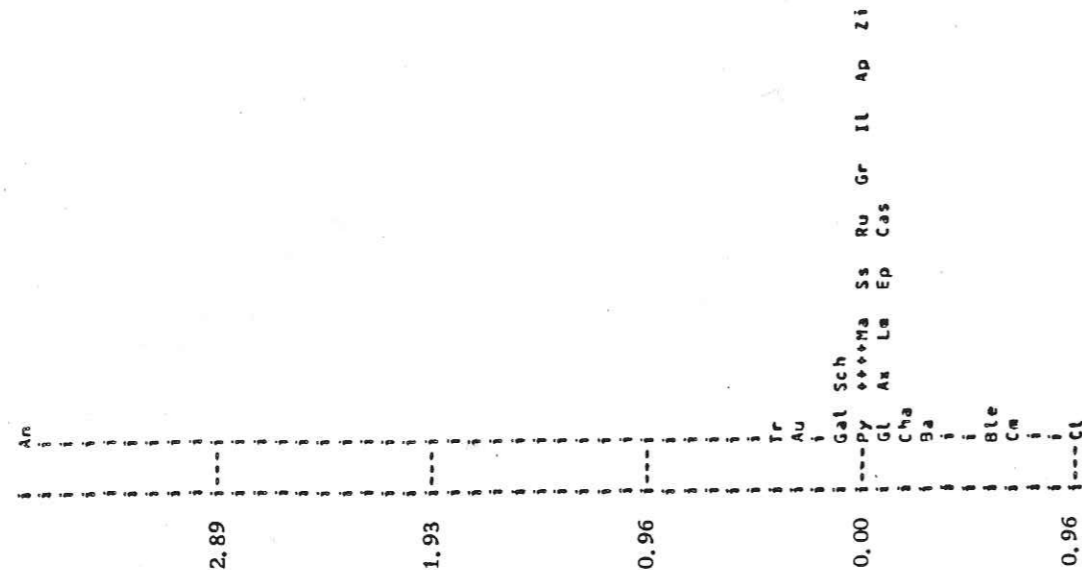


Fig. 27 c

FACTEUR 4

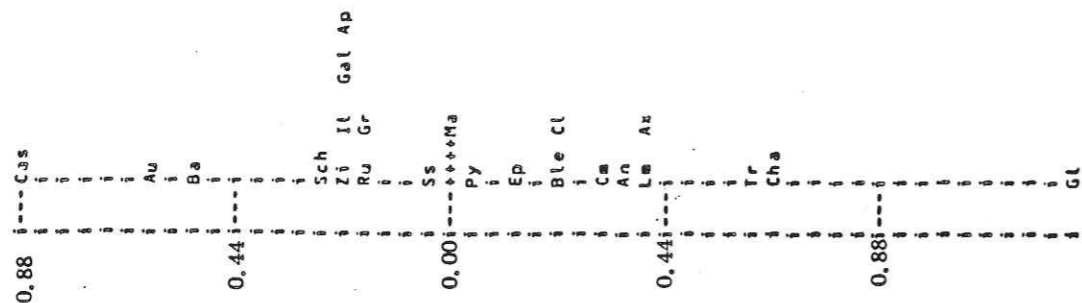


Fig. 27 d

discrimine : (figure 27b, planche 12 et tableau 17).

- * au pôle positif (F2) les transformations de métamorphisme de faible degré, et/ou hydrothermales,
- * au pôle négatif (-F2) les altérations météoriques (pyrite donnant la limonite).

Ce facteur marque donc des transformations assez étendues, qui peuvent conduire à des anomalies régionales dans les batees, par, d'une part libération des minéraux métalliques des gîtes primaires (-F2), et d'autre part formation de minéraux métalliques résiduels dans les formations métamorphiques.

L'association de la cassitérite (Cas) et de la chromite (Cm ou Chr) aux phénomènes métamorphiques intéressant plutôt les socles (+F2), suggère pour ces deux minéraux une origine plutôt formationnelle.

L'association blende et galène à la limonite correspond à la déstabilisation des pyrites des gîtes BPG. Mais la limonite reste aussi au Val d'Aoste marqueuse des formations de fortes teneurs relatives en pyrite et limonite, comme les Brèches de Tarentaise.

Facteur 3 : 13,8 % d'inertie (carte n°21 - figure 27c).

Ce facteur oppose l'anatase (An) vers le pôle positif (F3) à la chlorite (Cl ou Chl) pôle négatif (-F3). Ce sont deux minéraux représentés par les facteurs F1 et F2, c'est-à-dire liés à des transformations hydrothermales intéressant les socles. De tels phénomènes sont souvent minéralisateurs. Par rapport aux facteurs précédents, le facteur 3 permet de se placer indépendamment de l'effet d'enrichissement relatif en pyrite-limonite des formations pauvres en minéraux lourds, comme les Brèches de Tarentaise.

Ce facteur est intéressant dans la prospection entreprise. En effet, les échantillons les mieux discriminés permettent de retrouver presque tous les grands indices connus du Val d'Aoste (carte n°21) :

- * dans le Val Vény, le Grand Saint-Bernard, Serena, Vertosan-Flassin,

à la Thuile, Ollomont... Quelques points soulignent aussi quelques indices à priori hypothétiques comme près du point B BA 57 dans le Vallon de Chaleby, proche de l'indice (I.107). Les points B PS 15, 17, 20 dans le Val Chavannes, confirmeraient la présence de l'indice I.19. Les quelques autres points souligneraient donc la présence de minéraux utiles, éventuellement déjà marquée par des anomalies stream-sédiments isolées. Parmi ceux-ci, nous citerons de l'Est vers l'Ouest les points :

- B VG 60 situé dans le Val Gressoney, qui semble correspondre aux anomalies Cu et Zn obtenues en stream-sédiment (S 0760). Ces anomalies simultanées en stream et batées, bien que situées sur des affluents différents, drainant chacun un versant de la vallée, pourraient marquer un même gîte cuprifère. Celui-ci serait éventuellement du type de Salza-Schelbete (I.186).
- B DB 13 et 14 ont eux aussi de fortes valeurs positives sur l'axe 3. Ils renforcent la signification de la présence de chalcopryrite au Sud de Chatillon, accompagnée d'une teneur en Cu de 145 ppm obtenue à l'analyse des streams (S 0017). Bien que modérément élevée par rapport à la moyenne du groupe géochimique RBAS, cette teneur en Cu, qui se dégageait quand même de la moyenne géométrique, est sans doute plus significative qu'elle n'apparaissait au premier abord.
- Les batées B CP 12 et 21 pourraient confirmer le secteur anomal obtenu en stream-sédiment entre les Vals de Cogne et de Champorcher. Un essai d'interprétation plus approfondie pour ce secteur est présenté dans la partie suivante du présent ouvrage.
- Les points situés dans les Vals Valeille et Nontey confortent bien l'hypothèse d'une source minéralisée aurifère assez importante, éventuellement associée au plomb (S 0780), au cuivre et au zinc (S 0336, 0335).
- Le point (B GE 2A) situé à 4 km au NW de Cogne peut confirmer le point anomal Pb-Zn (S 0350), mais aussi être consécutif des anomalies des Vals Valeille et Nontey.

...

- Deux points confirment la présence de mispickel (B BR 11) et de fortes teneurs Zn (S 0130) au Sud du Massif du Rutor.
- B CB 19 confirme l'anomalie Cu (146 g/t) de l'échantillon S 0175 au contact des zones houillères et Rutor-Grand Saint-Bernard.

Le facteur 3 discrimine et met en opposition des indices appartenant à des contextes d'altération minéralogiques différents (zone chloriteuse à zone plus riche en anatase). Il montre aussi une opposition des concentrations aurifères par rapport à celles des sulfures (blende et chalcopryrite) ou de chromite, peut-être liée à une affinité aux roches basiques des derniers, plus explicite sur le facteur 4.

Facteur 4 : 8 % d'inertie (carte n°22 et figure n°27d).

Il oppose les minéraux du pôle négatif du facteur 1 (amphibole, tourmaline, glaucophane) aux zircon, ilménite, rutile et grenat. Les premiers minéraux sur le pôle négatif (-F4) constituent les minéraux des roches basiques, qui, dans le Val d'Aoste, ont subi un métamorphisme de haute pression (glaucophane).

Nous remarquons que la chalcopryrite s'associe fortement à ce pôle, à l'opposé de l'or et de la scheelite. Cette opposition est due pour une part au contexte non basique des minéralisations les plus courantes de l'or et de la scheelite, et d'autre part à une libération de l'or par altération de chalcopryrites aurifères et/ou de roches aurifères (serpentinite). Ces deux minéraux n'étant plus alors présents dans les alluvions avec l'or.

La distribution géographique des points les mieux représentés sur le facteur 4 est analogue à celle du facteur 3. En particulier, tous les secteurs cités à propos du facteur 3 se retrouvent, avec en plus les secteurs miniers des contextes les plus basiques : Herin (I.157), Vercoche (I.179), Cogne (I.50-51) riches en magnétite.

Il semblerait donc que le pôle négatif (-F4) marque les zones de concentration de magnétite et de cuivre.

...

Les autres facteurs paraissent difficilement interprétables, et leur inertie ne correspond qu'à quelques points isolés que l'on peut difficilement comparer à des points ou indices connus.

4) Conclusion

Les résultats que nous obtenons, comparés à la carte des indices, et aux résultats obtenus à l'étude chimique des stream-sédiments, montrent que malgré des aléas de prélèvements, la méthode reste efficace et utile en raison de sa complémentarité.

La minéralogie des bassins versants, vue à travers les concentrés de batées, permet dans presque tous les cas, de définir l'origine des groupements d'éléments analysés dans les stream-sédiments. Par exemple : les zircons de la série inférieure de la nappe de la Dent Blanche induisent de fortes teneurs en Zr plus en aval dans les alluvions de la Valpelline. De même, la présence de minéraux métalliques permet de définir plus directement les paragenèses des minéralisations éventuelles des différentes régions : galène-blende dans les zones externes, chalcopryrite-magnétite dans les zones piémontaises.

Les A.F.C. effectuées sur les données minéralogiques sont utiles pour déceler des secteurs potentiellement anomaux, malgré la non-détection de tous les minéraux utiles recherchés. En particulier, les facteurs 3 et 4 donnent une bonne image de la répartition des gîtes Pb-Zn (+F3) Cu-Zn (-F3) Fe (magnétite) (-F4) et cela, indépendamment de variations majeures discriminées par les deux premiers facteurs.

...

PARTIE 2

CHAPITRE IV

PRINCIPAUX APPORTS DE LA PROSPECTION STRATEGIQUE

A - GENERALITE

La prospection stratégique en lits vifs entreprise s'est heurtée à la difficulté de prélever des échantillons régulièrement, tant du point de vue de la nature du matériel prélevé que de la maille d'échantillonnage. Cependant, la proximité de nombreux gîtes reconnus et des anomalies géochimiques et/ou minéralogiques, permet de considérer cette méthode, alliant stream-sédiments et batées, comme efficace dans cette région aux reliefs accentués et aux cours d'eaux tumultueux.

Aussi avons nous pu cerner un certain nombre de secteurs, plus favorables à la poursuite de recherches plus détaillées.

Ces secteurs plus favorables sont situés soit près d'indices déjà reconnus, qui se trouvent alors revalorisés, soit totalement nouveaux.

Nous avons sélectionné ceux qui nous semblaient les plus importants.

B - LES SECTEURS ANOMAX SELECTIONNES

La plupart des anomalies sont polymétalliques. Elles nous suggèrent de ce fait la recherche de paragenèses plus particulières.

1) Anomalies Pb-Zn

La Tour Ponton (x = 383, y = 51)

Ce secteur anomal est situé entre les Vals de Cogne et de Champorcher, de part et d'autre de la fenêtre de Champorcher que domine la Tour Ponton.

...

La prospection géochimique rattache les anomalies de ce secteur à celles de la zone piémontaise (groupe géochimique RBAS) de 55 à 70 g/t pour le Pb et de plus de 200 g/t pour le Zn.

Les batées n'ont révélé qu'un seul point de blende, (BGE3), associé à de la chalcopryrite.

Les différents traitements statistiques (ACPN-AFC) confirment ce secteur comme favorable à des concentrations métalliques de type BPGC.

Chaz-Duraz (x = 338, y = 62)

Dans ce secteur situé sur la commune de la Thuile à l'ouest de la mine de Promise (I.18), les anomalies géochimiques dépassent 200 g/t de Pb et de Zn, 100 g/t de Cu (S 0179 à 0200) auxquelles nous pouvons associer quelques points Cr-Ni.

DOUSSET et TOLLARDO (1981) ont effectué ici un complément d'étude, et ont mis en évidence de fortes anomalies électriques et surtout magnétométriques. Ils proposaient alors des sondages mécaniques pour contrôler l'existence d'une minéralisation, qui serait une suite du gisement de Promise (I.18).

Mont Flassin - Val Vertosan (x = 356, y = 75)

Dans le secteur anomal situé entre la vallée du Grand Saint-Bernard et le Val Vertosan.

Deux indices ont été reconnus (I.28 et I.83), qui paraissent liés au massif granodioritique de Flassin. Les anomalies géochimiques atteignent 70 g/t de Pb, 100 g/t de Cu et dépassent les 200 g/t de Zn. Nous avons décelé de plus dans les batées la présence de galène (B FL-5 et FL-9).

Ces anomalies confirmées par les A.F.C. semblent trop importantes pour être dues à des pollutions par les indices que nous connaissons. Une étude géologique et géochimique par analyses de roches semble nécessaire dans ce secteur, que nous pouvons étendre vers le NW au Vallon des Bosses, au pied du massif de granodiorite de la Côte Citrin.

...

Là, nous obtenons aussi des points anomaux de galène, cérusite et or dans nos batées et des anomalies géochimiques en Pb (35 g/t) et en Cu (65 g/t). Celles-ci pourraient être en corrélation avec d'une part les massifs granodioritiques, et d'autre part les indices I.80 et 81.

2) Anomalies aurifères

Ces anomalies n'ont pu être détectées que par batayage. La recherche de l'or dans les streams n'est pas effectuée en routine et n'a pas été demandée.

Hormis les points déjà soulignés dans le Vallon des Bosses, nous obtenons de l'or en quantité notable dans deux secteurs :

Le district de Brusson (x = 401, y = 63)

Les différentes paragenèses de ce secteur ont été étudiées par RICHARD (1981). Elle estimait la teneur des filons du type Fenillaz à quartz et or natif à 12 g/t et la teneur des filons du type Béchaz à quartz et pyrite aurifère à 7 g/t. Les réserves probables sont de 1t et les réserves possibles de 5 t pour les filons Fenillaz, Gaebianche (I.107), Combe Toppo (I.168) et Bouchaille (I.170).

Le Valnontey

Le Valnontey, situé au Sud de Cogne, est un vallon qui draine un secteur du massif du Grand-Paradis.

Nous avons obtenu des teneurs en or atteignant 6 g/m³ dans les alluvions du lit vif. Les données géologiques montrent une analogie avec le Val Valeille voisin situé plus à l'Est, où il est connu un indice (I.59) de type BPGC à quartz, galène, chalcopryrite et mispickel. Cela nous suggère un même type de gisement primaire dans le Valnontey, d'autant plus que la batée B BVN 1 contient des traces de mispickel qui pourraient être à l'origine de l'or.

Une prospection par batée à maille plus dense en remontant le Valnontey pourrait permettre de localiser le ou les gîtes primaires, et des essais dans les alluvions plus anciennes du lit majeur à différentes profondeurs seraient utiles pour estimer les possibilités d'exploitation de l'or en placer.

...

3) Autres anomalies

Dans le Val Gressoney, deux points retiennent notre attention par la concordance d'anomalies géochimiques et minéralogiques. Ces deux points sont situés sur deux affluents en rive droite entre Gressoney-Saint-Jean et Gressoney-La-Trinité.

Figure 28 : -Secteur à anomalies dans le val de Gressoney.



Ils présentent les teneurs suivantes :

Indice stream	Cu	Zn	Cr	Ni	V	minéraux batée	Indice batée
S 0751	47	70	189	129	113	+ chromite	BVG 57
S 0760	135	151	140	86	132		BVG 69

Ces teneurs ne sont pas très élevées en Cr, mais la présence de chromite est suffisamment rare pour souligner ces points. De plus, l'A.F.C. met en évidence ces deux points.

Une prospection volante dans les deux affluents concernés, accompagnée d'un échantillonnage de roches, devrait permettre de préciser l'origine des anomalies.

Dans ce même Val, à Gressoney-Saint-Jean, deux points présentent des anomalies en Cu et en Zn (figure 28).

	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb
S 0757	125 g/t	132 g/t	59,2 g/t	45 g/t	25 g/t
S 0764	183 "	58 "	67,1 "	32 "	10 "

...

La carte géologique du BRGM au 1/250 000 (feuille Annecy) montre à cet endroit la même géologie que la Valpelline où nous décelons quelques anomalies de Cu et Zn de teneur allant respectivement jusqu'à 70 g/t et 160 g/t. Par ailleurs, dans la Valpelline, nous connaissons outre l'indice I.58, de nombreuses traces de sulfures dans les roches et dans les batées.

Les points de galène dans la Valpelline et le Val Tournenche, certains associés à de la molybdénite, désignent plus particulièrement les roches constituant le Massif des Grandes Murailles.

L'altitude élevée de ce secteur met au second plan ces anomalies plombifères.

A côté de ces anomalies importantes, nous pouvons citer quelques secteurs aux caractères favorables moins affirmés :

* le Val Chavannes qui présente des anomalies Cu, et des caractères minéralogiques soulignés par l'A.F.C.

Une recherche plus détaillée peut être envisagée, en relation avec l'indice (I.19) cité par JERVIS (1873).

* le Val Ferret qui présente plusieurs groupements d'anomalies Pb-Zn.

Ceux-ci peuvent permettre de revaloriser les indices (I.10-11-12) signalés dans l'inventaire, notamment avec la présence de molybdène et de minéraux uranifère et thorifère.

...

PARTIE 3

RECONNAISSANCE DE QUELQUES ANOMALIES

CHAPITRE I

Introduction

1) Critères de choix des anomalies

2) Les anomalies retenues

CHAPITRE II - LES SECTEURS CONNUS

A) La Valpelline

B) La mine de Pondel

C) Le Pain de Sucre

D) La Tour Ponton

E) Vertosan-Flassin

CHAPITRE III - CONCLUSION

PARTIE 3

CHAPITRE I

RECONNAISSANCE DE QUELQUES ANOMALIES

INTRODUCTION

1 - CRITERES DE CHOIX DES ANOMALIES

Les secteurs anomaux des mines de Promise (I.18), de Cogne (I.50 à 55), de Saint-Marcel (I.115 à 117), d'Herin (I.157) et de Brusson, ont déjà fait l'objet de reconnaissances plus détaillées (GARCIAZ (1979), POCA-CHARD (1979), RICHARD (1981), DOUSSET et TOLLARDO (1981)).

Nous nous sommes donc tourné vers la reconnaissance d'autres secteurs qui semblaient à priori intéressants, compte-tenu des premiers résultats partiels obtenus en Juin 1982.

En effet, les données de prospection géochimique dont nous disposions (séries d'analyses n°6 à 2) n'avaient pu subir de traitements statistiques complets, qui permirent par la suite d'isoler les anomalies en fonction des différentes structures géochimiques. Les anomalies retenues alors n'apparaissaient qu'en fonction de teneur moyenne, obtenue sur un découpage géographique correspondant à peu près à la géologie. Mais il n'était pas tenu compte des mélanges éventuels de sédiments provenant d'horizons géochimiques différents, mais juxtaposés.

2 - LES ANOMALIES RETENUES

Pour la dernière campagne de prospection géochimique, nous avons retenu, en fonction de critères partiels, la reconnaissance de quelques secteurs :

- La Valpelline qui présente un alignement de points anomaux en Cu dans la direction du filon de Dzovenno, indiquée sur les cartes métallogéniques du BRGM,

...

- La mine de Pondel, qui est réputée aurifère, peut être à l'origine de l'or recueilli au débouché des gorges du Grand-Eyvia dans la plaine d'Aoste,

- Le Vallon de La Verra qui présentait une très forte anomalie Ag (15 g/t) et Mo (260 g/t) dans l'échantillon (S 0053). En attendant la confirmation de cette anomalie par une nouvelle analyse (S 0004), nous avons entrepris un nouvel échantillonnage à maille plus serrée, en même temps qu'une reconnaissance géologique,

- L'indice du Pain de Sucre (I.76). Dans les torrents drainant ce secteur, nous avons obtenu les plus fortes anomalies avec la présence simultanée de galène, blende, et cérusite dans les batées, et des teneurs atteignant 120 g/t de Pb en stream-sédiments.

A la suite des résultats finals des traitements statistiques présentés dans ce mémoire, des secteurs anomaux plus importants ont retenu plus particulièrement notre attention. Ils justifiaient une reconnaissance géologique :

- * Le Val Vertosan et le Mont Flassin ; anomalies Pb-Zn en relation avec les indices I.28 et 83,

- * La Tour Ponton ; secteur où nous trouvons plusieurs points de fortes anomalies Pb-Zn-Cu, ne se reliant à aucun indice répertorié.

Ces reconnaissances effectuées permettront de mieux apprécier l'importance des anomalies, et d'orienter les recherches sur les meilleurs secteurs, pour une exploitation éventuelle.

...

PARTIE 3

CHAPITRE II

LES SECTEURS RECONNUS

A - LA VALPELLINE

1) Introduction

Ce secteur a été retenu dès les résultats des premières campagnes de prospection géochimique. Les résultats dont nous disposions étaient limités à quelques secteurs géographiques et n'avaient pu subir tous les traitements statistiques. Pour rechercher des secteurs anomaux, la Valpelline était considérée comme une entité géochimique globalement homogène ; les études ultérieures plus poussées montrent que tel n'est pas le cas.

Une cartographie sommaire des plus fortes teneurs indiquait alors une série d'anomalies alignées dans la direction du filon minéralisé signalé sur les cartes métallogéniques du BRGM (au 1/320 000, 1963 et au 1/500 000 1979, feuilles Lyon).

A partir de ces observations, nous avons voulu étudier le gisement de Bionaz (I.94) et rechercher les éventuelles possibilités d'extension.

2) La mine de Dzovenno (Bionaz)

a) Localisation (figure n°29)

Des haldes sont visibles juste au-dessus de la route qui dessert la Valpelline, à 500 m en amont de Dzovenno, au lieu-dit "les Moulins".

En ce lieu, le filon minéralisé affleure et se suit sur environ 80 m entre une galerie de reconnaissance (376,55 - 76,99 - 1597) à l'WNW et l'ouverture d'un ancien puits de descenderie (376,60 - 79,95 - 1595) à l'ESE maintenant obturé. Mais c'est par un travers-bancs long de 260 m

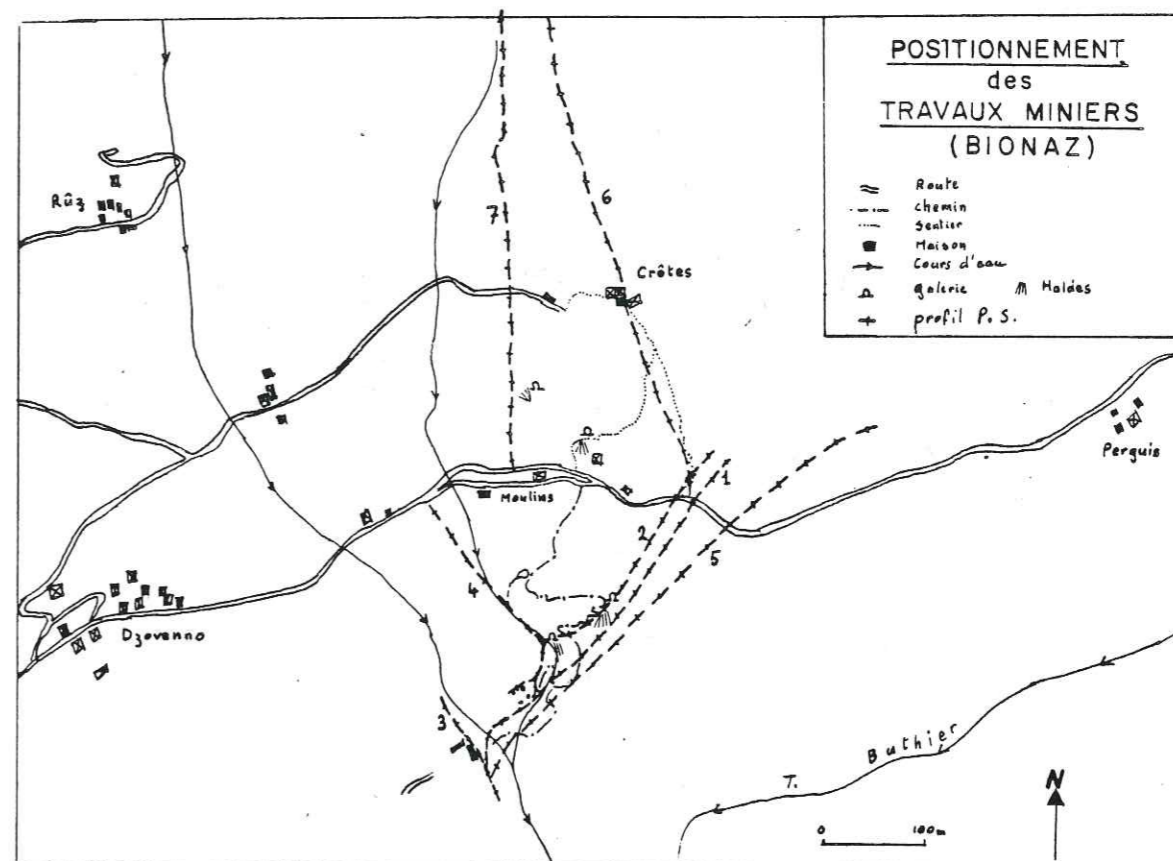
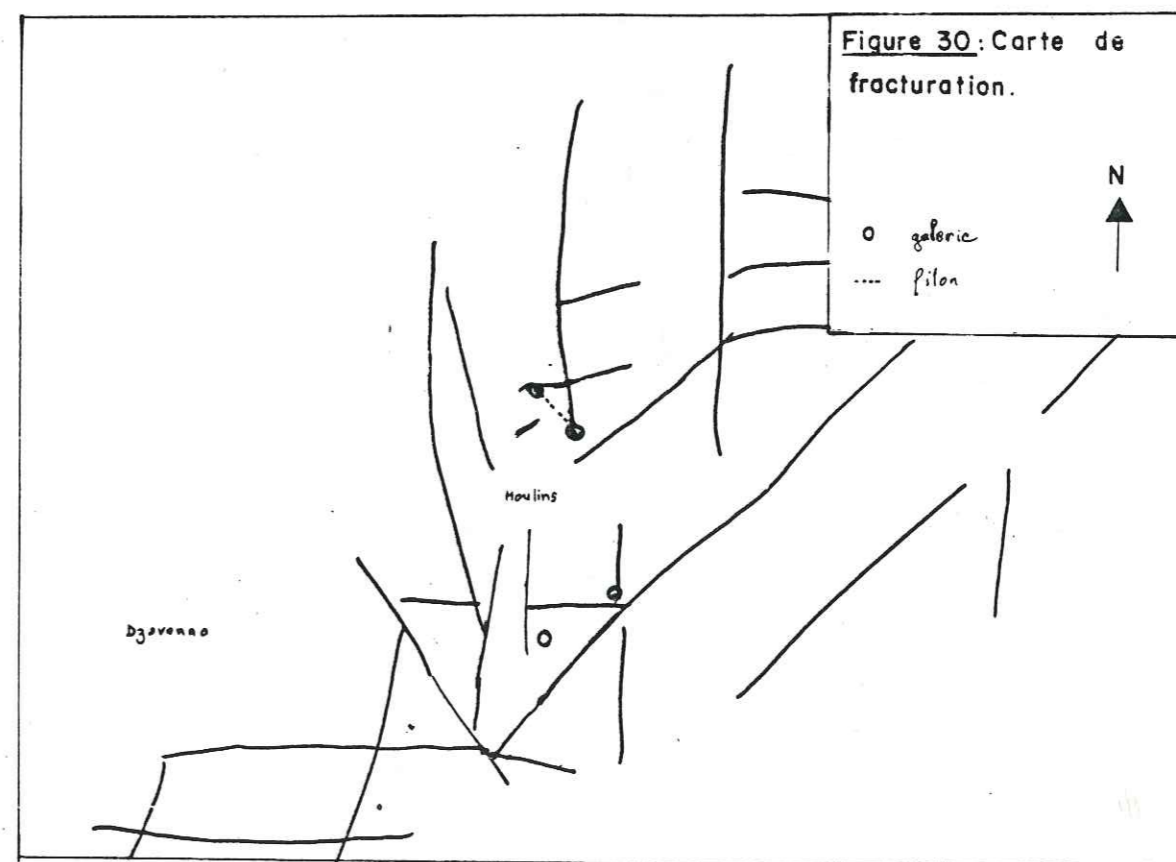


Figure 29



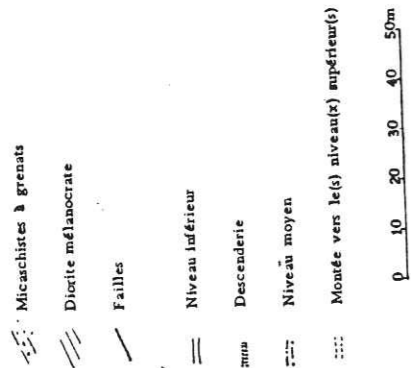
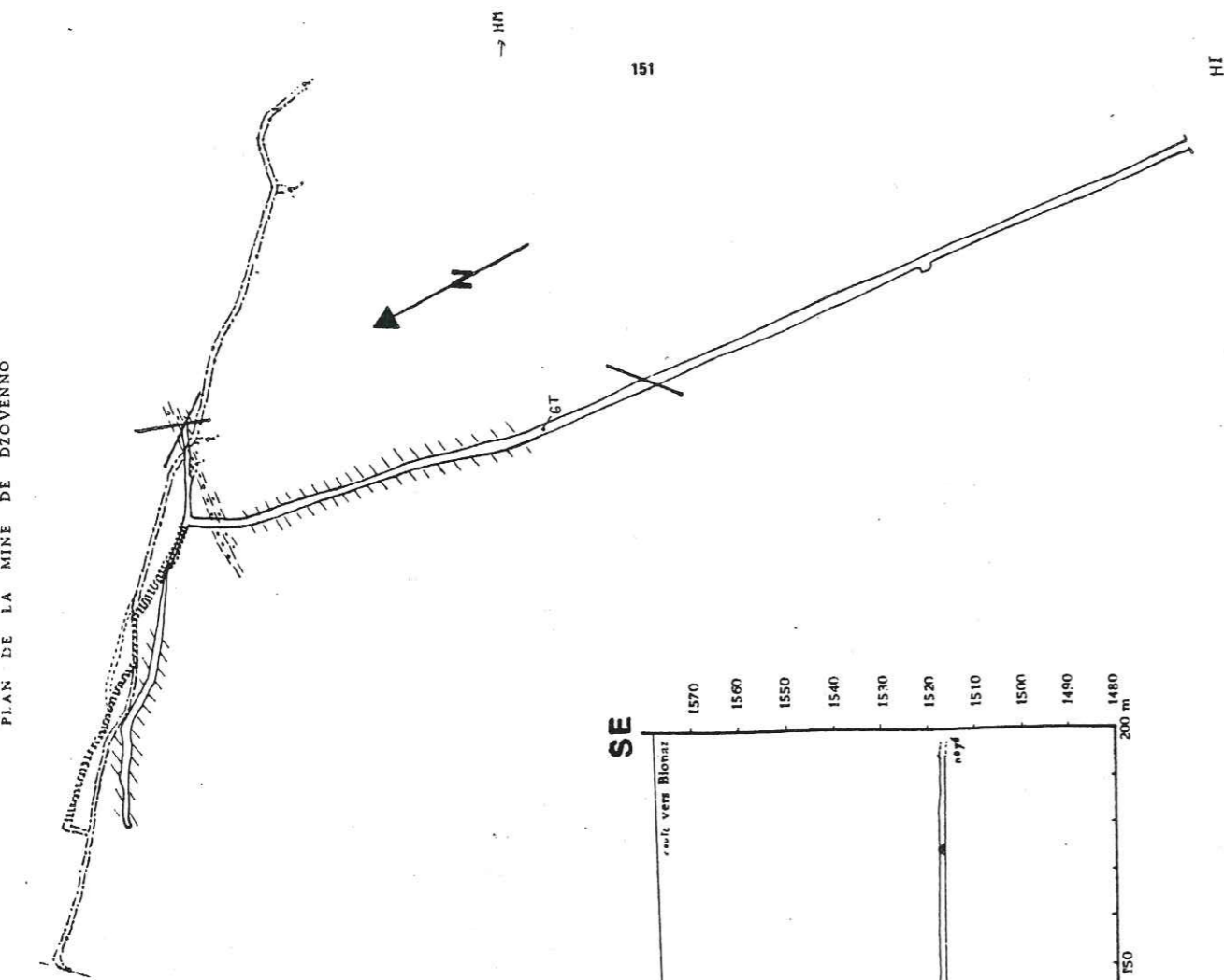
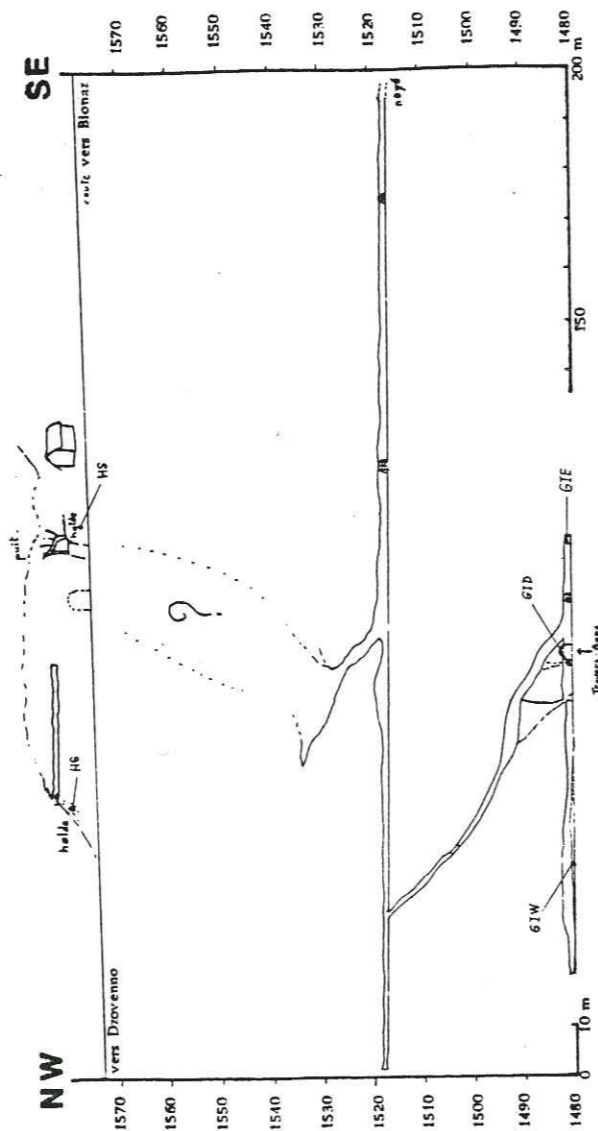


Figure 31 a -

Figure 31 b - PLAN VERTICAL DE LA MINE DE DZOVENNO



que nous pouvons visiter la mine. Son entrée est située 300 m en contre-bas du hameau, peu au-dessus des ruines des bâtiments d'exploitation signalées sur les cartes topographiques (376,60 - 76,71 - 1485). Le long du sentier qui, du hameau des Moulins mène à l'entrée du travers-bancs, des haldes indiquent l'existence d'une entrée à un niveau intermédiaire.

b) Description de la mine

Le plan de la mine (figures 31 a-b) permet de connaître la géométrie du filon. Celui-ci est subvertical, d'orientation NW-SE, avec une extension horizontale d'environ 80 m, aussi bien en surface qu'en profondeur. La puissance maximale observée, au niveau intermédiaire, est de l'ordre de 5 m. La dénivelée entre la surface et le point le plus bas d'exploitation est d'environ 100 m. Aux deux extrémités NW et SE, le filon est limité par des failles subverticales d'orientation N30-40.

c) La minéralisation

La minéralisation est essentiellement constituée par de la pyrite, de la "pyrite cuivreuse" et de la chalcopryrite, parfois altérée en malachite. Il semblerait cependant qu'il y ait aussi un peu de galène, comme le montre la batée (H.I) effectuée sur les matériaux des haldes inférieures.

Ni dans la mine, ni sur les haldes, n'a été observé de minerai massif. Le minerai apparaît disséminé dans une gangue de quartz, pouvant contenir accessoirement de la baryte (batée HG-GID-GIE-HI-HM).

L'encaissant est formé de diorite mélanocrate, à quelques passées grenatifères, que recoupe le travers-bancs. L'extrémité E du filon dans sa partie basse est encaissée dans des schistes à grenats, qui contiennent des traces de monazite (B GIE). La foliation de l'encaissant est oblique au filon avec un pendage moyen de 80° vers le SE orienté N45.

d) Conclusion

Cette petite mine semble de teneur peu élevée. Son exploitation a

...

sans doute été rendue possible grâce à la proximité des grands gisements d'Ollomont. Le filon montre une direction différente de celle qui nous avait fait prendre en considération les alignements de points anomaux. Toutefois, nous avons cherché à retrouver ce filon qu'aurait pu décaler la fracturation (figure n°30).

3) Prospection électrique (polarisation spontanée, P.S.)

a) Autour de la mine, les profils effectués semblent négatifs en ce qui concerne la prolongation du filon. Seul ce qui peut s'interpréter par des failles apparaît par cette méthode (profils 2.6 et 4.7, figures n°32-33).

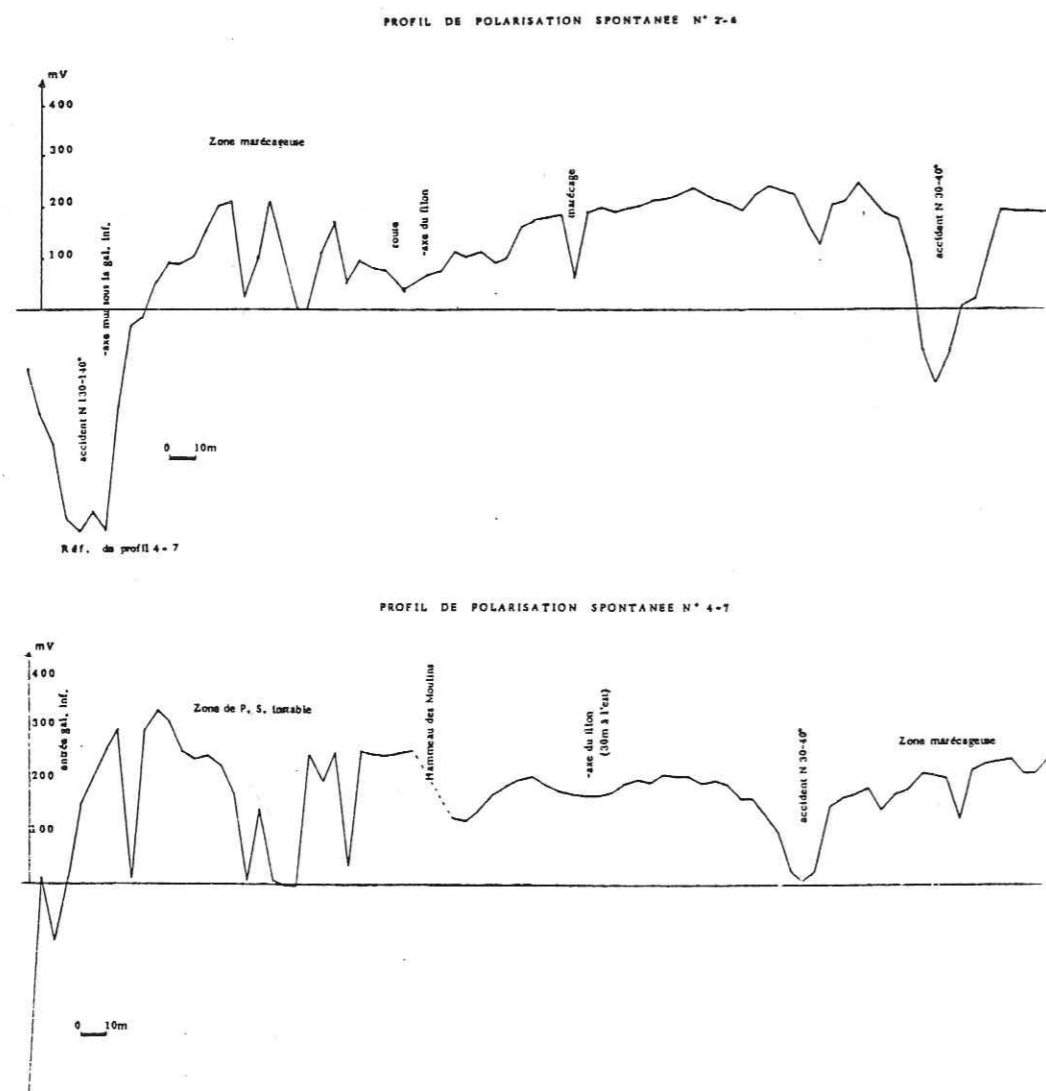


Fig. 34

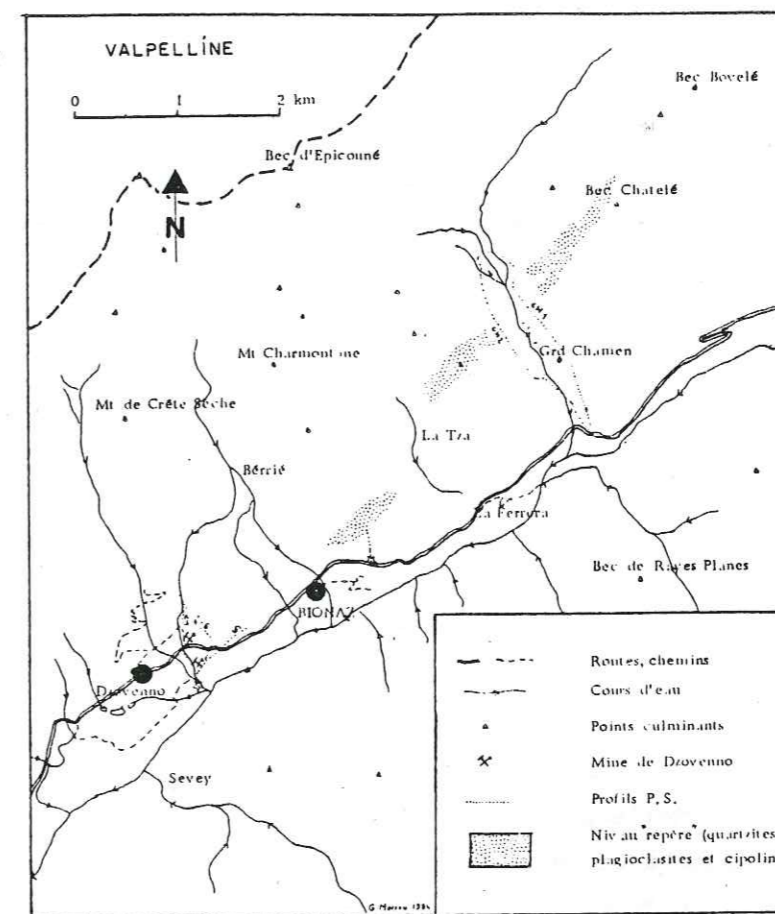
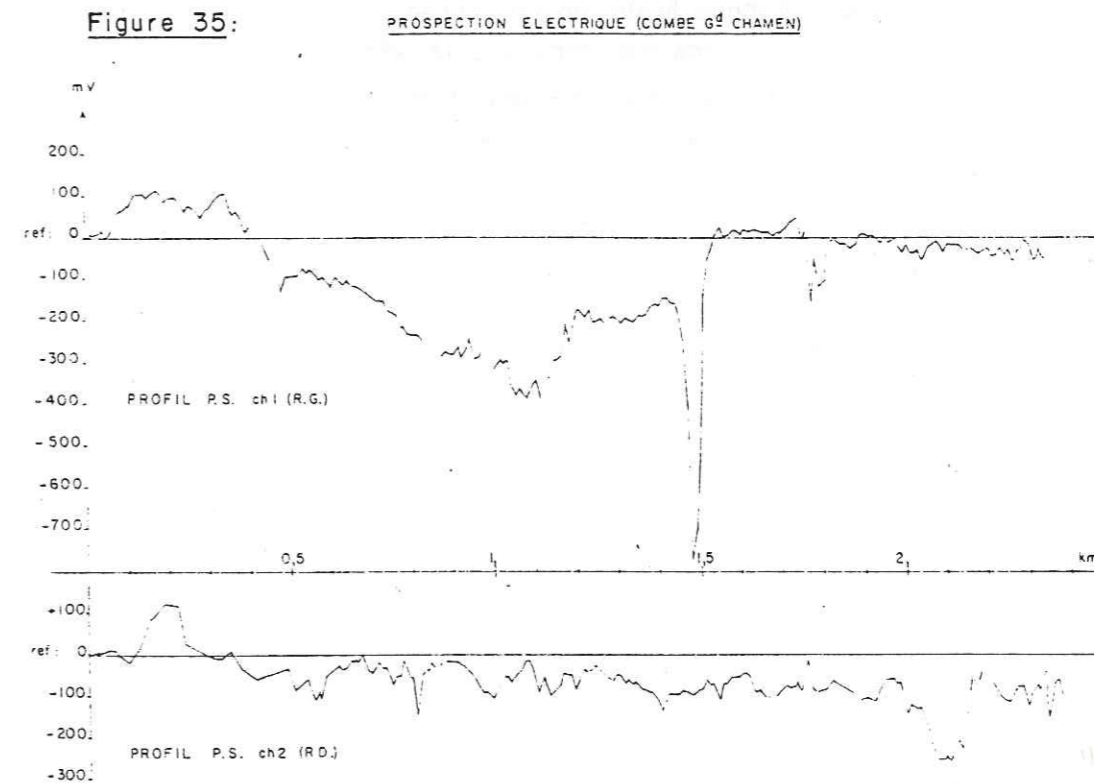


Figure 35:



b) Plus loin, d'autres profils ont été effectués, notamment dans les vallons (figure n°34) qui présentaient des anomalies géochimiques, contrôlés sans résultat par batées à cette occasion. Ceux-ci n'ont, dans l'ensemble, rien donné. Seul le Vallon du Grand Chamen présente une anomalie de -770 mV à l'aplomb du deuxième alpage (380-84, 2100) en rive gauche (profil Ch 1). Les pierres volantes de cet endroit sont des quartzites et des marbres, qui proviennent de la falaise qui domine le site. Compte-tenu de l'orientation des structures géologiques de la Valpelline, il est probable que ce sont les mêmes roches qui constituent le substrat des éboulis.

Cette roche présente des traces de sulfures (galène, pyrite), mais trop disséminées pour être à l'origine d'une telle anomalie. De plus, cette anomalie géophysique n'a pas été retrouvée sur le profil effectué sur l'autre rive du vallon, distante d'environ 300 m. (figures 34 et 35) (profil ch 2).

Cette anomalie peut alors être due à une minéralisation, mais d'extension analogue à celle de Dzovenno.

4) Conclusion

Bien qu'il nous manque beaucoup de données, notamment des analyses de roches, nos observations montrent que la série de Valpelline est riche en sulfures disséminées dans les roches, et qu'elle est susceptible de contenir de petits gîtes minéralisés du type de celui de Dzovenno.

Ces gîtes devraient être décelés par des prospections à maille plus serrée, et par une étude géochimique des roches.

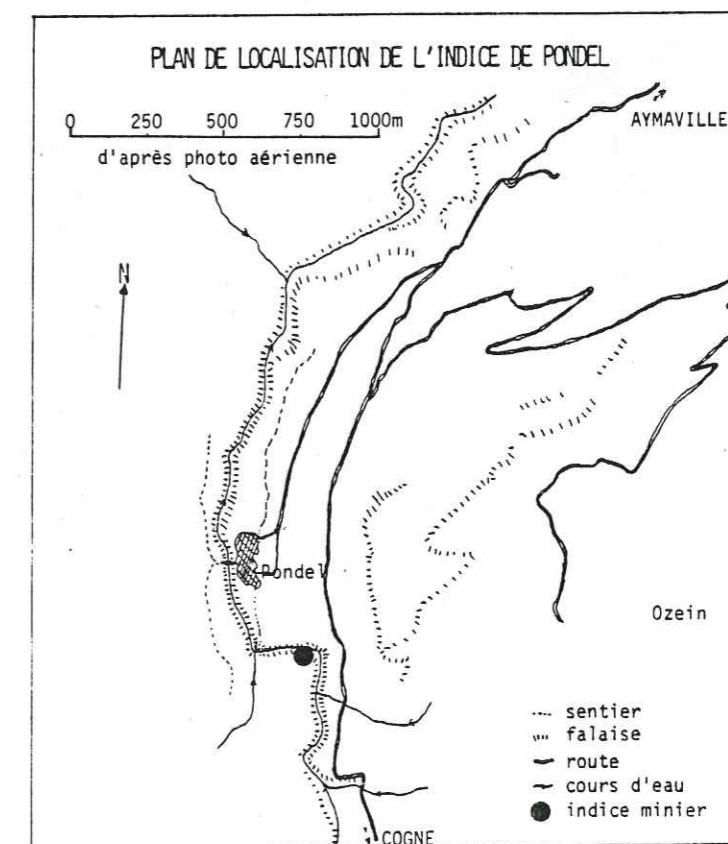
Par ailleurs, la présence de galène, de molybdénite et de chalcopryrite dans les batées désigne en particulier le secteur des Grandes Murailles en amont du Lac de Place Moulin, où l'altitude et la morphologie des reliefs nous ont interdit des recherches plus poussées et efficaces.

B - LA MINE DE PONDEL

1) Introduction-localisation

Après la prospection de l'été 1981, c'était au débouché de la gorge du Grand-Eyvia dans la plaine d'Aoste qu'avaient été obtenues les plus fortes quantités d'or (jusqu'à 4 g/m³ dans la batée GE 4A). La population locale indiquait par ailleurs l'emplacement d'une ancienne mine d'or, au fond de la gorge profonde de 120 m, à quelques 500 m en amont du Pont d'Ael (figure n°36). Celle-ci, située en rive gauche (361,9 - 59,7 - 750), est accessible à l'étiage, par l'intermédiaire des restes d'un sentier taillé dans la falaise de la rive droite.

Figure 36.



2) Description de l'indice

Les grattages des anciens montrent une minéralisation constituée par de la pyrite en petits lits millimétriques à centimétriques dans une couche métrique de schistes carbonneux, appartenant à l'enveloppe du massif granodioritique de Valsavarenche.

La couche minéralisée affleure sur presque toute la hauteur de la falaise. Et elle n'a pas été observée sur l'autre rive, peut-être à cause d'une faille que souligne le tracé de la gorge.

Ni dans les batées, effectuées juste au pied des travaux (B PO-2, B PO-3), ni les sections polies d'échantillons de la minéralisation, n'ont permis l'observation d'or. Celui-ci pourrait être inclus dans le réseau cristallin des pyrites. La corrélation observée dans la roche encaissante, entre l'augmentation des teneurs en pyrite et celle des matières organiques, suggère un mécanisme de concentration des métaux par fixation sur les végétaux, peu compatible à l'enrichissement aurifère.

3) Conclusion

L'observation de la mine, et les résultats obtenus ultérieurement par la prospection stratégique en amont dans le Val Nontey, suggèrent une présence très marginale de l'or à Pondel. L'or déposé dans la plaine d'Aoste est plus vraisemblablement issu des Vals Nontey et de Valeille, à la faveur de conditions de sédimentation redevenues favorables au débouché de la gorge.

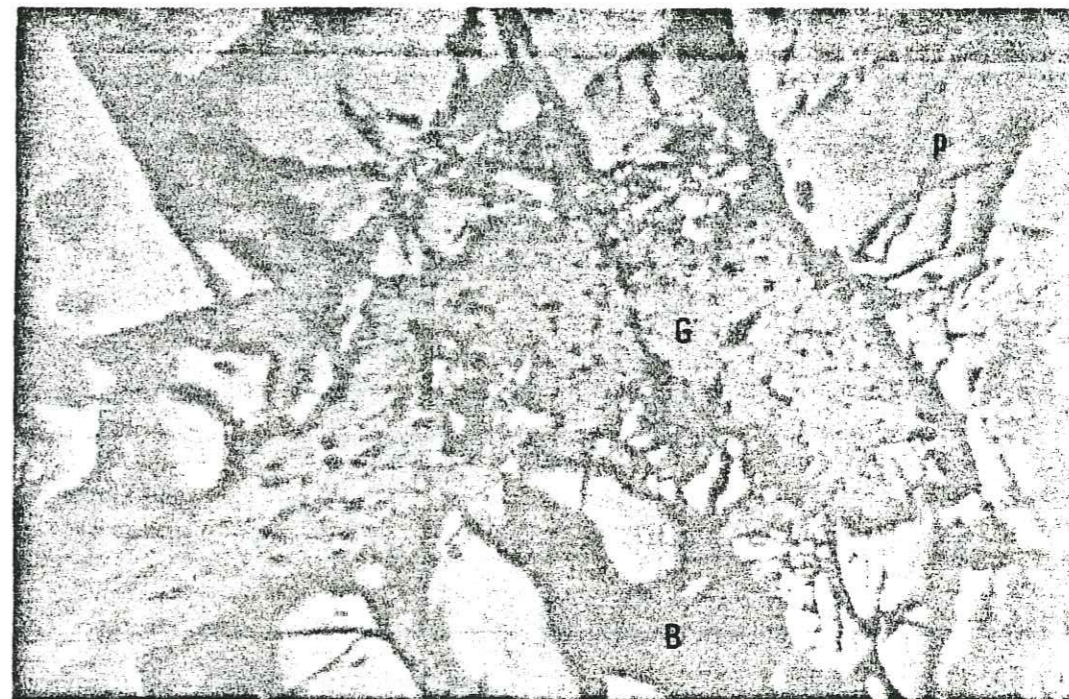
C - LE PAIN DE SUCRE

1) Introduction

La prospection alluvionnaire effectuée dans les torrents du Grand Saint-Bernard a révélé des anomalies de 120 g/t en Pb et de plus de 100 g/t de Zn (S 0510, 0511, 0513) que confirment les batées par la présence de galène à des teneurs de 1,4 g/m³ et de blende (B-SB-5, SB-6, SB-3). Par ailleurs, JERVIS (1873) signalait la présence d'un indice de galène (I.76) sur le versant septentrional du Pain de Sucre. Celui-ci pourrait être à l'origine des anomalies.(figure n°37).

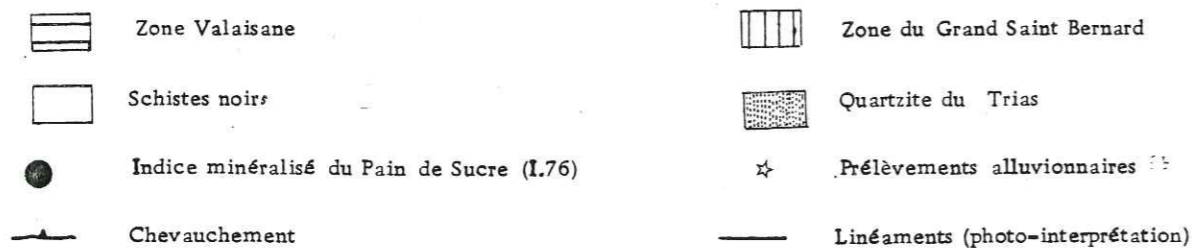
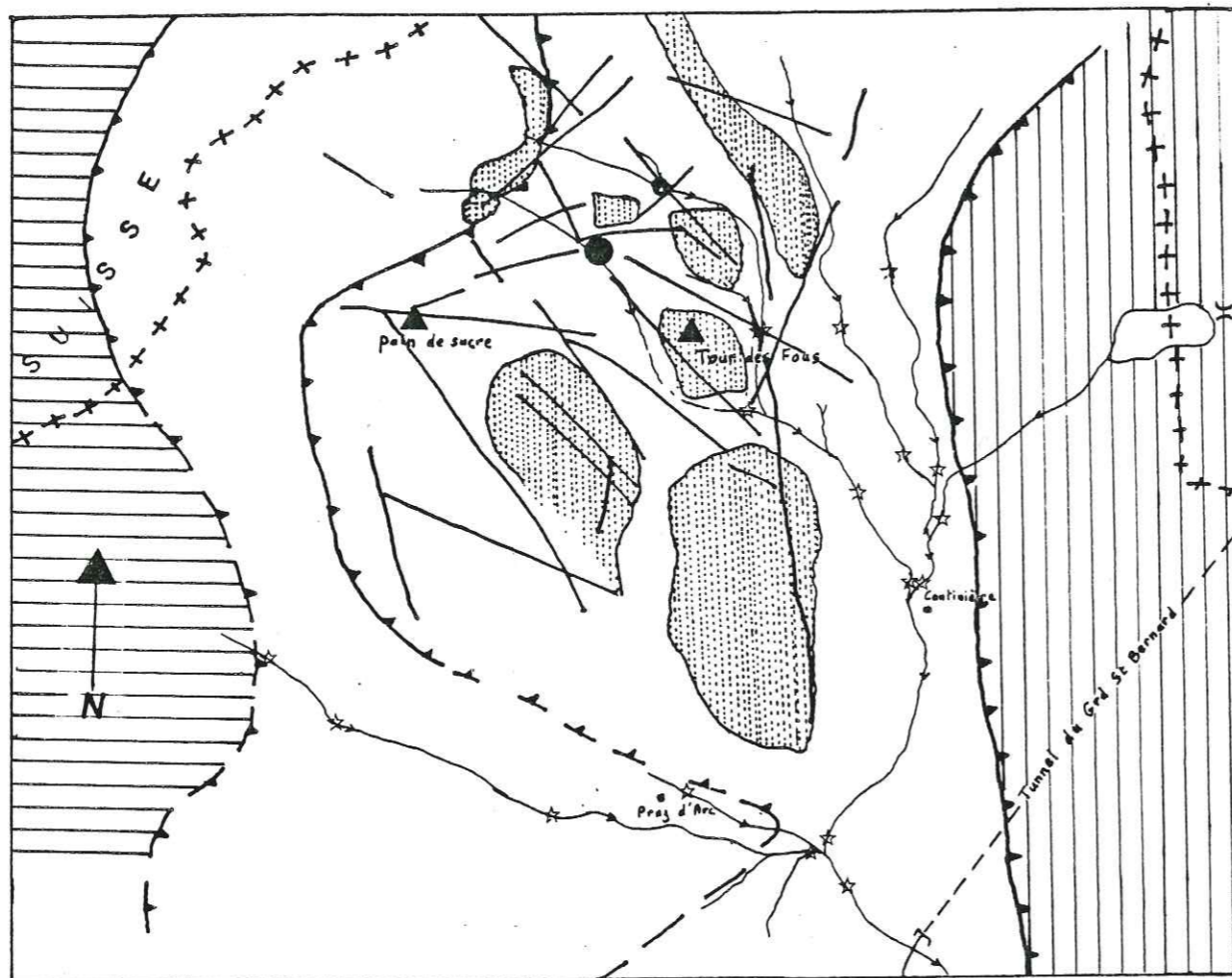
2) L'indice du Pain de Sucre

La minéralisation (356,2 - 81,4 - 2200) affleure dans le torrent circulant au pied du Pain de Sucre, en amont du lieu de prélèvement SB-5.



Section polie, minerais à pyrite (p), galène (G), blende (B), de l'indice du Pain de Sucre (Gd. St. Bernard). (X 35)

REGION DU PAIN DE SUCRE (Vallon du Grand Saint Bernard).



0 500 1000m
D'après photo aérienne

Figure 37.

L'indice est constitué d'un filon de quartz subvertical d'une puissance d'environ 1 m, et d'orientation N 50. Il est visible sur une dizaine de mètres près du torrent, et semble se prolonger vers le NE, où, à 250 m environ, il réapparaît dans la pente en amont du point de prélèvement alluvionnaire SB-4.

Le filon de quartz contient de la pyrite en amas centimétriques ou en cristaux fracturés, de la galène, et plus rarement de la blende. La gangue, généralement constituée de quartz, est parfois composée de carbonates. En section polie, la galène et la blende sont injectées dans les fractures de la pyrite de genèse donc plus ancienne.

L'encaissant du filon minéralisé appartient à la série des schistes noirs de la zone du Houiller briançonnais. Cette zone est plus réduite en épaisseur que dans le secteur de la Thuile, mais contient des quartzites bien litées à cassure blanche formant l'ossature du Pain de Sucre et du monolithe de la Tour des Fous (figure n°37). La schistosité des schistes noirs est orientée N 10 avec un pendage de 50° vers l'Est, oblique au filon.

3) Essai de recherche géophysique

Des essais de prospection géophysique par polarisation spontanée (P.S.) et par magnétométrie sur le filon ont montré que ces deux méthodes n'étaient pas adaptées à la prospection dans ce contexte de schistes noirs. Les contrastes électriques et magnétiques ne semblent pas suffisants pour marquer la minéralisation. Seuls les contacts, avec les quartzites ou le chevauchement sur l'unité des cols, apparaissent légèrement.

4) Conclusion

Les forts contrastes géochimiques et minéralogiques enregistrés lors de la prospection alluvionnaire ne correspondent pas ici à une anomalie d'intérêt métallogénique. Ces contrastes sont dus ici à la pollution par le lessivage direct de la minéralisation.

...

Ce type de pollution montre la difficulté qu'il y a à interpréter les différentes anomalies. Les plus forts contrastes ne sont pas forcément les plus prometteurs, s'ils ont pour origine une pollution très localisée.

D - LA TOUR PONTON

1) Introduction

Ce secteur présente un grand nombre de points anomaux en Pb-Zn, relatifs aux teneurs moyennes des stream-sédiments du groupe géochimique RBAS. Les levés cartographiques et géologiques effectués sur ce secteur par GARCIAZ (1979) pour la recherche de lentilles de magnétite, montrent un rubanement des roches vertes (serpentinites, amphiboles, prasinites) et des schistes lustrés (calcschistes et micaschistes) qui n'apparaissent pas sur les fonds géochimiques.

Un repérage sur le terrain des relations entre les lieux de prélèvements alluvionnaires et les différentes roches constituant les bassins versants s'avère nécessaire pour estimer l'existence de secteurs réellement propices aux minéralisations.

Simultanément, nous avons effectué quelques batayages de reconnaissance qui ont pu être intégrés dans les traitements statistiques.

2) Description géologique du secteur de la Tour-Ponton (figure n°38)

Dans ce secteur, les successions lithologiques sont de direction E-W, de pente 30-40° vers le N. Les torrents soulignent ces structures en creusant leur lit dans des niveaux sans doute plus tendres, relayant l'action des glaciers, maintenant limités au seul versant Nord des Crêtes de Peradza.

Dans la partie Sud de ce secteur, les micaschistes prédominent. Ceux-ci, de patine rousse, ont une constitution calcaréo-siliceuse plus ou

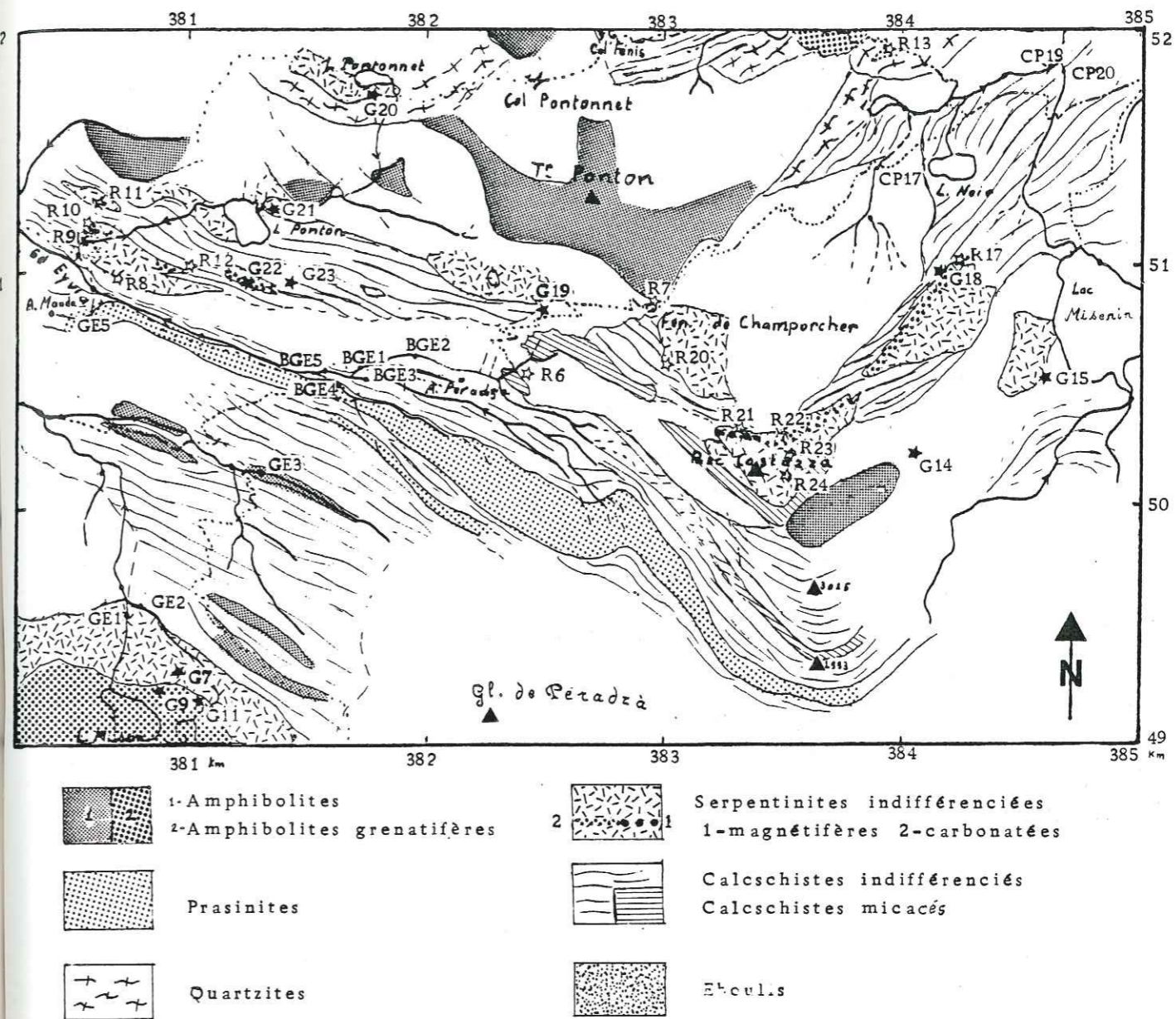


Figure 38: - Carte géologique du secteur de la Tour Ponton.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	K ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	V	Ni	Cr	Cu	Co	Pb	Zn	Zr	Au	Ba	B	Sr
G7	38,75	2,54	3,82	7,81	33,85	0,11	0,02	0,055	1230	77	1777	1884	40	-	-	80	3,7				
G9b	23,50	16,46	6,05	22,78	15,60	4,36	0,04	5,93	2650	500	50	204	80	(94)	-	50	220	(20)			(61,2)
G9c	32,73	23,19	14,14	15,58	7,38	1,75	0,01	0,014	2480	418	50	367	64	-	-	320	-				
G11a	45,00	13,00	8,00	17,00	10,00	2,80	0,01	2200	2900	477	395	340	112	40	10	50	55	20	20	150	15
G11b	42,65	9,43	12,30	17,28	5,43	8,01	0,24	0,125	2650	488	213	231	5	(95)	-	50	90	(20)			(45,8)
G14b	39,10	2,30	0,15	6,10	39,70	0,10	0,02	285	700	55,7	1813	2088	20	110	-	75	105	-	2	110	(10)
G15a	45,00	3,50	3,00	4,00	38,00	0,05	0,10	890	1650	42	672	1129	5	40	-	75	20	6,5			tr
G18a	39,00	9,00	25,00	4,00	1,70	0,40	1,20	880	1300	53	316	224	192	-	15	50	110	22			
G18c	45,48	14,73	5,88	11,60	10,22	1,23	1,67	0,230	850	212	427	347	152	90	15	-	20	-			
G19b	53,00	20,00	8,50	4,50	11,00	0,50	0,05	470	1030	138	474	272	32	10	x	-	20	1			tr
G20b	47,00	22,00	19,00	3,00	5,00	0,10	0,01	200	600	16	790	408	104	60	15	150	20	-	20	20	10
G21b	52,00	16,00	7,00	7,50	10,00	1,00	0,02	1000	1700	138	340	272	64	30	10	-	70	20	20	25	10
G22c	36,40	2,40	1,80	13,50	33,30	0,08	0,03	605	615	74,2	2781	1129	32	165	-	100	65		20	50	10
G23a	63,00	11,50	12,00	2,50	2,50	0,30	1,60	650	2500	42	632	177	32	(28)	tr	-	20	27	4000	200	4000

Tableau 18: - Analyse de roches du secteur de la Tour Ponton.

moins micacée. Dans cet ensemble, s'interstratifient des niveaux de roches vertes finement grenues, à amphibole et plagioclase (prasinites). Le passage des séries carbonatées-micacées aux prasinites est rapide, mais continu.

Dans la partie Nord de ce secteur, les roches vertes prédominent plus nettement. Plus résistantes dans l'ensemble, elles constituent l'ossature des principaux reliefs. Les falaises qui dominent au Nord les Alpes Manda et Peradza sont constituées de serpentinites présentant des passées imbriquées de roches carbonatées (notamment aux points R9-10 et 12). Sur le sommet de ces falaises affleurent de nouveau les calcschistes.

A l'Est, les sommets, de la fenêtre de Champorcher au Bec Costazza, sont aussi formés de serpentinites magnétifères.

La lentille de serpentinite constituant le Bec Costazza se prolonge vers l'Est, avec là, une imbrication de roches carbonatées (points G18-R17), analogue à celle observée aux points R9-R10.

Au point G18, nous observons :

- des micaschistes carbonatés G18 a
- des amphibolites très foliées G18 c
- des carbonates blancs à petits cristaux de pyrite oxydés G18 e
- des serpentinites G18 f.

Les roches carbonatées forment un linéament observable par photo aérienne jusque sur le versant W du Bec Costazza, puis en direction de l'Alpe Peradza. Par ailleurs dans l'éboulis de la face Nord, un échantillon de calcite avec de la galène a été trouvé (R22) ; celui-ci provient sans doute de ce niveau carbonaté.

Bien que les analyses de roches faites au C.E.N.Grenoble (tableau n°18) ne présentent pas de teneurs en Pb significatives, c'est sans doute ces roches carbonatées qui sont l'origine des anomalies.

3) Conclusion

La présence de galène associée à de la calcite au Bec Costazza, la proximité des anomalies sur les versants contenant plus particulièrement des roches carbonatées, suggèrent d'orienter les recherches géochimiques sur les roches carbonatées associées aux lentilles de serpentinites du Bec Costazza, et de l'alpe Manda. La présence de blende dans la batée BGE-3 est peut-être un indice d'extension entre ces deux lentilles.

E - VERTOSAN-FLASSIN

1) Introduction

La géochimie des stream-sédiments indique dans le Val Vertosan de fortes teneurs en Pb et Cu (92 g/t) et surtout en Zn (211-234 g/t). Dans la combe Flassin, nous obtenons jusqu'à 310 g/t de Zn. Le contexte géologique de l'alpe Ravine, où JERVIS (1873) signale un indice, est à priori analogue à celui de Promise (I.18) et laisse entrevoir la possibilité d'un gisement de taille importante comme ceux de Promise en Val d'Aoste, ou de La Plagne en France. Mais la paragenèse est différente de ces dernières mines. Elle est plutôt analogue à celle de l'indice de Flassin (I.83) comprenant les minéraux : sidérite, galène, chalcopryrite et blende.

La localisation exacte des deux gîtes dans leur contexte est donc nécessaire pour estimer leur lien éventuel, et leur importance pour une recherche ultérieure plus poussée.

2) Localisation des indices

L'indice de la Montagna Ravine (I.28) dans le Val Vertosan a été situé dans un petit couloir en face de l'alpage, juste au Sud de celui permettant l'accès au Col Flassin (356,6-71,3-2275).

Celui du Mont Flassin est situé sur la première arête rocheuse du versant Est du Mont Flassin en descendant du Col Flassin sur le versant N, au point 357,3-72,1-2700. (figure n°39).

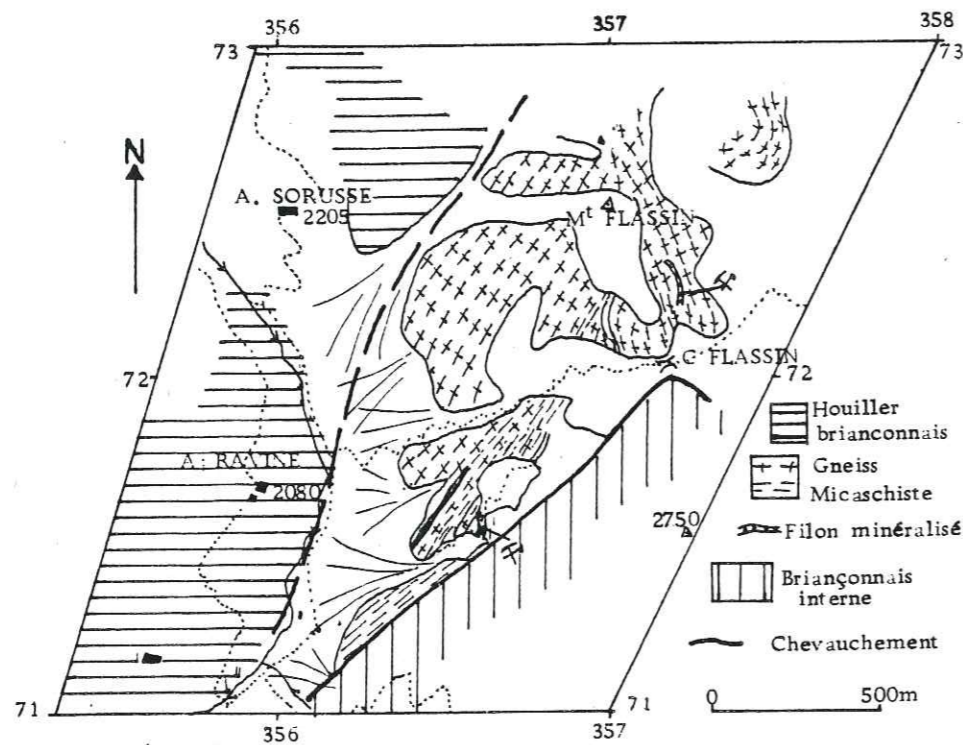
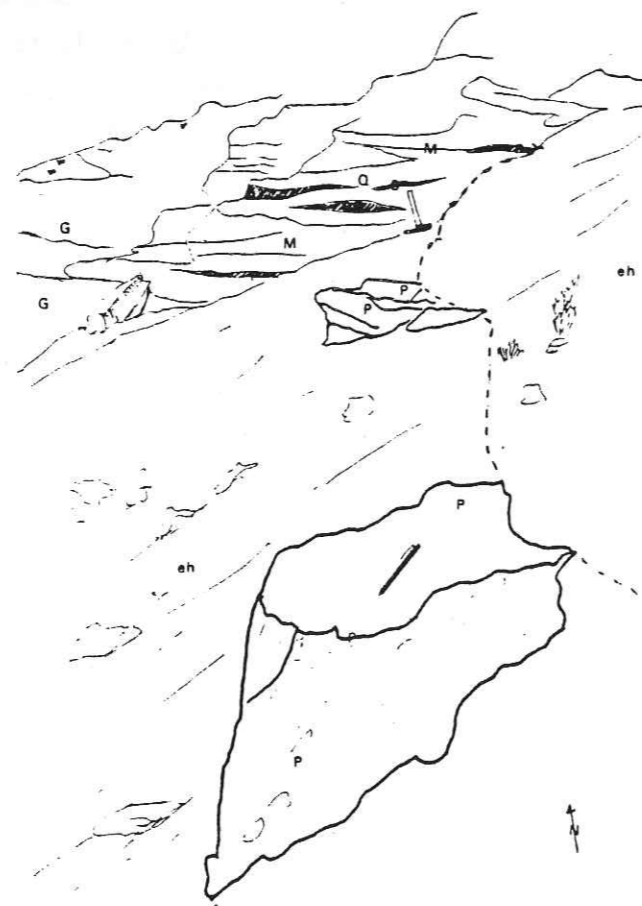


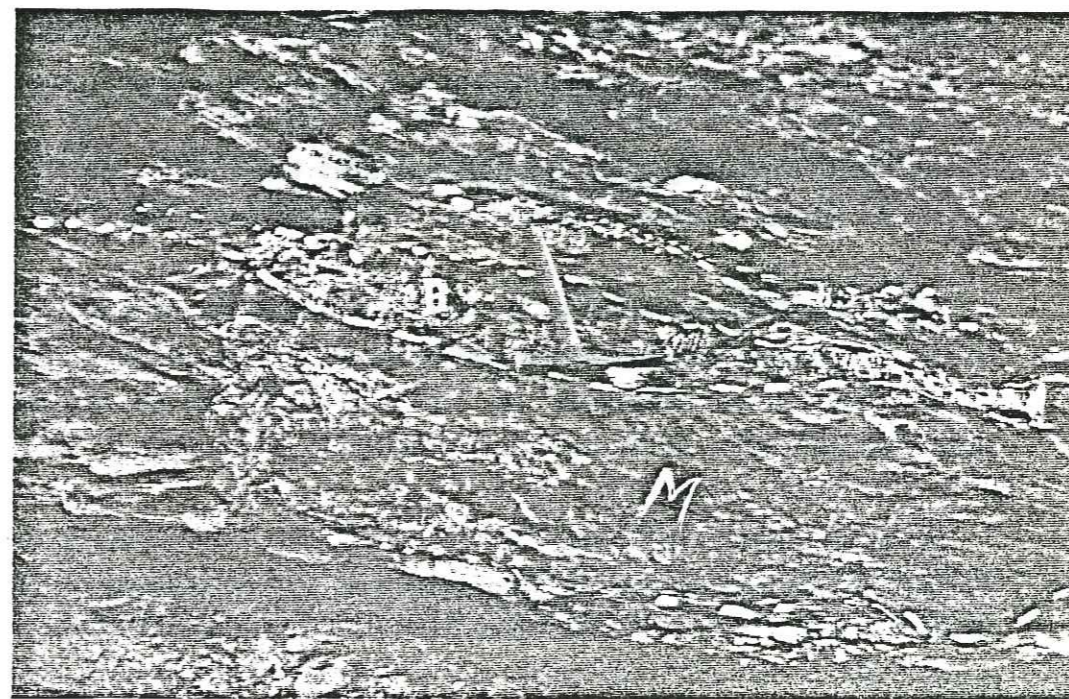
Figure 39: - carte géologique simplifiée du Mont-Flassin, Val Vertosan.

Figure 40: - Indice de l'Alpe Ravine.

- G: gneiss
- M: micaschiste
- Q: quartz
- B: blende massive
- P: pyrite, chalcopryrite dans du quartz.
- eh: éboulis, haldes.



Mont Flassin (face S) - Indice de Ravine (Vertosan).



Lentille de blende massive (indice de Ravine),
B= blende, M= micaschiste.

Les deux indices ont été exploités. Le premier pour le cuivre (JERVIS, 1873, BARETTI, 1893) par grattage, le second pour le plomb et l'argent en galerie. L'altitude élevée de l'indice du Mont Flassin entraîna assez rapidement l'abandon de l'exploitation (JERVIS, 1873).

3) Description des indices

La minéralisation de l'indice de Vertosan (I.28) affleure sur une vingtaine de mètres, dégagée en partie par les dépilages.

Elle est composée de lentilles de minerai massif (blende ou chalcopryrite) en extension métrique et de puissance décimétrique dans une gangue généralement de quartz, mais parfois composée de carbonates et de schistes (figure n° 40).

L'ensemble qui paraît avoir une puissance maximale de l'ordre du mètre est interstratifié dans des micaschistes, contenant eux-mêmes quelques sulfures en dissémination. Ces micaschistes enveloppent des niveaux de gneiss fortement laminés constituant le massif du Mont Flassin. Cette lamination rend difficile l'étude des relations de la minéralisation au contact de ces gneiss, qui cependant paraissent étroitement associés.

La foliation des gneiss, des micaschistes et de la minéralisation semble parallèle à un plan de direction N 60 et de pente 40-60° vers le SSE.

Cette direction permet sur le terrain et en photo aérienne, à partir de la minéralisation, de suivre des niveaux interstratifiés de quartz, ou de micaschistes présentant des traces d'altération de sulfures, jusqu'au Mont Flassin, près de l'indice du même nom (I.83).

Cette dernière minéralisation est constituée d'un filon de sidérite et pyrite dans une gangue de quartz dans sa partie observable. Le filon d'une puissance d'environ 20 cm est sensiblement conforme à la foliation N 160 de pente 70°W des gneiss encaissants, avec un contact très net. JERVIS (1873) signalait la présence de galène dans des filons sécants à la direction de ce premier filon.

...

Les deux minéralisations ne semblent pas être directement liées, en ce sens que l'une ne paraît pas être le prolongement de l'autre. Mais toutes deux sont associées au massif gneissique du Mont Flassin.

4) Conclusion

La position de l'indice du Val Vertosan sur la rive droite met celui-ci dans un contexte différent de celui de la mine de Promise, mais plus identique à celui de la mine du Mont Flassin.

Les deux indices montrent un lien avec le laccolite de Flassin, qui semble être à l'origine de ces minéralisations. La ressemblance entre les massifs de Flassin et de Citrin, (CABY, 1974) et la présence sur le pourtour de ces deux massifs de minéralisations (JERVIS, 1873, BARETTI, 1893) suggèrent une enveloppe minéralisée jalonnant le contact de ces deux massifs.

Des profils chimiques des éléments métalliques dans les roches du contact devraient confirmer cette hypothèse.

Par ailleurs, une prospection géophysique sur le pourtour de ces laccolites pourrait s'avérer fructueuse pour retrouver des extensions possibles plus en profondeur.

...

PARTIE 3

CHAPITRE III

CONCLUSION

Ces reconnaissances sur le terrain nous ont permis d'affiner les résultats obtenus à la prospection alluvionnaire. Elles permettent de mieux apprécier l'importance et la portée des anomalies géochimiques et minéralogiques, et, par conséquent, de mieux orienter les recherches futures envisageables sur ces secteurs plus restreints :

- * Le secteur de la Tour-Ponton reste d'un intérêt métallogénique. Des recherches plus approfondies, centrées sur les roches carbonatées du Bec Costazza, devraient permettre de déterminer l'origine des concentrations en Pb-Zn de ce secteur.
- * Au Mont Flassin et dans le Val Vertosan, les indices sont de faible importance, mais leur position structurale, au contact du massif orthogneissique du Mont Flassin, laisse envisager la possibilité d'extension enveloppant ce massif orthogneissique.
Par ailleurs, cette hypothèse redonne un intérêt aux indices et anomalies associées, du Col Serena et du Vallon des Bosses, situés près du massif de la Cote Citrin, analogue à celui du Mont Flassin.
- * Dans la Valpeltine, la mine de Dzovenno paraît peu importante, mais il apparaît que la série de la Valpeltine présente de nombreuses traces de sulfures (galène, pyrite, chalcopryrite, etc...).

Des concentrations locales sont envisageables, notamment en Pb-Zn-Mo sous le massif des Grandes Murailles.

- * Par contre, la présence de l'indice du Pain de Sucre dans le lit du ruisseau semble expliquer, à lui seul, la forte anomalie géochimique et minéralogique obtenue près du Col du Grand Saint-Bernard. Les dimensions et le mode de gisement de cet indice autorisent à ne pas classer en priorité des recherches complémentaires dans ce secteur anomal Pb-Zn.
La présence de monazite (minéral de Th), doit toutefois rester présente à l'esprit.

...

Le gisement de Pondel ne semble pas suffisant pour expliquer l'origine des grandes quantités d'or récoltées dans la plaine d'Aoste. Il faut donc aussi rattacher ces anomalies aurifères à celles du Valnontey, et du Val Valeille, plus importantes.

Les différents résultats obtenus selon les secteurs étudiés montrent que, si les prospections alluvionnaires sont efficaces pour relever des anomalies, elles ne permettent pas de préjuger de leur réel intérêt sans une reconnaissance sur le terrain, seule démarche permettant de rattacher l'anomalie à un modèle métallogénique approprié.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
MAISON DES GEOSCIENCES
DOCUMENTATION
B.P. 53
F. 38041 GRENOBLE CEDEX
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

...

Handwritten text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is faint and difficult to decipher but appears to contain several lines of information.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'inventaire des indices miniers, les paramètres géochimiques spécifiques des secteurs minéralisés, définis par les stream-sédiments, ainsi que les paragenèses des minéraux métalliques des fonds de batées, permettent de dessiner des cartes géochimiques et minéralogiques du Val d'Aoste, qui se superposent assez bien avec celles des grandes zones structurales.

Ainsi s'individualisent les ensembles métallogéniques suivants :

- * Des ceintures Pb-Zn assez parallèles dans les zones les plus occidentales :
 - Pb-Zn : indices dans l'ensemble filoniens, associés au cristallin externe (Massif du Mont-Blanc),
 - Pb-Zn-F-Ba : indices plutôt stratiformes dans les zones helvétiques et ultrahelvétiques,
 - Pb-Zn : indices plutôt stratiformes dans la zone houillère briançonnaise.
- * Trois grands types de paragenèses métalliques dans le domaine piémontais, qui s'associent chacun à une lithologie particulière :
 - Fe-Cu : au contact des roches vertes et des calcschistes,
 - Mn : dans les quartzites des séries volcano-sédimentaires,
 - magnétite : en association avec les lentilles ou écailles de serpentinites.
- * Des concentrations aurifères, plus particulièrement dans les massifs cristallins internes (Mont-Rose, Grand Paradis, gneiss de la fenêtre de Brusson).

...

- * Des concentrations uranifères ou thorifères dans le Massif du Mont-Blanc et dans la zone du Rutor-Grand Saint-Bernard.

Les prospections systématiques présentées dans cette étude, complétées sur le terrain par des contrôles ponctuels, permettent d'isoler des secteurs restreints spécifiques de teneurs anormales en différentes substances utiles : (figure 41).

- Au : dans le Val Nontey et plus généralement dans les massifs cristallins internes (Mont-Rose, Grand Paradis, fenêtre de Brusson),
- Pb-Zn :
 - . Chaz-Duraz en extension probable de la mine de Promise (La Thuile),
 - . Le Bec Costazza entre le Val de Cogne et le Val de Champorcher,
 - . Le Val Veny associé avec Co, en relation avec les anciennes mines de la Lex Blanche et du Chatelet,
 - . Epinel, hameau au NW de Cogne.
- Pb-Zn-Cu :
 - . Mont Flassin - Val Vertosan - Combe de Bosses (+ Au) en relation avec les indices et les laccolites du Mont Flassin et de la cote Citrin (au Sud de Saint-Rhémy),
 - . La Valpelline avec en plus du molybdène, notamment sous le massif des Grandes Murailles, en amont de la retenue (Bionaz),
 - . Le haut Vallon de Saint-Marcel près du Lac Layet.
- Cr-Ni-(Cu) :
 - . La Combe de Vessona au Sud du Bionaz, dans la Valpelline, où, par analogie de contexte avec les mines italiennes de pyrrhotine du Val Sesia et du Val Strona di Omegna, il faut aussi rechercher des platinoïdes (MASTRANGELO et al., 1983).
 - . L'analyse de roches des gîtes sulfurés du domaine piémontais valdôtain n'a pas permis pour l'instant de déceler de traces significatives de platinoïde ; un seul échantillon près de Larcinaz (I.50) montre 7 ppb Pt (AMOSSE communication orale); comme les résultats de

...

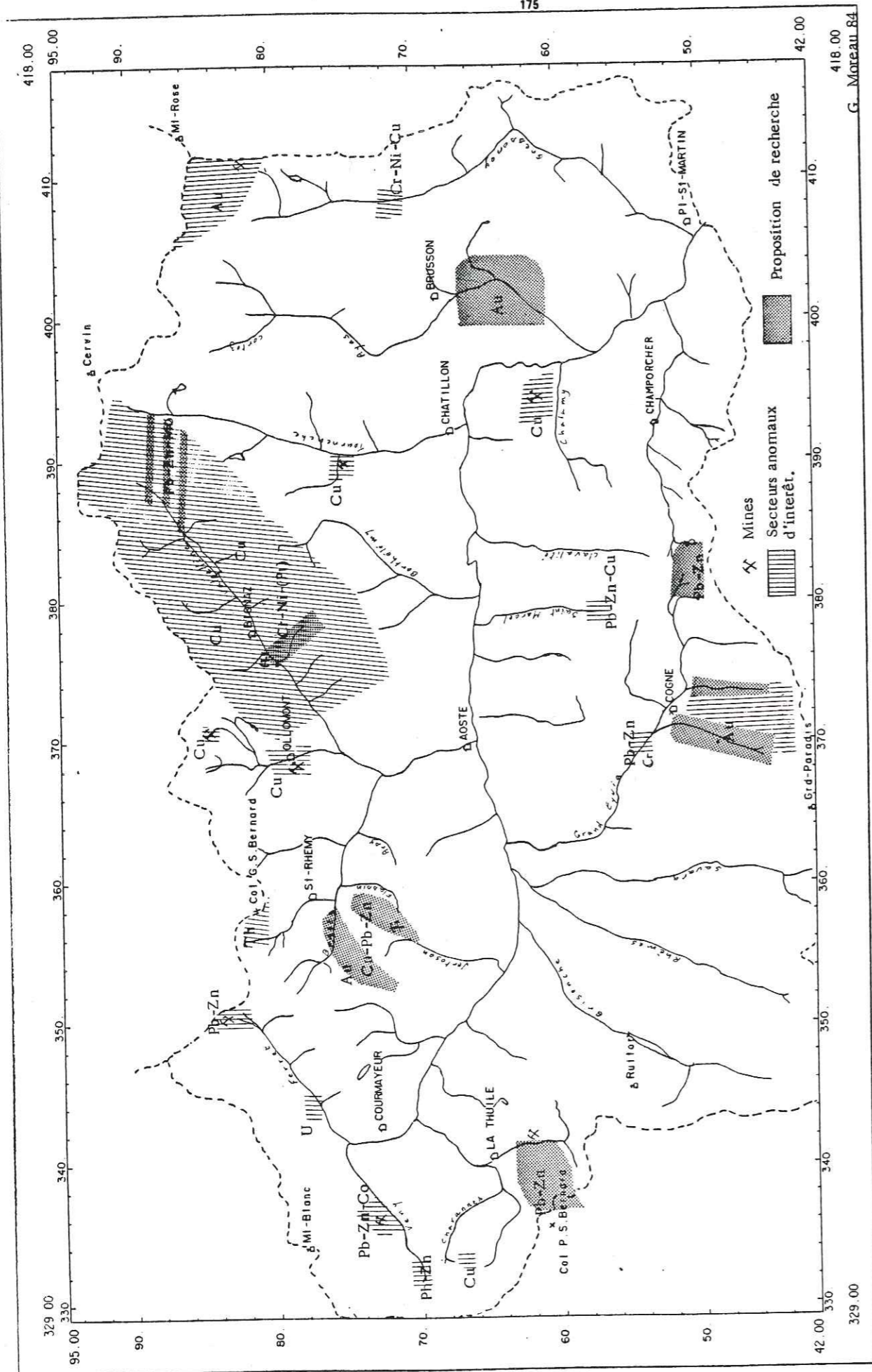


Figure 41.- Carte des principales anomalies retenues.

DOUSSET et TOLLARDO (1981) le laissaient espérer.

- U et Th :

Uranium dans le Val Ferret et Thorium (monazite) près du Col du Grand Saint-Bernard.

Selon les substances utiles envisagées, et nos connaissances sur les différents secteurs favorables à des minéralisations, nous proposons de passer à une phase de prospection rapprochée sur les sites suivants :

° Val Nontey (SSW de Cogné)

Une recherche de l'or, par puits ou sondages dans les alluvions de complètement récentes, pour déterminer l'extension et les teneurs des anomalies obtenues dans le lit mineur, et de remonter autant que possible au(x) gîte(s) primaire(s).

° Brusson-Mont Rose

Une prospection systématique du sol, prospection antérieurement proposée par RICHARD (1981), reste opportune.

° Val Vertosan - Mont Flassin - Vallon des Bosses (SW de Saint Rhémy)

Une étude du contact des laccolites des massifs de Flassin et Citrin avec leur encaissant, par une prospection géochimique fine des roches et une cartographie géologique minière.

Les premiers essais sur les minéralisations connues conditionneront une projection géophysique par méthode électrique (polarisation spontanée) ou magnétométrique.

° Chaz-Duraz (La Thuile)

Les études de DOUSSET et TOLLARDO (1981) les avaient conduits à proposer d'effectuer sur le site :

- une campagne de forages,

- une extension de leur prospection géophysique vers l'Ouest.

Les reconnaissances plus récentes effectuées depuis sur le site ont d'ores et déjà permis :

- de confirmer, grâce aux mesures de résistivité (MOREAU, TOLLARDO : 1983, inédit) et la mesure du champ électrique (SALVI, DABROWSKI, communication orale), les anomalies de polarisation spontanée et de magnétométrie ;
- de découvrir la présence de blende et de minéraux de gangue, caractéristique de minéralisations apparentées à celles exploitées à Promise.

Ces résultats confirment les conclusions de DOUSSET et TOLLARDO (1981), et renforcent l'opportunité de reconnaissances directes.

° Tour Ponton - Bec Costazza (entre Cogne et Champorcher)

Nous proposons une prospection géochimique par prélèvements de roches plus adaptée aux conditions d'affleurement. Cette prospection doit s'orienter plus particulièrement sur l'étude des niveaux carbo natés et de leur environnement, afin de définir un modèle de concentration en Pb-Zn-Cu).

° La nappe de la Dent Blanche (Bionaz)

Une étude de la répartition spatiale des sulfures (Cu et Pb) dans les roches de la Valpelline serait utile, notamment en direction des Grandes Murailles, afin de savoir si on est en présence de riches disséminations formationnelles, ou au contraire, si un secteur anomal vrai se dessine.

Par ailleurs, une recherche de Cr et Ni dans la Combe de Vessona (face à Dzovenno) serait souhaitable pour orienter une recherche des platinoïdes éventuellement associés. La comparaison avec les gisements de pyrrhotine des Vals Sesia et Strona di Omegna permettrait de préciser la nature des anomalies éventuelles en platinoïdes.

...

En outre, les grandes mines du Val d'Aoste restent des zones de recherches qu'il ne faut pas négliger.

L'ensemble des propositions ci-dessus montre l'intérêt indéniable que le géologue-prospecteur accorde au Val d'Aoste. Bien qu'actuellement plus aucune mine ne soit en activité, les inventaires géochimiques et minéralogiques effectués grâce au financement du Gouvernement Autonome montrent que la région reste riche de métaux cachés.

Il reste à savoir dans quelle mesure ceux-ci peuvent être exploités.

*_*_*_*_*

BIBLIOGRAPHIE

- A.G.I.P. S.p.A. (1980). - "26 th. International Geological Congress. Excursion n° 095 c Uranium Occurrences in the Western Alps (Italy). A.G.I.P. 10 p.
- AMSTUTZ A. (1962). - Notice pour une carte géologique de la vallée de Cogne et de quelques autres espaces au Sud d'Aoste. Arch. des Sc., Genève - vol. 15, fasc. 1, 1962.
- AMSTUTZ A. (1966). - Caractère essentiel du Permo-Carbonifère alpin. C.R. Acad. Sc., Paris, 262 (D), pp. 2439-2442.
- AMSTUTZ A. (1979). - Notions fondamentales pour la géologie du Val d'Aoste. C.R. Acad. Sc., Paris, 282 (D), pp. 659-662.
- ANTOINE P. (1968). - Sur la position structurale de la "zone de Versoyen" (Nappe des Brèches de Tarentaise sur les confins franco-italiens). Géol. Alpine, t. 44, pp. 5-26.
- ANTOINE P. (1972). - Le domaine pennique externe entre Bourg-Saint-Maurice (Savoie) et la frontière italo-suisse (bilan des connaissances actuelles sur ce secteur de la zone des Brèches de Tarentaise). Géol. Alpine, t. 48, fasc. 1, pp. 5-40.
- ARTIGNAN D. (198). - Prospection géochimique. Alpes du Nord Zone 07. Feuilles Tigne - Ste Foy en Tarentaise - Moûtiers - Bourg St Maurice. B.R.G.M./GMX/GCA inv. 207 , inédit.
- BARBIER J. et WILHELM E. (1977). - La dispersion géochimique superficielle autour des gîtes sulfurés : exemple la France. B.R.G.M. - SGN/GMX. 5ème R.A.S.T.
- BARETTI M. (1893). - Geologia della provincia di Torino. Casanova, Torino, 732 p.
- BENZECRI J.P. et F. (1980). - Analyse des correspondances : exposé élémentaire. Collection pratique de l'analyse des données, tome 1, Dunod ed.
- BOULEGUE J. et HAMELIN B. (1983). - Activité hydrothermale de la dorsale pacifique Est à 21°30'S d'après des profils de concentration du manganèse dans l'eau de mer. C.R. Acad. Sc., Paris, 297 (D), pp. 671-674.
- BOYER F., ROUTHIER P., ROUVIER H. (1975). - Mise en évidence de quelques ceintures métallogéniques d'Europe ; conséquences théoriques et pratiques. C.R. Acad. Sc., Paris, 280 (D), pp. 1333-1336.
- BRIGO L. et OMENETTO P. (1974). - Metallogenese nel quadro dell'orogene ercinico delle Alpi (con particolare riguardo al versante Italiano). Comunicazione presentata al Colloquio sull'orogenesi ercinica nelle Alpi, Bergamo, 14-16, marzo 1974. Mem. Soc. Geol. It., vol. 3 suppl.1, pp. 339-362.

- BURTET-FABRIS B., DAL PIAZ G.V., OMENETTO P. (1971). - La paragenesi a sulfuri e il significato delle inclusioni microscopiche in pirite nel giacimento piritoso-cuprifero di Petit-Monde (Valle d'Aosta). Atti e Mem. Acc. Patavina, Sc. Lett. Arti., Cl. Sc. Mat. Nat., vol. LXXXIII, parte II, pp. 33-48.
- BURRI M. (1975). - Sur les structures de la zone houillère externe dans les vallées des Drances (v.s.). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 68/2, pp. 285-299, 13 fig.
- BURRI M. (1983). - Le front du Grand Saint-Bernard du Val d'Hérens au Val d'Aoste. *Eclogae Geol. Helv.*, vol. 76/3, pp. 469-490, 14 fig., 3 tab., 1 pl.
- CABY R. (1968 a). - Contribution à l'étude structurale des Alpes Occidentales - Subdivisions stratigraphiques et structure de la zone du Grand Saint-Bernard dans la partie sud du Val d'Aoste (Italie). *Geol. Alpine*, t. 44, pp. 95-111.
- CABY R. (1968 b). - Gîtes métallifères alpins syntectoniques et métamorphiques dans la zone houillère axiale des Alpes françaises. *Bull. B.R.G.M. II*, n° 2, pp. 77-101, 9 fig., 2 pl.
- CABY R. (1974). - Gneiss Permo-Carbonifère d'origine magmatique et volcanique dans la zone houillère et la zone du Grand Saint-Bernard en Val d'Aoste. *Géol. Alpine*, t. 50, pp. 39-45.
- CABY R. (1981). - Le mésozoïque de la zone du Combin en Val d'Aoste (Alpes Graies) : Imbrications tectoniques en séries issues des domaines penniques, Austro-alpin et océanique. *Géol. Alpine*, t. 54, pp. 5-13.
- CAMPAGNONI R., DAL PIAZ G.V., FIORA L., GOSSO G., LOMBARDO B., MAFFEO B., WILLIAMS P.F. (1977). - Guide book : Excursion to the Sesia-Lanzo zone and Valtourneche Metamorphic Ophiolites. *Rend. Soc. It. di Mineralogia e Petrologia*, 33 (1), pp. 473-491.
- CAMPAGNONI R., ELTER G., LOMBARDO B. (1974). - Eterogeneità stratigrafica del complesso degli "gneiss minuti" nel massiccio cristallino del Gran Paradiso. *Mem. Soc. Geol. It.*, 13/1 (1974), pp. 227-239, 4 fig.
- CASTELLO P. (1979). - Studio Geologico-Giacimentologico nelle valli di Saint-Marcel e di Fenis e quadro sinottico delle mineralizzazioni a magnetite, ferro-rame e manganese della Valle d'Aosta. Tesi di Laurea - Univ. di Torino, inedita, 338 p., 43 tav.
- CASTELLO P. (1981). - Inventorio delle mineralizzazioni a magnetite, ferro-rame e manganese del complesso piemontese dei Calcescisti con pietre verdi in Valle d'Aosta. *Ofioliti*, 1981, 6 (1), pp. 5-46.
- CITA M.B. (1953). - Etude géologique sur le Val Ferret italien. *Boll. Serv. Geol. Ital.*, 75, pp. 62-175.
- CHANDON J.L. et PINSON S. (1981). - Analyse typologique : Théorie et applications. Masson ed., 264 p.
- CHAUSSIER J.B. et MORER J. (1981). - Manuel du prospecteur minier. *Collec. Manuels et Méthodes*, n° 2, B.R.G.M. ed., 274 p., 105 fig., 20 tab., 24 pl.

- DAL PIAZ G.V., DI BATTISTINI G., KIENAST J.R., VENTURELLI G. (1979). - Manganeseiferous quartzitic schists of the Piemonte ophiolite nappes in the Valesia-Valtournenche area (Italian Western Alps). *Mem., Sc., Geol.*, Padova, vol. XXXII, 24 p., ref.
- DAL PIAZ G.V., OMENETTO P. (1978). - Brevi note su alcune mineralizzazioni della falda piemontese in Valle d'Aosta. *Ofioliti*, 1978, 3, p. 161.
- DEBENEDETTI A. (1965). - Il complesso radiolariti-giacimenti di manganese-giacimenti piritosocupriferi-roccie a fuchsite, come rappresentanti del Malm nelle formazioni dei calcescisti. Osservazioni nelle Alpi piemontese della Valle d'Aosta. *Boll. Soc. Geol. It.*, 84.
- DOUSSET P.E., TOLLARDO J.Y. (1981). - Etude métallogénique du Val d'Aoste (Italie). Essai de valorisation des ressources minières par des méthodes de prospections géophysique, géochimique et alluvionnaire. Th. 3ème cycle, USMG, (Grenoble I), 2 tomes.
- ELLENBERGER F. (1958). - Etude géologique du pays de Vanoise. *Mém. Serv. Carte Géol. Fr.*, 561 p., 97 fig.
- ELTER G. (1945). - Rapports miniers sur les gisements du Val d'Aoste.
- ELTER G. (1971). - Schistes lustrés et ophiolites de la zone piémontaise entre Orco et Doire Baltée (Alpes Graies) : hypothèses sur l'origine des ophiolites. *Géol. Alpine*, t. 47, pp. 147-169.
- ELTER G. et P. (1965). - Carta della regione del piccolo San Bernardo (versant italiano) - avec notice -. *Mém. Ist. Géol. e Min. de l'Univ.*, Padova, vol. XXV.
- FOUCART Th. (). - Analyse factorielle : programmation sur micro-ordinateur. *Collec. : Méthode + programmes*, Masson ed.
- FUCHS Y. (1976). - A propos de quelques exemples de relations entre altérations et concentrations métallifères (Pb, Zn, Ca, U, Ba, Sr, ...) dans le domaine épicontinental. *Bull. Soc. Géol. France*, 1976, (7), t. XVIII, n° 1, pp. 91-94.
- GARCIAZ J.L. (1979). - Recherches minières au Sud Val d'Aoste (Italie) : étude métallogénique des gisements de magnétite ; prospections géologiques et géophysiques sur des pyrites cuprifères. Th. 3ème cycle, USMG (Grenoble I), 121 p. + annexes.
- GEX P. (1977). - La méthode de polarisation spontanée - essai de réhabilitation. Thèse Science, Lausanne. *Résumé* : *Bull. du Lab. Géol. Miné., Géoph. et de Mesure Géol. de l'Université de Lausanne*, n° 221.
- GEX P. (1979). - L'interprétation quantitative des données de polarisation spontanée : approche expérimentale. *Inst. Géoph. Appl.*, Lausanne.
- GEX P., MOREL F. (1977). - Mesures de polarisation spontanée sur les gîtes pyrito-cuprifères d'Alagnia Valesia et d'Ollomont (Italie). *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, 351, 73.
- GRANIER C. (1973). - Introduction à la prospection géochimique des gîtes métallifères. Masson éd.

- GRUPPO di Lavoro sulle Ofioliti Mediterranée (1977). - Escursione ad alcuni giacimenti a Cu-Fe e Mn della falda piemontese, Alpi occidentali : 10-13 ottobre 1977. *Ofioliti*, 1977, 2 (2/3), pp. 241-263.
- GUIGUES J. et DEVISMES (1969). - La prospection minière à la batée dans le massif Armoricaïn. Edition du B.R.G.M.
- HÜGI Th., DEQUERVAIN F., HOFMÄNNER F. (1962). - Übersichtskarte der Uranium und Thorium Mineralisationen der Westalpen. Arb. d. Schweiz. Anst. f. d. Unt. d. Schweiz. Min. u. Gesteine auf Atombrennstoff u. seltene El.
- JAMBU M. (1978). - Classification automatique pour l'analyse des données. Méthodes et Algorithmes. Dunod Ed., 310 p.
- JANIN B. (1967). - Une région alpine originale "Le Val d'Aoste" : "tradition et renouveau". Thèse d'Etat, Inst. Géog. Alpine, USMG (Grenoble I) ou Tipo-Offset Musumeci, Aoste, 2ème Edition, 1976.
- JERVIS G. (1873). - I tesori sotterranei dell'Italia. Parte I : regione delle Alpi. Addenda, Torino, Ermanno Loescher Ed. (1873).
- KUKHARENKO A.A. (1961). - Minéralogie des gisements alluvionnaires. Gasgol-tekhizdat, Moscou 1961. Traduction partielle 1ère partie (Chap.VII à X), 390 p. par KORTZKY et PARFENOFF, Paris 1964. Traduction B.R.G.M. n° 4453.
- LAFFITTE P. (1972). *Traité d'informatique géologique*. Masson éditeur, 624 p.
- LASSERRE J.L. et LAVERNE Ch. (1976). - Le volcanisme tholéïtique de la zone du Versoyen (Alpes franco-italiennes) : minéralogie, pétrographie et géochimie. Thèse 3ème cycle, U.S.M.G. (Grenoble I), 252 p.
- LAVILLE-TIMSIT L. (1977). - Comportement des métaux dans la zone d'oxydation supergène des minéralisations sulfurées. *Bull. B.R.G.M.*, II (2), n° 4, pp. 231-249.
- LAVILLE-TIMSIT L. et WILHELM E. (1979). - Comportement supergène des métaux autour des gîtes sulfurés de la Portes aux Moines (côte du Nord). Application à la prospection géochimique. *Bull. B.R.G.M.* (2), II, n° 2-3, pp. 195-228.
- LAVILLE-TIMSIT L., WILHELM E. (1982). - Optimisation des méthodes de prospections géochimiques régionales. *Bull. B.R.G.M.* II (1), pp. 45-56, 3 fig., 2 tab.
- MARTIN S., DAL PIAZ G.V., KIENAST J.R. (1983). - Conditions physiques du métamorphisme estimées pour le gisement manganésifère de Praboronna, Val d'Aoste (Italie). *Ofioliti*, suppl. al Vol. 8, p. 42.
- MARTIN S. et KIESNAST J.R. (1983). - Les augites-aegyrines chromifères de Praboronna, Val d'Aoste (Italie). *Ofioliti*, suppl. al vol. 8, p. 43.
- MASTRANGELO F., NATALE P., ZUCCHETTI S. (1983). - Quadro giacimentologico e metallogenico delle Alpi occidentali italiane. *Boll. delle Associazione Mineraria Subalpina*, anno XX, n° 1-2, pp. 203-248 + carte.

- LOUDIN E. (1983). - Minéralogie des gisements d'indices liés à des zones d'accrétion océanique actuelle (ride Est Pacifique et Mer Rouge) et fossile Chypre. *Chn. rech. min.*, n° 470, 1983, pp. 43-56, 3 fig., 2 pl. photo.
- PIEPOLI P. (1933). - Contribution allo studio dei giacimenti piritoso-cupriferi delle Alpi occidentali I. Il giacimento di Ollomont ; II. Il giacimento di Petit-Monde. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. LII, pp. 269-283, Tav. XV-XVI.
- POLLACK H.R. et ZEEGERS H. (1983). - Influence de la granulométrie des prélèvements sur la réponse géochimique en milieu équatorial : un exemple au Surinam. *Chn. Rech. Min.*, n° 472, 1983, pp. 53-62.
- POCACHARD J. (1977). - Application du magnétomètre différentiel à double résonance à la prospection minière sur les gîtes métallifères alpins. Thèse 3ème cycle, U.S.M.G. (Grenoble I).
- PRATO R. (1979). - Relazione sulle ricerche uranifere effettuate dall'AGIP S.p.A. durante il 1978. Previsioni per il 1979. A.G.I.P. Essum inedita 3 p., 1 carte.
- REEDMAN J.H. (1979). - Techniques in mineral exploration. London Applied Science LTD, 1979, 533 p.
- RICHARD A. (1981). - Le district aurifère de Challant (Val d'Aoste - Italie) : géologie, géochimie et métallogénie de l'or. Thèse 3ème cycle, U.S.M.G. (Grenoble I), 2 tomes.
- ROGER G. et TREUIL M. (1976). - Quelques réflexions sur la géochimie non isotopique des corps minéralisés et de leur enveloppe. *Mem. h. ser. Soc. géol. France*, n° 7, 1976, pp. 189-212.
- ROQUIN C. (1976). - Etude méthodologique concernant le traitement des résultats alluvionnaires : application à un prospect de Gaspésie. *Mem. DEA Univ. Orléans. B.R.G.M. SGN/GMX/GCA.* n° 38.
- SALIOT P., DAL PIAZ G.V., FREY M. et al. (1980). - Métamorphisme de haute pression dans les Alpes Franco-Italo-Suisse. *Exc. n° 108, Géol. Alpine*, t. 56, pp. 203-235.
- SAPORTA G. (1978). - Théories et méthodes de la statistique. Publication I.F.P., 386 p.
- SAVARI P., SCHNEIDER B. (1983). - Déformations superposées dans les schistes lustrés et les Ophiolites du Val d'Hérens (Valais). *Eclogae Geol. Helv.* vol. 76/2, pp. 381-389.
- SCHADE J. (1983). - Le synclinal de St Martin de Belleville et son Permien uranifère. Thèse 3ème cycle, U.S.M.G. (Grenoble I), 250 p.
- STELLA A. (1931). - Interni a nuovi studi sul giacimento piritoso cupriferi della zona delle pietre verdi alpine. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. L, fasc. 1.
- STELLA A. (1943). - I giacimenti auriferi delle Alpi italiane. *Mem. descr. Carta Geol. It.*, 27, 134 p.

CARTES GEOLOGIQUES

1/100 000

Cartes géologiques d'Italie.

Feuille : 27	Mont-Blanc	1957
28	Aosta	1957
29	Monte Rosa	1951
41	Gran Paradiso	1959
42	Ivrea	1958.

1/25 000

- Carta della regione de piccolo San Bernado (versant italiano), avec notice. ELTER G. et P. (1965).
- Carte de la vallée de Cogne et de quelques autres espaces au Sud d'Aoste. AMSTUTZ A. (1962).
- Carta della Catena Grand Nomenon - Grivolla - Herbetet. DAL PIAZ G.V.(1928). Mem. Ist. Geol. Padova VII.

1/250 000

B.R.G.M. Feuille : Annecy (1979) coordination. DEBELMAS J.

1/50 000

B.R.G.M. Feuille : Mont-Blanc (1979) coordination. ANTOINE P.

CARTES METALLOGENIQUES

1/320 000

B.R.G.M. 1963. Feuille : Lyon. Carte métallogénique.

1/500 000

- B.R.G.M./SGN. 1978. Feuille : Lyon. Carte des gîtes minéraux de France.
- Carte metallogenica delle Alpi Occidentali Italiane. MASTRANGELO et al. (1983).
- Carte synoptique des minéralisations d'Uranium et des Th. des Alpes occidentales. Notice explicative.

Untersuchungen über radioaktive Mineralien und Gesteine in der Schweiz.

CARTES TOPOGRAPHIQUES

1/10 000

- Couverture Valdôtaine (actuellement plusieurs feuilles dans la partie SW). Région autonome du Val d'Aoste.

1/25 000

- Couverture italienne (environ 46 feuilles) I.G.M. Rassemblée dans l'Atlas de cartes hydrographiques superficielles du Val d'Aoste (services forestiers).

1/50 000

- Cartes I.G.N. Ste. Foy-en-Tarentaise et Mont-Blanc.
- Carte nationale de la Suisse. Courmayeur, Valpelline, Gressoney, Arolla.
- Carte des inst. géographico de Turin. Ivrea, Gran Paradiso, Mont-Blanc, Mont Rose.



SGN-GMX-GCA

VAL D'AOSTE
ITALIE

INVENTAIRE
DES RESSOURCES MINERALES
PROSPECTION GEOCHIMIQUES

ANNEXE I

INST. DOLOMIEU

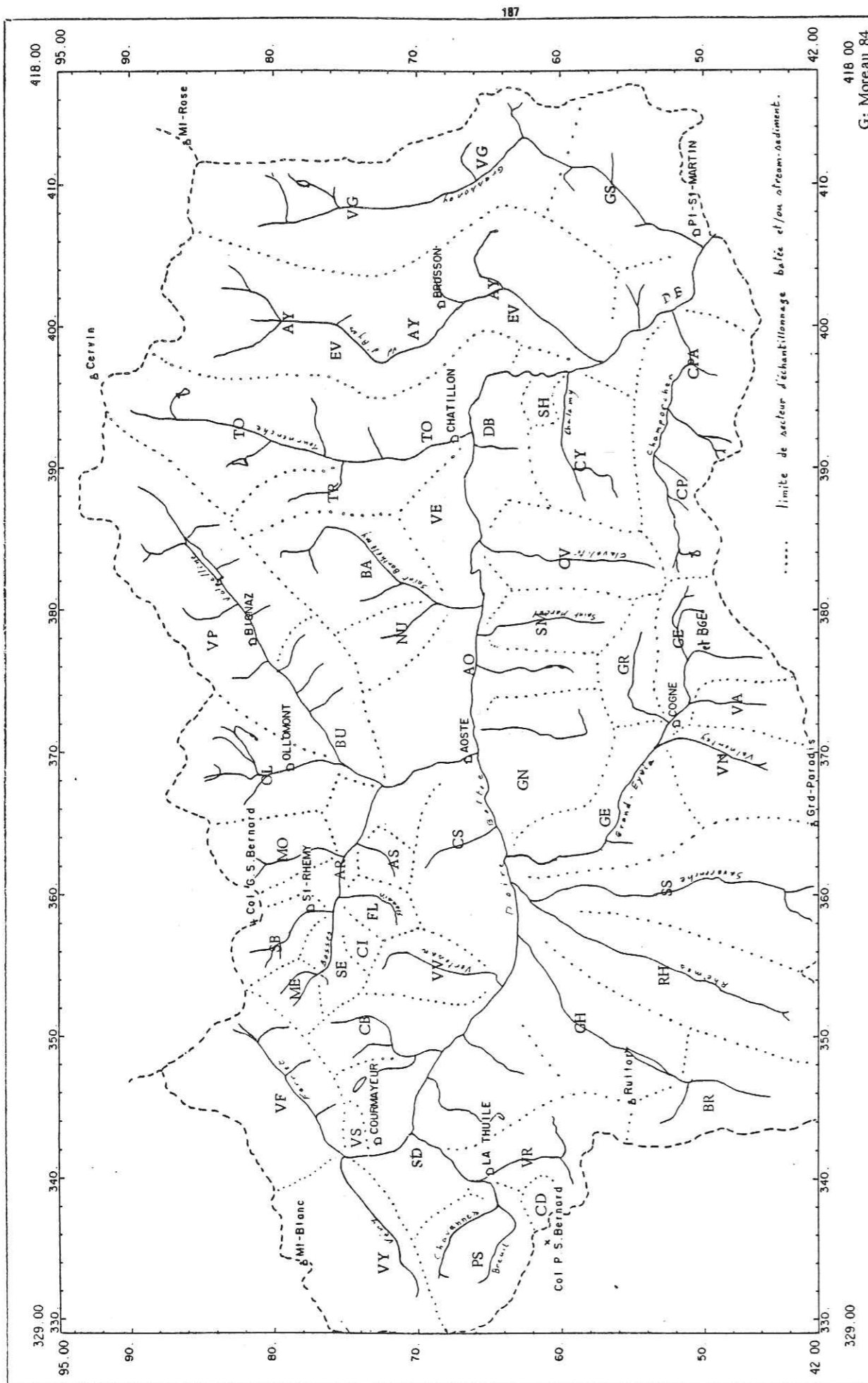


Figure A.- Carte des secteurs d'échantillonnage.

A la numérotation composée de quatre chiffres, il correspond un index composé de deux ou trois lettres suivies d'un nombre. Les lettres correspondent aux initiales des secteurs d'échantillonnage, récapitulés ci-dessous et indiqués sur la figure A. Cette deuxième numérotation est aussi celle utilisée pour les batées.

- AO affluent mineur de la Doire Baltée
- AR Artanavaz en aval de Saint-Rhémy
- AS combe Arsy
- AY Val d'Ayas
- BA Val Saint Barthélémy
- BR Valgrisenche en amont de la retenue
- BU torrent Buthier dans le bas Valpelline
- CB Vallée du Colomba (La Salle)
- CD plateau de Chaz-Duraz
- CI combe Citrin
- CP Val de Champorcher
- CPA Val de Champorcher aval
- CS versant NW de la plaine d'AOSTE
- CV Val Clavalite
- CY Val Chalamy
- DB basse vallée de la Doire Baltée
- EV torrent Evançon (Val d'Ayas)
- FL combe Flassin
- GE Vallée du Grand-Eyvia
- BGE haute vallée du Grand-Eyvia
- GH Val Gressenche
- GN versant S de la plaine d'AOSTE (Gressan)
- GR Val Grauson
- GS Val Gressoney (partie aval)
- ME combe Merdeux (Saint-Rhémy)
- MO combe Mênouve (Etrouble)
- NU Vallon de la Déché (Nus)
- OL Ollomont
- PS Petit-Saint-Bernard
- RH Val de Rhêmes
- SB Grand-Saint-Bernard
- SD Pré-Saint-Didier et Courmayeur
- SE combe Serena (Saint-Rhémy)
- SM Val Saint-Marcel
- SS Val Savarenche
- SH région de la mine d'Hérin
- TO Val Tournenche
- TR Torgnon
- VA Val Valeille
- VN Val Nontey
- VF Val Ferret
- VG Val Gressoney (partie amont)
- VP Valpelline
- VR Val Rutor
- VS Val Sapin (Courmayeur)
- VV et BVV Val Vertosan
- VY Val Veny

Table with columns: INDR, GPO1, XXXX, YYYY, AL, CA, NA, K, MR, FE, TI, P, MN. Rows contain numerical data for various identifiers.

Table with columns: INDR, GPO1, XXXX, YYYY, AL, CA, NA, K, MR, FE, TI, P, MN. Rows contain numerical data for various identifiers.

Table with columns: INDR, RE, CP, CD, CU, FR, NI, SR, TH, ZR, V, ZH, MO, AG, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Rows contain numerical data for various identifiers.

Table with columns: INDR, RE, CP, CD, CU, FR, NI, SR, TH, ZR, V, ZH, MO, AG, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Rows contain numerical data for various identifiers.

Table with columns: INDR, GR01, XXXX, YYYY, AL, CA, NA, K, MG, FE, TI, P, MN. Rows 0101 to 0150.

Table with columns: INDR, GR01, XXXX, YYYY, AL, CA, NA, K, MG, FE, TI, P, MN. Rows 0151 to 0200.

Table with columns: INDR, BE, CR, CO, CU, PR, NI, SR, TH, ZR, V, ZN, MO, AG, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Rows 0101 to 0150.

Table with columns: INDR, BE, CR, CO, CU, PR, NI, SR, TH, ZR, V, ZN, MO, AG, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Rows 0151 to 0200.

Table with columns: INDR, GRO1, XXXX, YYYY, AL, CA, NA, K, MG, FE, TI, P, MN. Rows include data for various materials like CI3, CI4, CI6, etc.

Table with columns: INDR, GRO1, XXXX, YYYY, AL, CA, NA, K, MG, FE, TI, P, MN. Rows include data for various materials like CP47, CP48, etc.

Table with columns: INDR, BE, CR, CO, CU, PB, NI, SR, TH, ZR, V, ZN, MO, AG, 1, 2, 3, 4, 5, 6, serie. Rows include data for various materials like 0201, 0202, etc.

Table with columns: INDR, BE, CR, CO, CU, PB, NI, SR, TH, ZR, V, ZN, MO, AG, 1, 2, 3, 4, 5, 6, serie. Rows include data for various materials like 0251, 0252, etc.

BRGM/SGN/GMX

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	MN	
0301	CV14	383.7	65.8	14.80	10.70	2.10	0.82	5.04	7.60	1.100	2800.	1520.
0302	CY-5	390.5	59.9	8.74	7.71	0.81	0.14	23.90	7.78	0.316	200.	1180.
0303	CY-6	390.7	60.0	13.00	9.24	1.26	0.16	17.10	7.15	0.349	300.	1060.
0304	CY-8	391.3	60.2	8.74	8.65	0.84	0.03	23.10	8.57	0.271	100.	1100.
0305	CY-9	392.0	60.3	16.70	11.90	2.48	0.16	11.50	6.04	0.510	600.	1110.
0306	CY10	392.2	60.3	16.60	10.90	3.06	0.40	9.43	6.31	0.634	800.	1390.
0307	CY11	393.2	60.3	15.00	11.60	2.38	0.19	12.50	7.10	0.500	400.	1140.
0308	CY12	390.2	57.8	12.60	9.69	1.38	0.21	17.00	9.33	0.379	400.	1430.
0309	CY15	395.3	60.0	11.40	10.90	1.02	0.08	19.90	12.00	0.348	400.	1350.
0310	DR-1	394.8	56.9	11.40	9.41	2.11	0.39	10.70	12.10	1.260	1500.	1870.
0311	DR-2	402.8	50.4	16.30	5.75	3.67	1.76	2.00	6.61	0.923	2900.	1140.
0312	DR-3	400.9	54.9	15.80	5.24	3.58	2.13	2.50	5.77	0.786	2900.	1140.
0313	DR-5	375.8	66.1	16.80	6.47	3.00	1.55	4.40	7.52	0.922	2400.	1470.
0314	DR-6	372.8	65.9	16.60	7.09	2.82	1.71	4.40	6.88	0.915	2100.	1190.
0315	FL10	359.8	73.7	18.30	7.31	2.88	3.57	2.35	7.62	0.656	2600.	1200.
0317	FL12	360.2	75.6	18.00	0.93	2.84	3.48	2.16	6.91	0.596	2000.	1070.
0318	FL3	358.2	72.3	19.10	0.49	2.85	3.96	1.70	6.94	0.503	1900.	1290.
0319	FL6	359.1	72.8	22.00	0.86	2.87	4.60	2.77	8.21	0.643	1800.	1410.
0320	FL7	359.2	73.0	16.60	0.99	2.72	3.13	2.13	7.51	0.736	2700.	1160.
0321	FL8	359.6	73.1	19.10	0.63	2.55	4.15	2.11	7.63	0.656	1600.	1120.
0322	GE1	380.6	49.6	10.60	3.14	1.96	1.05	12.00	6.87	0.570	1400.	1370.
0323	GE10	381.6	50.8	13.60	2.37	1.30	2.26	3.51	5.98	0.469	1700.	1670.
0324	GE11	381.9	50.8	14.50	3.80	1.79	1.96	3.77	6.98	0.724	1400.	1770.
0325	GE12	381.7	50.7	14.30	5.72	2.95	1.36	4.48	7.90	1.020	1700.	1530.
0326	GE13	382.1	50.8	13.10	2.22	0.82	2.21	2.26	7.70	0.444	2100.	2570.
0327	GE14	379.9	51.5	13.00	3.14	1.46	1.73	3.83	6.40	0.644	1700.	1700.
0328	GE15	380.2	51.4	14.40	4.15	1.85	1.64	3.66	6.72	0.686	1400.	1620.
0329	GE16	380.3	51.5	13.20	3.72	1.51	1.81	5.59	6.63	0.640	1400.	2080.
0330	GE17	380.5	51.0	13.00	1.07	2.15	4.45	6.45	6.33	0.443	2100.	3440.
0331	GE18	378.8	50.9	15.40	5.44	1.98	1.99	5.33	5.15	0.803	1700.	1800.
0332	GE20	379.5	49.5	15.40	3.95	0.23	6.38	11.60	1.860	3200.	1400.	
0333	GE21	379.2	49.2	14.60	7.15	3.62	0.68	9.18	10.90	1.680	3000.	1390.
0334	GE23	379.3	49.9	10.00	4.59	1.96	0.63	17.30	8.64	1.070	1800.	1400.
0335	GE24	377.4	47.6	14.30	2.09	2.80	3.08	1.69	5.43	0.837	3500.	1020.
0336	GE25	377.5	47.9	13.20	1.77	3.18	2.93	1.47	4.90	0.711	2700.	807.
0337	GE27	377.5	48.8	14.40	2.12	3.06	2.69	1.50	5.16	0.791	2800.	907.
0338	GE29	378.0	50.1	14.40	3.55	2.80	2.34	2.90	5.89	0.835	3100.	1220.
0339	GE3	378.2	51.2	12.40	4.64	1.66	1.50	4.45	5.97	0.642	1100.	1220.
0340	GE30	378.1	50.2	13.70	4.39	2.68	1.15	9.09	7.84	0.888	2300.	1400.
0341	GE31	377.0	51.1	13.00	7.14	1.93	1.34	5.11	6.39	0.823	2300.	1230.
0342	GE33	374.5	50.6	13.20	6.54	2.04	1.19	5.37	6.93	0.862	2600.	1330.
0343	GE34	373.8	51.2	13.00	6.87	1.83	1.75	4.62	5.85	0.747	2500.	1180.
0344	GE35	373.4	51.4	12.80	4.44	2.18	2.15	2.64	4.92	0.675	2800.	1020.
0345	GE36	373.0	51.8	12.40	5.96	2.23	1.82	2.77	5.79	0.770	3300.	1220.
0346	GE37	371.0	53.0	11.90	7.69	1.90	1.27	4.01	7.66	0.823	2800.	1470.
0347	GE38	376.7	51.1	12.20	3.28	2.78	2.24	1.67	4.13	0.703	3700.	872.
0348	GE39	369.6	51.4	11.70	2.70	2.07	2.16	4.58	6.443	3000.	904.	
0349	GE4	379.6	50.8	13.00	3.16	1.92	1.65	5.72	6.38	0.629	1400.	1530.
0350	GE40	369.5	54.6	10.30	11.80	1.53	1.18	4.43	7.33	0.608	3200.	1660.

PRGM/SGN/GMX

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	P	MN
0351	GE41	369.3	54.6	12.00	5.55	2.64	1.78	2.18	5.10	0.719	3400.	1050.
0352	GE42	368.8	55.3	12.20	5.41	2.67	1.73	2.14	4.91	0.712	3400.	1020.
0353	GE43	368.1	55.8	12.80	6.83	2.67	1.80	2.44	5.74	0.750	3100.	1140.
0354	GE44	367.4	56.4	12.80	6.42	2.62	1.90	2.47	5.35	0.723	3100.	1040.
0355	GE47	362.8	58.4	12.30	9.78	2.20	1.43	2.78	7.35	0.813	3200.	1390.
0356	GE48	362.6	62.0	10.70	4.62	2.80	2.47	1.83	2.62	0.469	2400.	544.
0357	GE5	379.0	51.2	13.20	4.23	1.73	1.44	3.46	6.12	0.556	1400.	1320.
0358	GE6	381.1	50.3	13.00	2.87	1.68	1.75	3.48	5.93	0.553	1200.	1230.
0359	GE9	381.0	50.9	12.30	3.54	1.64	1.49	3.11	6.10	0.588	1600.	1360.
0360	GE9	380.6	50.3	9.01	2.90	1.25	1.90	13.50	9.46	0.582	900.	1410.
0361	GN-1	371.3	50.6	13.40	3.44	1.55	1.68	3.34	8.44	0.715	1800.	1520.
0362	GN-2	371.6	64.0	16.90	9.10	2.35	1.36	6.24	8.39	1.170	3000.	1610.
0363	GN-3	369.5	62.9	13.90	8.00	2.01	1.18	4.31	6.80	1.050	2600.	1720.
0364	GN-4	369.2	62.8	12.90	6.32	1.69	1.72	5.10	5.59	0.774	1800.	1270.
0365	GN-5	367.6	60.4	12.50	7.57	1.69	1.27	7.62	6.20	0.922	2000.	1530.
0366	GN-6	368.2	60.5	13.10	5.43	1.31	1.84	5.26	5.74	0.728	1700.	1190.
0367	GN-7	368.3	60.7	12.60	7.32	1.60	1.76	6.39	5.42	0.708	1500.	1300.
0368	GN-8	367.3	62.0	12.50	8.32	1.32	1.67	6.18	5.77	0.688	1700.	1220.
0370	GR1	378.7	54.0	12.80	9.85	1.12	1.92	2.39	6.10	0.472	1700.	1360.
0371	GR10	377.0	55.3	12.90	9.74	1.14	1.95	2.63	6.08	0.571	1700.	1510.
0372	GR11	374.7	55.3	15.10	7.77	2.05	2.55	3.29	7.10	0.599	1700.	1360.
0373	GR12	374.3	55.3	13.60	10.00	1.57	2.13	2.80	6.34	0.571	1700.	1510.
0374	GR3	378.5	54.1	12.70	10.10	1.61	1.91	2.49	6.13	0.628	1700.	1330.
0375	GR3	378.6	54.2	14.70	8.32	2.12	2.51	3.10	6.74	0.544	1500.	1310.
0376	GR4	377.7	55.0	12.80	9.67	1.09	1.96	2.45	5.98	0.500	1500.	1300.
0377	GR5	375.8	55.2	14.80	7.48	1.12	2.45	2.97	7.05	0.567	1600.	1450.
0378	GR6	376.3	55.1	14.10	8.45	1.12	2.23	2.80	6.72	0.580	1600.	1370.
0379	GR7	375.8	55.5	14.60	8.43	1.04	2.04	3.58	7.94	1.030	1800.	1860.
0380	GR8	375.3	55.6	12.60	10.70	1.04	1.98	5.67	7.94	1.620	1900.	1450.
0381	GR9	375.3	55.8	17.10	4.62	1.54	2.71	3.60	7.87	0.772	1900.	1240.
0382	GS-1	410.6	59.3	14.80	5.56	2.81	1.71	3.60	8.33	0.982	2800.	1110.
0383	GS-2	410.7	59.3	14.50	2.59	2.42	3.16	2.03	6.13	0.746	2700.	1230.
0384	GS-3	410.7	59.4	15.70	2.75	2.57	2.96	2.04	6.13	0.684	2200.	1120.
0385	GS-4	411.4	58.1	15.90	3.32	2.64	2.67	1.99	5.71	0.616	2400.	890.
0386	GS-5	410.7	57.2	15.90	3.68	2.59	2.66	2.14	4.37	0.721	2600.	1270.
0387	GS-8	411.7	55.2	13.90	2.77	2.16	1.44	2.03	4.44	0.497	800.	878.
0388	GS10	411.0	56.0	15.20	6.62	1.83	1.30	3.27	9.64	0.749	2400.	1530.
0389	GS13	410.6	55.5	15.10	4.13	2.74	2.01	2.14	5.98	0.726	2200.	1200.
0390	GS14	410.4	55.4	14.80	2.71	2.70	1.56	1.57	6.23	0.389	1700.	1000.
0391	GS15	410.4	55.1	16.20	4.12	2.68	2.39	2.29	6.39	0.775	2200.	1250.
0392	GS16	410.1	55.2	15.80	5.10	2.59	1.79	2.48	7.39	0.804	2300.	1520.
0393	GS18	409.2	54.1	16.00	3.97	2.69	2.43	2.50	6.13	0.676	1600.	1090.
0394	GS19	409.2	53.9	15.30	5.81	2.14	1.05	2.62	11.90	0.728	3000.	2250.
0395	GS20	409.0	53.9	15.50	4.14	2.52	2.19	2.41	6.57	0.672	2200.	1230.
0396	GS23	407.1	51.5	14.80	3.36	2.35	2.34	2.56	5.78	0.518	1400.	1290.
0397	GS24	406.5	52.5	15.80	5.47	2.04	1.93	3.29	9.18	0.640	2800.	1800.
0398	GS25	406.8	52.9	15.30	6.07	2.27	1.41					

INDR	GR01	YXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	HG	FE	TI	P	MN
0401	ME10	355.0	78.5	5.79	8.98	0.59	0.95	1.28	3.34	0.112	1600.	733.
0402	ME11	354.8	77.8	8.03	7.92	0.95	1.31	1.42	3.80	0.205	1700.	749.
0403	ME12	354.2	77.4	6.78	10.20	0.60	1.22	1.50	3.15	0.151	1600.	711.
0404	ME13	354.5	77.0	6.59	9.97	0.57	1.19	1.48	3.17	0.153	1600.	713.
0405	ME5	353.8	77.8	5.63	7.78	0.53	0.98	1.25	2.65	0.109	1100.	640.
0406	ME6	354.0	77.7	6.40	9.64	0.55	1.12	1.47	3.01	0.111	1600.	680.
0407	ME8	354.4	79.4	6.70	8.47	0.67	1.07	1.64	3.48	0.124	1900.	814.
0408	MD10	361.3	80.8	19.72	0.63	2.86	3.85	1.66	6.39	0.810	1800.	842.
0409	MD12	362.9	80.4	15.50	1.85	3.19	2.11	3.50	8.07	1.220	2500.	1590.
0410	MD13	362.3	80.6	15.30	0.54	2.59	2.78	1.45	6.85	0.572	1900.	1270.
0411	MD15	362.8	79.8	15.50	1.61	2.92	2.29	2.99	7.82	1.200	2700.	1530.
0412	MD14	362.6	79.3	15.80	1.55	3.10	2.25	2.68	8.03	1.380	2600.	1480.
0413	MD16	362.0	79.1	15.50	1.85	3.00	2.18	2.95	7.92	1.260	2900.	1650.
0414	MD20	363.2	78.2	12.30	1.77	2.51	1.58	2.40	7.03	1.230	3100.	1980.
0415	MD24	363.5	77.3	13.50	1.50	2.32	1.01	2.75	7.02	1.110	2300.	1530.
0416	MD25	363.5	76.9	15.40	2.51	2.64	2.27	3.14	7.55	1.050	2700.	1640.
0417	MD26	363.3	76.1	14.90	6.25	2.50	1.75	3.10	7.76	1.080	2500.	1670.
0418	MD6	363.1	81.7	12.70	1.28	2.13	0.87	3.84	7.11	0.950	2700.	1050.
0419	MD7	364.2	81.4	16.10	1.77	2.58	2.35	4.51	8.61	1.140	2500.	1370.
0420	MD9	361.9	81.1	17.70	0.69	3.28	3.20	1.83	6.36	0.750	2000.	1000.
0421	NU-1	377.4	73.7	12.50	3.54	4.82	1.89	2.30	3.79	0.606	1800.	627.
0422	NU-2	377.5	73.2	13.10	3.36	4.04	1.38	2.37	4.25	0.636	1800.	685.
0423	NU-3	377.7	72.5	13.50	2.85	4.02	2.09	2.60	4.53	0.632	1600.	734.
0424	NU-4	377.6	72.0	12.70	2.65	3.86	1.99	2.57	4.33	0.658	1700.	685.
0425	NU-6	378.9	70.2	16.30	4.38	2.29	2.79	2.77	6.87	0.922	2200.	1480.
0426	OL10	370.2	83.1	14.50	3.14	1.79	2.46	2.86	5.94	0.281	1900.	835.
0427	OL13	371.4	83.8	13.10	7.39	3.06	2.42	11.80	6.09	0.326	1400.	1350.
0428	OL16	370.4	82.9	13.30	3.02	2.05	1.41	2.95	5.47	0.270	1600.	846.
0429	OL17	370.4	82.7	13.80	2.32	2.72	1.74	3.49	5.06	0.353	1300.	940.
0430	OL18	370.1	82.5	15.30	2.84	2.34	2.47	3.24	5.68	0.316	1400.	1010.
0431	OL19	369.7	82.7	16.30	3.23	2.32	2.85	3.84	6.11	0.366	1400.	1350.
0432	OL20	369.4	83.6	13.10	2.19	2.23	4.72	5.48	0.283	2000.	1130.	
0433	OL22	368.0	83.5	10.10	15.30	1.48	2.08	7.47	4.40	0.327	1700.	1030.
0434	OL23	371.2	81.6	19.00	2.70	4.51	2.90	3.40	5.92	0.486	1700.	1140.
0435	OL25	371.9	82.5	16.10	3.84	4.96	1.27	1.50	4.00	0.691	1900.	771.
0436	OL27	371.5	82.9	14.20	6.29	3.02	2.55	9.87	6.12	0.385	1600.	1300.
0437	OL29	371.1	82.5	13.90	6.31	3.70	2.03	7.25	5.77	0.498	2000.	1270.
0438	OL2T	370.3	84.3	14.20	8.73	1.96	1.35	2.74	5.95	0.361	2200.	1110.
0439	OL1	370.3	84.4	15.90	2.39	2.05	2.81	3.21	6.63	0.249	2100.	1110.
0440	OL31	369.6	82.2	15.00	2.98	2.57	2.55	1.46	5.70	0.349	1500.	847.
0441	OL32	368.6	83.8	12.80	12.40	2.29	2.42	5.99	5.35	0.330	1800.	1340.
0442	OL35	368.0	83.5	10.40	6.99	1.57	1.76	4.82	5.16	0.363	1700.	1020.
0443	OL38	368.1	84.2	12.40	10.20	1.67	1.44	10.60	7.66	0.375	1600.	1070.
0444	OL3T	370.3	84.3	11.50	3.06	1.49	0.88	2.66	6.11	0.373	2300.	793.
0445	OL41	368.3	82.7	9.91	13.20	1.80	1.13	9.59	5.79	0.294	1500.	978.
0446	OL44	367.3	82.1	15.40	3.05	2.86	1.98	4.23	8.09	1.630	3700.	1780.
0447	OL47	367.3	82.2	15.80	2.76	2.98	2.06	4.51	8.52	1.570	3400.	1550.
0448	OL4T	370.3	84.3	15.00	3.06	2.15	2.62	3.14	6.58	0.374	2300.	1010.
0449	OL5	370.4	84.3	16.20	2.81	2.15	2.98	2.87	6.39	0.260	2600.	912.
0450	OL50	367.1	82.1	15.20	2.71	3.05	2.00	4.00	8.82	1.490	3500.	1380.

INDR	RE	CR	CD	CU	PR	NI	SR	TH	ZR	V	ZN	MO	AG	1	2	3	4	5	6	Acric	
0401	1.0	34.0	3.	41.3	10.	45.0	202.0	39.0	8.0	45.4	86.0	50.	0.	0	0	1	1	0	0	0	0
0402	1.4	41.5	3.	36.1	10.	44.0	200.0	41.0	9.0	56.3	86.0	50.	0.	0	0	1	1	0	0	0	0
0403	1.2	43.3	3.	33.0	10.	43.0	258.0	38.0	9.0	54.0	77.0	50.	0.	0	0	1	1	0	0	0	0
0404	1.2	42.3	3.	30.8	10.	43.0	265.0	32.0	8.0	50.1	82.0	50.	0.	0	0	1	1	0	0	0	0
0405	1.0	35.0	3.	24.9	5.	37.0	217.0	32.0	7.0	41.3	63.0	0.	6.	0	0	1	1	0	0	0	0
0406	1.1	39.7	3.	37.2	5.	43.0	251.0	34.0	8.0	48.7	75.0	50.	6.	0	0	1	1	0	0	0	0
0407	1.0	41.2	3.	50.0	5.	47.0	221.0	45.0	8.0	53.9	110.0	50.	6.	0	0	1	1	0	0	0	0
0408	1.0	60.3	3.	232.0	30.	41.0	80.3	6.0	16.0	111.0	209.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0409	1.5	84.5	3.	298.0	10.	57.0	95.0	6.0	17.0	173.0	201.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0410	2.1	44.1	3.	50.5	20.	41.0	82.8	6.0	13.0	92.2	108.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0411	1.8	71.2	3.	55.1	20.	50.0	102.0	6.0	19.0	159.0	127.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0412	1.8	69.9	3.	48.6	10.	47.0	107.0	6.0	18.0	156.0	115.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0413	1.7	78.0	3.	53.0	10.	52.0	105.0	6.0	17.0	159.0	119.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0414	1.3	60.4	3.	51.0	5.	42.0	102.0	6.0	15.0	132.0	94.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0415	1.5	79.3	3.	48.9	5.	73.0	92.5	6.0	24.0	143.0	105.0	0.	0.	1	0	1	0	0	0	0	0
0416	1.3	85.8	3.	38.7	5.	59.0	127.0	6.0	18.0	159.0	112.0	0.	0.	1	0	1	0	0	0	0	0
0417	1.5	98.1	3.	62.4	5.	65.0	185.0	6.0	18.0	166.0	116.0	0.	0.	1	0	1	0	0	0	0	0
0418	1.3	89.5	3.	55.6	5.	91.0	53.6	6.0	18.0	147.0	94.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0419	1.6	103.0	3.	86.8	11.	67.0	80.3	6.0	16.0	209.0	143.0	40.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0420	2.5	51.6	3.	65.4	25.	43.0	80.3	6.0	15.0	108.0	119.0	0.	0.	1	0	0	0	0	0	0	0
0421	1.1	49.9	3.	29.7	5.	30.0	134.0	6.0	22.0	73.9	86.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0422	1.2	58.1	3.	28.7	5.	34.0	144.0	6.0	19.0	82.2	92.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0423	1.3	60.1	3.	100.0	10.	37.0	121.0	6.0	17.0	84.2	139.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0424	1.2	58.2	3.	30.0	10.	38.0	134.0	6.0	17.0	83.7	99.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0425	2.4	126.0	3.	92.0	15.	98.0	194.0	6.0	23.0	135.0	193.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0426	1.9	126.0	3.	52.5	10.	103.0	139.0	6.0	20.0	101.0	111.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0427	1.8	476.0	3.	42.1	10.	499.0	204.0	6.0	11.0	96.6	105.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0428	1.9	112.0	3.	43.8	10.	97.0	139.0	6.0	10.0	89.2	101.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0429	1.8	145.0	3.	79.4	5.	103.0	104.0	6.0	10.0	95.9	128.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0430	2.1	139.0	3.	39.3	10.	108.0	134.0	6.0	11.0	107.0	109.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0431	2.2	168.0	3.	39.6	10.	136.0	159.0	6.0	8.0	116.0	117.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0432	1.9	185.0	3.	51.4	5.	167.0	283.0	6.0	11.0	95.2	115.0	60.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0433	1.6	172.0	3.	43.6	5.	148.0	253.0	6.0	11.0	78.8	92.0	0.	0.	0	0	0	0	1	1	1	1
0434	2.6	104.0	3.	110.0	35.	52.0	204.0														

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	HG	FE	TI	F	MN
0501	FS29	336.3	67.0	5.50	5.72	0.94	2.93	1.93	5.02	0.222	1300.	974.
0502	FS30	336.6	67.0	7.56	16.50	0.48	1.27	1.42	2.97	0.177	1600.	601.
0503	FS31	336.7	67.0	9.42	3.66	0.84	1.32	1.70	3.06	0.135	1400.	349.
0504	FS32	336.8	68.8	8.53	13.60	0.57	1.37	1.44	3.32	0.175	800.	640.
0505	RH20	356.4	57.4	9.78	14.50	2.26	1.06	6.29	4.21	0.891	1900.	907.
0506	RH21	356.4	57.4	15.00	2.33	4.06	1.72	2.48	5.57	0.870	2100.	935.
0507	RH22	356.4	57.4	14.10	3.50	3.67	1.46	2.11	5.51	1.350	4300.	1220.
0508	RH23	356.4	54.3	8.60	16.40	2.13	0.82	8.84	3.82	0.648	1900.	834.
0509	SB-3	356.7	81.3	11.90	0.48	2.05	2.43	1.81	4.00	0.427	2000.	763.
0510	SB-4	356.6	31.3	12.80	0.66	1.82	2.76	2.73	5.35	0.392	2500.	1480.
0511	SB-5	356.7	81.1	13.70	0.53	2.17	2.93	1.34	3.80	0.477	1700.	538.
0512	SR10	357.3	80.6	14.10	1.33	3.19	2.51	2.04	4.22	0.568	1900.	589.
0513	SR11	357.2	80.6	12.30	1.34	3.16	2.35	1.85	4.53	0.444	1800.	804.
0514	SR13	355.5	80.1	8.38	5.00	0.65	0.71	1.75	3.83	0.212	1400.	791.
0515	SR14	356.0	79.8	9.06	7.43	0.94	1.00	1.65	4.05	0.255	1600.	821.
0516	SR17	357.1	79.5	8.36	3.15	1.59	1.34	1.12	3.42	0.368	1900.	510.
0517	SR20	358.1	79.1	9.05	5.41	1.63	1.47	1.28	4.01	0.482	2400.	657.
0518	SR21	358.4	79.7	9.40	4.02	1.86	1.56	1.23	3.43	0.397	1500.	585.
0519	SR22	358.8	78.1	10.60	3.82	1.66	0.74	1.40	4.05	0.463	2000.	644.
0520	SR23	359.0	77.4	9.84	3.57	0.44	0.75	1.29	3.88	0.178	1800.	664.
0521	SE-2	353.6	76.0	6.53	18.70	1.13	1.37	1.80	2.71	0.121	1500.	612.
0522	SE-3	353.4	76.3	8.58	3.82	1.35	1.58	1.43	3.70	0.118	1700.	882.
0523	SE11	353.3	74.3	2.75	40.10	0.16	1.04	17.80	0.87	0.077	1000.	270.
0524	SE13	354.6	76.4	7.20	5.54	1.30	1.00	1.50	3.50	0.129	1700.	930.
0525	SE14	354.7	76.2	7.43	15.20	1.80	1.29	1.87	2.88	0.135	1300.	620.
0526	SE15	354.8	76.3	7.47	12.50	1.77	1.43	1.68	3.30	0.186	1700.	876.
0527	SE18	355.3	76.0	6.50	11.70	1.86	1.12	2.13	3.09	0.206	1500.	624.
0528	SE19	355.5	76.9	14.60	1.47	5.04	1.92	0.94	3.17	0.618	1500.	359.
0529	SE21	356.5	75.8	6.78	8.48	2.11	0.95	1.45	5.28	0.412	3100.	919.
0530	SE23	356.4	76.2	15.80	1.88	3.86	2.88	1.86	3.30	0.266	1500.	662.
0531	SE24	357.7	75.6	7.58	8.64	1.71	1.25	1.53	3.12	0.266	1500.	662.
0532	SE27	358.0	75.6	14.80	1.14	3.91	2.79	1.04	3.61	0.458	1100.	531.
0533	SE29	359.1	75.9	8.85	9.70	2.56	1.51	1.79	3.41	0.286	1900.	634.
0534	SH1	350.0	60.0	16.40	11.70	2.41	0.41	11.50	5.24	0.336	200.	927.
0535	SH10	0.0	0.0	16.40	12.60	2.45	0.45	11.40	5.08	0.329	200.	939.
0536	SH11	0.0	0.0	16.50	11.00	2.95	0.50	13.10	4.94	0.332	200.	851.
0537	SH12	0.0	0.0	16.30	11.00	2.92	0.53	12.20	5.46	0.393	300.	923.
0538	SH13	0.0	0.0	15.20	10.30	2.74	0.55	12.90	5.89	0.436	500.	1010.
0539	SH14	0.0	0.0	16.80	10.20	2.77	0.61	13.50	5.36	0.369	300.	880.
0540	SH15	0.0	0.0	14.30	9.85	2.55	0.54	12.50	5.30	0.362	600.	939.
0541	SH16	0.0	0.0	14.50	10.80	2.73	0.56	10.50	5.85	0.478	400.	948.
0542	SH17	0.0	0.0	15.60	10.80	2.59	0.58	12.10	6.14	0.543	500.	1050.
0543	SH18	0.0	0.0	16.10	11.70	2.52	0.48	12.20	6.90	0.496	500.	1070.
0544	SH19	0.0	0.0	15.70	10.90	2.66	0.52	11.40	6.10	0.536	700.	1020.
0545	SH2	0.0	0.0	15.80	10.00	2.88	0.61	11.40	5.14	0.369	300.	908.
0546	SH3	0.0	0.0	16.00	12.20	2.34	0.41	11.60	5.75	0.321	200.	960.
0547	SH30	0.0	0.0	15.20	7.54	3.07	0.97	7.77	6.72	0.635	600.	1440.
0548	SH31	0.0	0.0	12.10	5.39	2.47	1.66	6.25	6.67	0.848	900.	1440.
0549	SH32	0.0	0.0	10.80	4.77	2.39	1.16	6.47	7.48	0.706	1000.	1180.
0550	SH33	0.0	0.0	12.00	7.12	2.70	1.10	4.38	5.66	0.681	800.	868.

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	HG	FE	TI	F	MN	
0551	SH34	390.0	60.0	13.30	6.38	2.59	1.18	5.80	2.59	1.18	5.80	1100.	1110.
0552	SH35	0.0	0.0	15.40	7.34	2.16	0.97	7.74	11.00	0.965	1100.	1110.	
0553	SH36	0.0	0.0	15.30	7.99	2.16	0.86	7.61	11.70	1.020	800.	1270.	
0554	SH37	0.0	0.0	14.80	9.06	2.68	0.74	7.28	6.18	0.622	800.	1260.	
0555	SH38	0.0	0.0	14.00	10.50	2.36	1.29	7.95	7.02	0.860	1200.	1410.	
0556	SH39	0.0	0.0	11.20	6.62	1.79	0.50	18.60	6.75	0.483	400.	1130.	
0557	SH4	0.0	0.0	14.80	8.33	2.99	0.67	8.04	5.11	0.489	500.	1050.	
0558	SH40	0.0	0.0	11.30	10.10	1.80	0.39	17.20	7.48	0.364	100.	1010.	
0559	SH41	0.0	0.0	11.30	9.05	1.69	0.43	19.50	7.99	0.392	100.	1060.	
0560	SH42	0.0	0.0	11.50	8.13	1.90	0.50	19.60	6.69	0.364	300.	1020.	
0561	SH43	0.0	0.0	12.00	7.95	2.09	0.53	18.20	6.08	0.348	200.	997.	
0562	SH44	0.0	0.0	14.90	8.26	2.07	0.73	7.23	11.10	1.110	1500.	1300.	
0563	SH45	0.0	0.0	14.10	7.45	2.09	0.83	9.83	7.29	0.744	200.	1880.	
0564	SH46	0.0	0.0	15.50	7.40	2.25	1.01	8.41	11.10	0.900	1300.	1230.	
0565	SH47	0.0	0.0	15.20	7.76	2.21	0.93	7.82	11.10	0.952	1400.	1240.	
0566	SH48	0.0	0.0	14.60	7.60	2.21	0.93	7.59	10.00	0.894	1300.	1250.	
0567	SH49	0.0	0.0	16.80	11.20	2.86	0.51	10.90	5.33	0.463	300.	939.	
0568	SH5	0.0	0.0	16.30	9.04	3.72	0.68	8.48	5.22	0.468	200.	1090.	
0569	SH50	0.0	0.0	15.40	8.67	2.68	0.74	11.20	6.19	0.558	500.	1140.	
0570	SH51	0.0	0.0	15.40	8.83	2.87	0.70	10.40	4.37	0.585	400.	1230.	
0571	SH52	0.0	0.0	13.50	5.86	2.38	1.32	10.70	7.92	0.818	1200.	1380.	
0572	SH53	0.0	0.0	13.60	7.47	2.35	1.01	12.00	8.66	0.845	1100.	1330.	
0573	SH6	0.0	0.0	13.80	7.43	2.86	0.67	7.10	4.64	0.492	900.	1010.	
0574	SH7	0.0	0.0	17.60	9.94	3.57	0.61	9.31	5.33	0.503	300.	1010.	
0575	SH8	0.0	0.0	16.60	8.56	3.59	0.66	9.05	5.58	0.516	300.	1010.	
0576	SH9	0.0	0.0	16.40	8.77	3.47	0.62	8.79	5.56	0.515	200.	1020.	
0577	SH1	379.3	57.2	12.10	2.68	1.33	1.90	3.86	6.12	0.538	1200.	1630.	
0578	SH10	379.1	58.9	14.80	4.52	2.58	1.74	4.42	9.38	0.815	2100.	1920.	
0579	SH11	379.1	59.1	15.00	5.45	2.13	2.05	4.48	6.36	0.796	2100.	1990.	
0580	SH12	379.0	59.3	14.30	4.22	2.18	1.72	5.55	7.86	0.898	2300.	1420.	
0581	SH13	379.4	59.8	13.20	6.09	2.18	1.70	4.20	8.54	0.988	2700.	1580.	
0582	SH14	379.5	60.3	14.50	5.10	2.19	1.70	4.20	7.51	0.963	2400.	1670.	
0583	SH15	378.9	58.5	18.00	7.41	2.42	2.72	4.33	7.47	0.815	2000.	1210.	
0584	SH2	379.4	56.9	17.00	2.95	1.43	3.17	2.73	7.53	0.611	1700.	1600.	
0585	SH3	379.0	57.1	16.40	4.27	2.50	2.27	4.74	7.47	0.865	1700.	1600.	
0586	SH4	379.1	57.4	14.20	3.34	2.07	1.71	3.67	7.20	0.832	1400.	1520.	
0587	SH5	378.9	57.9	15.80	5.23	3.42	1.67	3.58	7.32	1.250	2200.	1240.	
0588	SH6	379.1	57.8	16.10	3.79	3.09	2.31	4.20	7.43	0.931	1700.	1920.	
0589	SH7	379.3	58.0	14.10	4.10	2.10	1.87	5.28	8.47	0.938	2000.	2230.	
0590	SH8	379.0	58.6	14.60	4.12	1.98	1.99	4.94	8.67	0.858	2300.	2600.	
0591	SH9	379.2	58.5	14.50	4.25	1.88	1.99	4.90	8.59	0.898	2000.	2080.	
0592	SH30	360.2	52.2	13.00	3.89	3.66	2.35	1.69	3.88	0.539	2900.	835.	
0593	SH31	359.7	53.4	14.90	3.05	3.92	2.34	2.86	4.89	0.654	3000.	738.	
0594	SH32	359.9	53.3	12.70	4.94	3.28	2.07	1.62	5.23	0.613	4200.	1300.	
0595	SH33	360.1	53.9	13.00	3.70	3.58	2.37	1.60	3.68	0.541	2700.	788.	
0596	SH34	359.7	55.0	13.30	2.84	3.53	1.81	1.80	3.29	0.774	2100.	1020.	
0597	SH35	359.7	54.7	15.70	3.78	3.32	2.10	2.11	7				

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	F	MN
0601	TO-6	394.5	89.4	15.80	6.97	2.72	1.41	5.15	6.35	0.661	1700.	1410.
0602	TO-7	394.6	89.3	14.40	7.04	3.23	1.69	3.49	4.38	0.620	1400.	896.
0603	TO-9	394.2	88.7	14.80	2.89	5.11	2.23	1.01	3.05	0.486	1400.	636.
0604	TO10	394.2	88.8	15.20	7.59	3.43	1.69	3.43	4.57	0.656	1700.	962.
0605	TO11	394.4	88.0	12.70	9.17	1.97	0.79	6.36	6.78	1.170	2400.	1380.
0606	TO14	393.9	88.4	16.10	8.18	3.67	1.58	3.35	5.11	0.782	2100.	1060.
0607	TO16	393.6	88.1	16.90	5.09	3.24	2.80	2.74	5.65	0.779	2500.	723.
0608	TO18	393.4	87.5	14.30	8.55	2.66	1.20	6.27	6.52	1.010	2200.	1370.
0609	TO19	393.1	87.2	15.10	3.28	3.08	2.52	2.15	5.59	0.894	2800.	857.
0610	TO20	393.1	87.1	14.20	7.55	2.57	0.88	5.15	7.35	1.190	2700.	1600.
0611	TO21	392.7	86.3	14.00	6.60	2.86	1.89	4.40	5.57	0.838	2200.	1100.
0612	TO22	392.7	86.2	14.40	4.21	2.94	2.58	3.43	5.48	0.747	2300.	845.
0613	TO27	392.5	85.1	14.90	6.48	2.20	1.18	5.20	7.68	1.220	1800.	1440.
0614	TO28	392.7	85.0	14.70	7.51	2.95	1.58	4.32	6.44	1.010	2900.	1410.
0615	TO29	392.9	84.4	13.20	8.47	2.23	0.80	8.94	6.96	0.900	1100.	1390.
0616	TO30	392.8	84.2	14.70	6.92	3.06	1.89	4.16	5.95	0.947	2900.	1150.
0617	TO31	393.5	83.3	15.80	15.70	0.84	0.22	16.30	4.78	0.273	400.	824.
0618	TO33	393.7	82.6	9.48	17.50	1.26	0.96	9.47	5.54	0.757	1700.	1110.
0619	TO36	393.3	81.0	14.00	10.20	1.83	0.92	7.42	7.44	1.010	2000.	1140.
0620	TO38	392.9	80.8	13.50	9.32	2.15	1.35	7.47	5.57	0.700	1700.	958.
0621	TO39	392.4	80.3	13.50	10.30	2.13	1.07	6.86	6.33	0.873	2300.	1160.
0622	TO40	392.4	80.2	15.50	4.79	3.49	2.65	3.49	4.88	0.591	2000.	722.
0623	TO41	392.0	79.5	11.70	7.48	1.72	1.05	14.10	8.20	0.822	1700.	1430.
0624	TO43	391.8	78.8	9.65	7.06	1.47	0.82	17.80	6.85	0.858	1300.	1130.
0625	TO44	391.9	78.4	14.00	8.38	2.31	1.51	7.37	5.55	0.656	1700.	934.
0626	TO45	391.9	77.8	14.70	9.90	2.32	0.95	8.04	6.55	0.935	1800.	1090.
0627	TO47	391.9	77.4	16.40	16.40	0.98	0.39	4.34	15.60	1.320	2200.	1790.
0628	TO48	391.7	76.8	11.20	9.44	1.92	1.11	6.37	4.87	0.811	1500.	1010.
0629	TO49	391.6	76.4	10.20	9.34	2.19	0.73	10.20	4.75	0.526	1600.	889.
0630	TO50	391.6	76.7	11.50	9.74	2.09	1.10	7.04	5.11	0.791	1700.	1080.
0631	TO52	391.0	75.9	12.40	10.60	2.34	0.94	8.27	5.82	0.837	1900.	1140.
0632	TO54	390.7	75.3	13.00	13.00	2.18	0.77	6.46	10.20	1.100	2400.	1630.
0633	TO55	390.5	74.4	13.60	10.30	2.76	1.01	8.93	6.05	0.795	1900.	1140.
0634	TO58	392.6	71.2	12.60	8.19	1.87	1.75	3.20	4.95	0.519	1700.	1110.
0635	TO60	390.5	73.6	13.90	10.60	2.78	0.85	8.62	6.12	0.834	2000.	1210.
0636	TO61	390.5	72.0	14.90	10.50	2.47	1.14	8.93	7.12	0.858	1700.	1250.
0637	TO63	390.6	70.8	17.30	9.52	2.70	2.14	6.89	7.71	0.933	2100.	1270.
0638	TO66	394.4	67.7	13.60	8.49	2.56	0.67	6.42	5.56	0.754	1300.	1040.
0639	TO67	394.4	67.4	14.50	10.60	2.71	0.65	5.34	6.76	1.070	1800.	1540.
0640	TO68	397.5	67.5	14.20	9.92	2.47	0.87	5.76	6.76	1.640	1700.	1620.
0641	TO69	399.3	64.6	11.10	9.99	2.16	0.56	11.10	6.87	0.906	1500.	1640.
0642	TR-2	398.5	80.0	16.70	2.16	4.49	3.45	3.32	4.88	0.425	1700.	712.
0643	TR-5	388.6	79.3	15.30	3.12	3.14	2.78	2.82	5.07	0.677	1800.	653.
0644	TR-7	398.7	78.5	14.00	4.17	3.00	1.89	5.40	5.65	0.834	1900.	995.
0645	TR10	388.8	77.2	15.20	4.12	3.55	1.82	3.38	4.80	0.693	1500.	820.
0646	TR11	388.8	77.2	14.20	5.03	3.12	1.43	4.49	5.45	0.824	1600.	896.
0647	TR12	388.7	76.4	13.30	6.02	1.95	1.23	10.60	8.64	1.010	1700.	1810.
0648	TR13	388.8	75.1	16.00	8.34	2.51	0.98	6.60	7.44	0.980	1500.	1380.
0649	TR14	388.8	72.7	12.40	14.50	2.51	1.04	6.98	5.83	0.746	1600.	1280.
0650	TR17	390.6	75.3	15.30	8.24	3.06	1.04	6.46	8.05	1.060	2200.	1430.

INDR	BE	CR	CO	CU	PR	NI	SR	TH	ZR	V	ZN	MO	AG	1	2	3	4	5	6	Series
0601	1.3	213.0	3.	93.5	5.	104.0	261.0	6.0	21.0	134.0	100.0	30.	0.	0	1	1	0	1	0	2
0602	1.3	94.0	3.	62.2	5.	69.0	283.0	6.0	14.0	88.6	78.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0603	1.9	1.7	3.	18.7	10.	10.0	250.0	6.0	14.0	48.1	46.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0604	1.4	91.7	3.	19.1	5.	63.0	315.0	6.0	10.0	95.5	59.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0605	1.1	327.0	3.	29.8	5.	184.0	392.0	6.0	14.0	153.0	64.0	40.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0606	1.4	110.0	3.	38.6	5.	66.0	358.0	6.0	17.0	104.0	67.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0607	2.5	45.2	3.	79.8	20.	36.0	412.0	6.0	14.0	104.0	109.0	40.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0608	1.3	289.0	3.	102.0	5.	180.0	315.0	6.0	18.0	140.0	101.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0609	2.6	49.6	3.	25.9	15.	28.0	288.0	6.0	14.0	113.0	89.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0610	1.1	366.0	3.	41.1	75.	160.0	370.0	6.0	20.0	158.0	65.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0611	1.6	191.0	3.	28.1	10.	111.0	288.0	6.0	13.0	113.0	67.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0612	2.4	47.0	3.	67.0	15.	30.0	255.0	6.0	14.0	104.0	102.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0613	1.6	235.0	3.	58.1	5.	113.0	223.0	6.0	23.0	199.0	95.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0614	1.6	216.0	3.	38.7	5.	110.0	340.0	6.0	20.0	132.0	68.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0615	0.1	532.0	35.	80.2	25.	550.0	250.0	37.0	22.0	141.0	97.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0616	1.8	163.0	3.	46.5	45.	106.0	315.0	6.0	18.0	118.0	74.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0617	0.1	794.0	3.	26.7	5.	494.0	179.0	6.0	18.0	56.4	38.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0618	1.0	317.0	3.	40.4	5.	225.0	250.0	6.0	15.0	118.0	61.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0619	1.0	329.0	3.	158.0	10.	174.0	258.0	6.0	17.0	186.0	127.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0620	1.3	333.0	3.	35.6	10.	192.0	247.0	6.0	16.0	105.0	67.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0621	1.1	344.0	3.	44.5	35.	175.0	277.0	6.0	15.0	124.0	58.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0622	2.3	53.8	3.	11.4	10.	39.0	250.0	6.0	13.0	97.8	68.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0623	1.2	637.0	3.	57.7	5.	464.0	152.0	6.0	20.0	154.0	84.0	30.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0624	1.1	759.0	3.	31.6	9.	605.0	132.0	6.0	18.0	123.0	62.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0625	1.4	318.0	3.	27.9	10.	208.0	217.0	6.0	18.0	106.0	65.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0626	1.1	317.0	3.	32.6	40.	210.0	281.0	6.0	19.0	131.0	61.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0627	0.7	1160.0	3.	54.2	55.	278.0	359.0	15.0	24.0	189.0	58.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0628	1.1	193.0	3.	24.5	5.	121.0	179.0	6.0	12.0	126.0	58.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0629	0.9	394.0	3.	25.2	5.	338.0	174.0	6.0	11.0	100.0	53.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0630	1.1	215.0	3.	28.9	5.	144.0	201.0	6.0	11.0	127.0	57.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0631	1.0	311.0	3.	34.6	5.	229.0	242.0	6.0	20.0	135.0	64.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0632	1.0	770.0	3.	38.8	5.	251.0	343.0	6.0	27.0	173.0	74.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0633	1.1	330.0	3.	26.5	9.	239.0	239.0	6.0	29.0	138.0	67.0	0.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0634	1.5	134.0	3.	50.8	10.	91.0	217.0	6.0	18.0	111.0	95.0	30.	0.	0	1	1	0	1	0	0
0635	1.0	329.0	3.																	

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	P	MN
0701	UG11	407.6	78.3	13.90	2.48	1.98	1.71	2.24	8.31	0.633	2100.	1860.
0702	UG12	407.4	78.2	13.50	2.70	2.62	1.44	2.11	6.78	0.888	1800.	1390.
0703	UG13	407.6	77.0	13.20	2.36	1.84	1.43	2.73	8.63	0.530	2000.	2040.
0704	UG14	407.7	76.8	13.30	1.79	1.97	1.64	1.69	7.98	0.418	1800.	1710.
0705	UG15	407.5	76.8	13.40	6.23	1.35	1.32	6.23	6.56	0.764	1800.	1670.
0706	UG16	407.7	76.6	14.00	5.10	1.75	1.20	4.80	6.25	0.810	1400.	1450.
0707	UG17	407.7	76.8	14.90	6.07	1.84	1.19	4.82	6.71	1.020	1800.	1550.
0708	UG18	408.4	75.8	13.90	2.38	1.66	1.26	1.82	10.80	0.552	2400.	2750.
0709	UG19	408.5	75.0	13.40	2.00	1.89	1.60	1.62	8.25	0.514	2100.	1900.
0710	UG20	408.9	80.7	14.40	2.50	2.40	1.73	3.23	8.39	1.010	2200.	1640.
0711	UG21	408.5	75.5	13.70	1.40	2.13	2.19	1.39	5.27	0.426	1900.	1100.
0712	UG22	408.1	75.3	13.50	7.10	1.47	1.70	3.65	5.01	0.640	1900.	1830.
0713	UG23	408.5	75.4	15.50	4.90	1.72	1.54	4.62	6.16	0.780	1700.	1510.
0714	UG24	408.5	74.7	16.40	5.83	2.62	2.13	4.18	6.35	0.837	1800.	1530.
0715	UG25	408.1	74.4	15.50	9.73	2.21	1.18	4.32	5.75	0.952	2000.	1430.
0716	UG26	408.7	74.4	13.60	5.91	1.21	1.61	7.02	6.75	0.872	1700.	1820.
0717	UG27	408.5	73.8	16.30	4.46	2.40	2.04	3.91	6.53	0.858	2000.	1920.
0718	UG28	408.3	73.7	14.30	3.27	2.13	1.87	2.82	6.32	0.652	2000.	1410.
0719	UG29	407.9	73.5	14.70	7.11	2.20	1.04	4.65	6.14	1.030	1900.	1430.
0720	UG30	408.5	73.2	14.70	6.74	1.82	1.56	6.65	7.00	0.936	2100.	2070.
0721	UG31	407.9	80.5	11.80	4.63	1.98	0.94	9.32	6.48	0.873	1400.	1420.
0722	UG32	408.4	73.2	10.40	2.27	2.21	1.78	2.36	4.33	0.398	1000.	933.
0723	UG33	408.3	72.7	12.20	1.71	2.18	2.37	2.01	4.25	0.407	1200.	920.
0724	UG34	409.9	79.8	14.90	3.93	3.29	1.51	2.86	6.51	0.908	1900.	1590.
0725	UG35	409.5	79.3	15.10	4.17	2.68	1.41	3.56	7.94	1.040	1800.	1690.
0726	UG36	409.6	78.9	13.90	7.18	2.03	0.74	8.33	8.92	1.420	1900.	2010.
0727	UG37	409.0	79.0	14.10	5.23	2.46	0.93	3.93	8.28	1.250	2400.	1900.
0728	UG38	409.4	76.4	15.10	4.04	2.00	1.75	4.33	6.40	0.916	2300.	1730.
0729	UG39	408.2	74.1	14.90	5.32	1.83	1.77	4.60	6.56	0.829	2000.	1800.
0730	UG40	409.3	74.1	15.40	4.77	1.98	1.78	5.55	6.98	0.911	2200.	2220.
0731	UG41	408.6	74.3	15.20	4.60	2.14	1.72	4.55	6.24	0.854	2200.	1780.
0732	UG42	407.2	80.3	14.20	1.66	2.12	1.24	1.55	7.62	0.585	2400.	1800.
0733	UG43	410.6	80.2	17.30	1.71	2.68	2.97	2.89	6.27	0.702	1900.	1060.
0734	UG44	410.4	80.3	13.90	2.07	2.77	1.38	1.75	5.84	0.846	2000.	1160.
0735	UG45	410.1	79.7	14.70	3.35	2.83	1.47	2.50	7.60	0.978	1800.	1660.
0736	UG46	410.0	78.2	9.75	2.86	1.31	0.92	14.30	7.13	0.604	1500.	2100.
0737	UG47	410.3	77.7	15.00	4.36	1.57	1.85	6.83	7.24	0.940	2000.	2250.
0738	UG48	410.1	77.6	14.00	10.00	1.47	1.75	3.65	5.66	0.768	1900.	1850.
0739	UG49	410.0	77.3	14.30	3.53	1.62	1.78	4.81	6.27	0.728	1600.	1680.
0740	UG50	409.9	76.6	15.10	4.70	1.69	1.88	4.67	6.63	0.744	1800.	2090.
0741	UG51	409.7	76.4	15.00	4.44	2.08	1.77	4.84	6.87	0.883	2100.	1670.
0742	UG52	410.4	78.2	12.90	4.83	1.07	1.64	4.90	6.41	0.813	1700.	1880.
0743	UG53	406.9	80.1	14.20	5.01	2.76	0.97	3.54	7.74	0.794	1100.	1410.
0744	UG54	411.0	78.6	14.50	4.77	1.54	1.59	7.63	7.42	1.040	1900.	1950.
0745	UG55	410.4	64.5	15.00	4.40	2.58	2.05	2.32	6.60	1.000	3000.	1290.
0746	UG56	410.2	64.6	14.10	2.83	2.39	2.02	1.89	5.63	0.841	1900.	1210.
0747	UG57	410.3	64.3	14.60	2.74	2.28	2.22	1.86	7.03	0.594	2200.	1580.
0748	UG58	410.6	65.5	15.40	2.54	2.53	2.72	1.94	5.39	0.588	1800.	1090.
0749	UG59	410.6	64.8	17.00	3.06	2.25	3.22	3.00	6.08	0.808	2100.	1030.
0750	UG60	410.9	64.7	15.60	2.35	2.55	2.71	1.92	5.56	0.605	1800.	1160.

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	P	MN
0751	UG57	408.0	72.4	15.50	6.88	3.20	1.42	4.72	5.58	0.754	1600.	1280.
0752	UG58	408.4	72.5	13.80	2.24	2.26	2.21	1.71	6.33	0.600	2400.	1450.
0753	UG59	408.2	72.3	14.20	2.02	2.28	2.50	1.79	5.40	0.536	1700.	1130.
0754	UG60	407.4	79.8	15.20	1.84	1.85	1.94	1.68	9.53	0.595	2300.	2390.
0755	UG61	407.5	67.3	15.30	2.13	2.36	2.63	1.73	6.17	0.600	1800.	1310.
0756	UG62	408.0	69.6	16.60	2.93	3.03	4.08	2.18	4.23	0.561	900.	1020.
0757	UG63	408.5	69.3	15.70	4.09	2.97	2.48	2.50	5.92	0.655	1600.	1260.
0758	UG64	408.5	69.5	13.90	2.24	2.22	2.26	1.75	6.02	0.592	1900.	1350.
0759	UG65	408.8	70.0	15.60	5.54	2.93	2.00	2.46	6.28	0.919	2500.	1310.
0760	UG66	408.8	72.2	15.40	5.78	2.77	1.97	3.76	6.61	0.917	2300.	1450.
0761	UG67	407.6	79.4	13.90	1.81	1.92	1.66	1.55	9.25	0.505	2100.	2250.
0762	UG68	408.4	71.4	15.20	2.72	2.24	2.28	1.87	7.92	0.809	2500.	1850.
0763	UG69	408.6	68.5	16.10	5.22	3.30	2.70	1.35	4.66	0.663	1700.	1020.
0764	UG70	408.8	68.8	13.30	2.51	2.17	1.89	1.66	6.75	0.658	2400.	1570.
0765	UG71	415.2	62.7	15.00	4.79	3.51	1.66	1.40	5.68	0.721	2300.	1330.
0766	UG72	415.9	63.0	14.10	2.50	2.98	3.08	1.23	3.32	0.580	1900.	566.
0767	UG73	414.9	64.0	14.70	3.93	3.74	1.55	1.12	4.17	0.602	1000.	786.
0768	UG74	414.8	64.1	15.70	3.58	3.34	2.42	1.22	4.72	0.623	1800.	879.
0769	UG75	412.9	63.3	16.20	2.95	2.97	2.86	1.53	5.13	0.563	3200.	737.
0770	UG76	411.8	64.2	14.90	2.94	2.56	2.41	1.79	5.85	0.724	2200.	1290.
0771	UG77	407.6	79.0	16.60	1.77	1.85	1.64	1.52	8.71	0.538	2200.	2150.
0772	UG78	412.0	63.9	15.00	3.06	2.62	2.38	1.76	5.82	0.680	2200.	1250.
0773	UG79	412.5	62.7	15.20	2.89	2.57	2.57	1.91	5.46	0.638	1800.	1160.
0774	UG80	412.4	62.4	16.50	2.65	2.71	2.98	2.02	5.47	0.647	1600.	1040.
0775	UG81	412.3	62.3	16.30	2.17	2.75	3.08	1.91	4.77	0.601	1500.	859.
0776	UG82	407.4	77.1	16.30	2.39	2.70	3.04	1.95	5.10	0.700	1600.	935.
0777	UG83	407.4	77.1	14.45	2.89	0.86	0.36	20.40	9.73	0.251	800.	1808.
0778	UN-1	369.8	48.8	12.20	1.77	2.89	1.90	1.33	1.97	0.857	3000.	938.
0779	UN-2	369.6	47.7	12.40	2.35	2.98	2.59	0.80	3.13	0.684	4100.	713.
0780	UN-3	369.3	46.7	14.20	1.51	2.51	3.11	1.66	4.85	0.676	2400.	703.
0781	UN-4	369.5	46.6	11.80	1.95	3.05	2.70	0.78	2.82	0.498	3000.	596.
0782	UN-5	369.8	47.4	13.20	1.77	2.27	2.43	2.33	5.46	0.965	3300.	764.
0783	UN-6	369.9	48.5	11.60	2.75	2.92	2.44	0.72	3.12	0.612	4700.	769.
0784	UN-7	370.2	49.2	12.20	1.87	2.94	2.86	1.00	3.24	0.552	3000.	640.
0785	UN-8	370.9	50.2	12.20	2.16	2.84	2.76	1.24	3.33	0.575	3000.	629.
0786	UN-9	371.5	51.4	11.10	2.05	2.69	2.50	1.03	3.03	0.491	2900.	615.
0787	UN10	371.0	52.8	12.20	3.69	2.89	2.23	1.69	4.43	0.753	3800.	956.
0788	VF-1	382.4	86.2	18.10	2.05	2.17	3.00	3.61	9.04	1.060	2000.	1350.
0789	VF-2	380.3	81.0	17.80	7.89	1.76	2.09	3.84	9.18	1.260	2600.	1970.
0790	VF-3	380.5	79.2	17.80	6.31	2.11	3.14	7.81	1.020	1700.	1170.	
0791	VF-4	380.1	81.3	16.00	9.28	2.86	1.85	4.32	8.25	1.150	1700.	1810.
0792	VF12	381.5	81.4	14.70	9.34	2.87	3.06	2.56	6.35	0.858	1600.	1160.
0793	VF14	381.2	81.8	15.00	6.76	2.22	3.14	6.16	0.858	1200.	1100.	
0794	VF16	381.3	82.0	16.70	4.17	2.19	2.43	3.52	7.99	1.150	2300.	1590.
0795	VF17	384.2	82.5	16.00	3.60	3.21	2.93	2.46	5.47	0.866	2100.	915.
0796	VF19	383.9	83.0	15.60	3.86	3.25						

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	P	MN
0801	VF26	386.6	85.4	15.70	3.41	3.32	3.01	2.18	4.94	0.678	1700.	852.
0802	VF29	387.3	87.2	15.50	12.10	2.22	2.23	2.65	5.70	0.816	1800.	1100.
0803	VF30	386.8	87.9	14.40	13.10	2.07	1.75	2.43	5.59	1.050	2100.	1140.
0804	VF31	388.2	89.3	16.50	5.97	2.50	3.00	2.38	6.17	0.858	1700.	1240.
0805	VF32	388.4	90.6	14.40	3.17	3.65	3.19	1.40	3.51	0.622	1200.	703.
0806	VF34	388.3	89.7	14.00	8.61	2.65	2.21	1.69	4.70	1.000	4000.	1010.
0807	VF36	388.3	88.7	14.00	7.38	2.84	2.43	1.69	4.34	0.784	3000.	861.
0808	VF37	388.5	88.1	13.30	6.76	2.83	2.29	1.53	3.77	0.716	3000.	775.
0809	VF38	387.5	87.6	14.40	6.75	3.04	2.43	1.62	4.40	0.895	3400.	946.
0810	VF40	384.6	86.5	16.10	5.10	3.24	3.34	1.95	4.52	0.621	2000.	772.
0811	VF44	383.5	88.8	16.50	5.11	3.78	3.51	1.92	3.79	0.667	1400.	756.
0812	VF45	383.5	88.7	16.40	3.52	3.42	4.02	1.11	4.31	0.756	1600.	879.
0813	VF47	384.1	89.2	17.00	3.78	3.66	4.51	2.19	4.08	0.620	1300.	827.
0814	VF48	384.1	89.1	15.60	2.98	2.23	2.64	3.49	7.93	1.150	1600.	1400.
0815	VF49	384.3	87.9	16.50	3.01	3.51	3.92	2.21	4.51	0.708	1300.	887.
0816	VF50	384.3	87.7	16.10	2.78	2.05	3.16	3.80	8.95	1.110	1600.	1220.
0817	VF51	384.9	87.4	15.60	3.32	2.96	3.46	3.40	5.48	0.889	1700.	1020.
0818	VF52	385.1	87.2	15.90	2.88	3.32	3.67	2.28	4.82	0.670	1400.	872.
0819	VF53	385.6	86.6	16.90	3.53	3.39	3.56	2.49	5.65	0.671	1700.	1180.
0820	VF54	384.4	85.7	16.70	10.50	1.57	2.31	4.78	12.30	1.610	2900.	3100.
0821	VF58	380.2	86.1	16.90	2.83	3.82	3.28	2.35	6.18	0.783	1700.	1270.
0822	VF60	377.7	85.7	17.20	2.72	3.81	3.51	2.66	5.98	0.777	1500.	1130.
0823	VF62	379.5	85.0	16.90	3.04	3.49	3.05	2.58	6.58	0.873	1800.	1330.
0824	VF64	379.7	84.4	16.90	3.30	3.87	2.20	2.57	6.39	0.871	2100.	1320.
0825	VF65	379.9	84.0	15.90	3.23	3.62	2.52	2.37	6.23	0.850	2000.	1330.
0826	VF67	379.0	83.7	15.80	3.02	3.62	2.65	2.42	5.62	0.774	1700.	1110.
0827	VF69	377.0	83.3	17.00	3.39	3.90	2.59	2.75	4.79	0.678	2300.	924.
0828	VF70	377.2	82.4	17.50	4.23	4.15	3.54	2.69	4.87	0.741	2500.	924.
0829	VF71	376.9	82.2	16.40	4.15	3.98	2.38	2.70	4.75	0.825	2800.	845.
0830	VF72	376.7	82.1	17.10	4.16	4.25	2.43	2.57	4.77	0.781	2300.	903.
0831	VF74	376.7	80.5	14.70	2.99	4.47	2.36	1.67	3.82	0.691	1600.	762.
0832	VF76	376.5	80.6	15.80	2.65	4.64	2.65	1.73	3.82	0.579	1200.	753.
0833	VF77	376.4	80.9	15.80	3.23	4.24	2.61	2.22	4.25	0.716	1800.	845.
0834	VF80	382.6	83.8	16.10	8.12	2.12	2.35	3.36	8.26	1.180	2600.	1940.
0835	VF82	380.7	82.8	16.90	7.75	1.83	2.04	3.72	12.50	1.810	3300.	3160.
0836	VF83	380.1	82.4	15.50	11.40	1.94	2.85	2.28	5.73	1.070	1600.	1170.
0837	VF84	380.0	82.5	15.70	10.10	1.94	2.27	2.62	8.07	1.440	2700.	2180.
0838	VF85	377.5	81.8	15.40	2.11	4.06	2.67	2.17	3.99	0.509	1300.	774.
0839	VF86	378.2	81.3	14.70	14.40	2.50	1.94	2.88	7.42	1.720	2600.	1970.
0840	VF87	376.5	80.5	15.30	12.10	2.67	1.44	2.47	6.23	1.270	1900.	1350.
0841	VF88	376.5	80.4	14.70	2.81	4.60	2.01	1.50	3.61	0.669	1200.	771.
0842	VF89	374.3	78.7	14.40	2.21	4.63	1.97	1.50	3.53	0.606	1800.	701.
0843	VF90	374.3	78.7	13.90	3.69	3.65	2.07	1.98	4.62	0.798	1800.	994.
0844	VF91	374.9	78.7	14.70	11.10	2.15	2.90	2.14	5.29	0.796	1400.	971.
0845	VF92	374.3	78.2	14.00	3.09	4.46	1.70	1.55	4.26	0.803	2600.	882.
0846	VF93	374.1	77.9	14.70	11.50	1.84	2.45	2.05	5.73	1.120	1800.	1170.
0847	VF94	373.7	77.7	13.40	10.10	2.77	2.74	2.32	5.20	0.791	1300.	975.
0848	VF95	373.3	77.5	15.10	14.30	1.74	2.23	2.02	7.36	1.810	3300.	1770.
0849	VF96	372.3	76.7	15.80	13.70	2.51	2.76	2.30	6.55	1.300	2400.	1320.
0850	VF97	371.6	76.2	16.10	15.20	1.94	2.30	2.11	7.76	1.990	3700.	1750.

INDR	RE	CR	CO	CU	PR	NI	SR	TH	ZR	V	ZN	MO	AG	1	2	3	4	5	6	serie	
0801	2.5	29.2	3.	21.9	30.	25.0	335.0	6.0	18.0	78.7	108.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	2
0802	1.9	73.4	3.	22.0	10.	39.0	1090.0	6.0	20.0	111.0	76.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0803	1.6	69.3	3.	16.9	10.	35.0	1130.0	7.0	29.0	111.0	62.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0804	2.7	66.0	3.	32.4	20.	55.0	865.0	6.0	30.0	105.0	115.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0805	2.9	71.4	3.	3.2	9.	16.0	261.0	6.0	21.0	53.4	51.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0806	2.0	38.2	3.	22.2	20.	24.0	743.0	6.0	29.0	88.1	72.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0807	2.0	33.7	3.	10.3	10.	23.0	639.0	6.0	21.0	76.7	68.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0808	1.9	28.9	3.	10.1	5.	18.0	609.0	6.0	17.0	68.8	59.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0809	2.1	36.8	3.	9.8	20.	21.0	652.0	6.0	33.0	84.5	67.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0810	2.6	35.1	3.	8.3	10.	24.0	483.0	6.0	18.0	76.3	82.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0811	2.5	15.1	3.	15.4	9.	13.0	330.0	6.0	19.0	64.0	67.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0812	2.6	16.5	3.	16.6	5.	14.0	352.0	6.0	24.0	73.7	73.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0813	2.8	14.3	3.	4.1	5.	13.0	289.0	6.0	20.0	63.6	67.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0814	1.7	106.0	3.	54.2	5.	52.0	248.0	6.0	19.0	152.0	111.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0815	2.5	28.1	3.	21.0	5.	18.0	311.0	6.0	18.0	76.4	77.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0816	2.1	127.0	3.	78.1	5.	72.0	217.0	6.0	19.0	175.0	135.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0817	2.3	44.1	3.	27.0	9.	31.0	317.0	6.0	24.0	94.1	79.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0818	2.2	35.6	3.	20.0	10.	24.0	291.0	6.0	16.0	80.7	74.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0819	2.3	45.4	3.	19.0	10.	28.0	352.0	6.0	21.0	95.7	79.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0820	2.3	101.0	3.	55.4	10.	71.0	748.0	15.0	38.0	162.0	131.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0821	2.3	36.4	3.	23.3	10.	21.0	187.0	6.0	22.0	70.1	84.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0822	2.5	41.6	3.	14.8	10.	26.0	196.0	6.0	19.0	76.4	86.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0823	2.1	47.4	3.	59.0	5.	26.0	213.0	6.0	20.0	79.8	104.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0824	1.9	43.8	3.	12.9	9.	24.0	226.0	6.0	24.0	83.0	79.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0825	1.9	37.8	3.	59.6	5.	23.0	226.0	6.0	24.0	78.4	94.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0826	1.9	40.5	3.	18.0	15.	34.0	213.0	6.0	19.0	76.8	94.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0827	1.9	17.5	3.	18.4	15.	14.0	251.0	6.0	12.0	87.6	82.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0828	1.8	21.5	3.	2.3	10.	15.0	322.0	6.0	14.0	96.7	73.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0829	1.4	16.5	3.	13.5	10.	16.0	328.0	45.0	13.0	95.6	71.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0830	1.8	14.6	3.	21.4	10.	14.0	309.0	6.0	17.0	91.9	83.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0831	0.9	19.0	3.	20.9	10.	14.0	226.0	46.0	14.0	65.8	57.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0832	2.1	10.7	3.	6.3	5.	13.0	187.0	6.0	17.0	59.6	67.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0833	1.4	14.0	3.	17.0	10.	16.0	260.0	34.0	14.0	77.9	134.0	0.	0.	0	0	0	0	0	1	0	4
0834	2.3	95.4	3.	49.6	15.	60.0	767.0	6.0	33.0												

BRGM/SGN/GHY

INDR	GR01	XXXX	YYYY	AL	CA	NA	K	MG	FE	TI	P	MN
0901	UY34	338.9	74.6	10.70	4.84	2.95	1.94	1.83	3.66	0.854	4300.	690.
0902	UY35	337.1	74.7	9.87	6.40	2.34	1.90	1.96	4.07	0.697	3700.	717.
0903	UY36	339.2	74.8	10.20	5.54	2.16	1.90	1.98	4.60	0.770	4100.	742.
0904	UY37	339.4	75.0	9.27	6.15	2.28	1.69	1.75	4.13	0.844	5200.	729.
0905	UY38	340.8	76.0	10.30	0.98	3.57	3.07	0.58	1.50	0.328	2000.	424.
0906	UY39	340.9	76.0	9.57	0.84	3.12	2.84	0.64	1.61	0.328	1600.	438.
0907	UY4	336.8	73.4	11.30	4.27	3.07	2.13	2.39	4.47	1.000	5900.	824.
0908	UY40	341.2	76.1	10.20	0.95	3.47	3.09	0.59	1.52	0.325	1700.	418.
0909	UY5	337.1	73.5	10.90	3.65	3.20	2.25	2.28	4.44	0.888	4700.	783.
0910	UY6	337.1	72.6	14.30	4.23	0.73	3.74	1.70	5.83	0.534	1700.	711.
0911	UY7	337.6	73.2	11.40	10.60	0.20	3.16	2.81	3.65	0.279	1900.	471.
0912	UY8	337.5	73.6	10.70	4.79	2.89	1.90	2.21	4.60	1.100	8000.	849.
0913	UY9	337.4	73.9	12.60	1.00	3.11	4.36	1.82	4.22	0.398	1100.	1010.

	Al2O3	CaO	Na2O	K2O	MgO	Fe2O3	TiO2	P2O5	MnO
SS-1	11.00	2.45	3.00	1.14	1.55	2.73	0.403	2600.	624.
SS-2	13.20	6.73	2.77	1.15	8.27	14.00	1.060	1700.	1280.
SS-3	12.90	6.57	2.63	1.11	7.86	6.95	1.050	1700.	1240.
SS-4	12.00	4.04	2.99	1.90	4.33	4.50	0.627	2000.	865.
SS-5	11.30	2.02	3.36	2.76	1.41	2.46	0.336	2100.	539.
SS-6	11.50	2.36	3.43	2.56	0.98	2.99	0.385	2700.	725.
SS-7	11.20	1.27	3.71	2.82	0.52	1.83	0.228	2200.	446.
SS-9	13.00	2.54	3.42	3.28	1.93	3.21	0.403	2300.	688.
SS10	14.30	3.77	3.41	2.25	2.36	6.32	1.010	2000.	1050.
SS11	13.50	2.34	3.60	3.26	1.69	3.22	0.433	2400.	680.
SS12	15.00	2.57	3.16	3.50	2.17	5.01	0.686	1700.	814.
SS13	11.80	2.86	3.67	2.34	0.71	2.82	0.422	3400.	754.
SS14	13.00	5.51	2.90	2.18	2.03	5.20	0.723	3100.	1100.
SS15	13.60	4.24	3.33	2.56	1.80	5.08	0.652	3500.	1170.
SS16	14.10	4.56	3.64	2.83	2.24	4.05	0.587	2800.	870.
SS17	17.10	5.28	3.41	2.74	3.86	5.84	0.852	2600.	1090.
SS18	14.40	4.86	3.28	2.74	2.68	4.80	0.656	2600.	1030.
SS19	14.40	5.12	3.37	2.38	2.10	5.58	0.771	3400.	1320.
SS20	14.20	4.70	3.50	2.55	2.35	4.51	0.653	2700.	994.
SS21	14.40	4.94	3.46	2.47	2.46	4.30	0.705	2900.	1050.
SS22	16.40	4.93	3.03	2.62	3.79	6.83	0.963	2300.	1140.
RH-1	15.70	3.48	4.14	1.63	3.23	6.96	1.290	2400.	1170.
RH-2	13.10	4.06	3.88	0.62	2.97	5.44	1.060	2000.	891.
RH-3	10.60	14.90	2.80	1.25	8.30	4.62	0.744	2000.	827.
RH-4	10.40	15.00	2.73	1.23	8.44	4.92	0.728	2100.	928.
RH-5	8.95	18.60	2.02	1.26	10.30	4.29	0.570	1700.	858.
RH-6	10.70	15.10	2.60	1.36	8.51	5.50	0.758	2100.	1090.
RH-7	10.80	15.90	2.45	1.43	9.04	5.36	0.824	2200.	1020.
RH-8	10.40	15.40	2.48	1.28	8.93	4.65	0.868	2200.	889.
RH-9	11.70	11.30	3.06	1.17	6.25	6.68	0.964	2800.	1450.
RH10	11.20	13.20	2.86	1.35	7.65	4.92	0.721	1800.	907.
RH11	10.20	15.70	2.38	1.37	8.86	4.86	0.664	1900.	934.
RH12	12.30	11.00	3.04	1.37	5.99	8.28	0.952	2600.	1600.
RH13	12.10	12.10	3.12	1.44	7.17	5.27	0.823	2100.	963.
RH14	15.10	2.82	4.13	1.77	2.55	5.83	1.080	2800.	982.

	Be	Cr	Co	Cu	Pb	Ni	Sr	Th	Zr	V	Zn	Ag	Mo
SS-1	3.	50.8	3.0	44.4	15.0	261.0	92.4	6.00	21.00	35.0	52.0	0.	0.
SS-2	2.	320.0	3.0	33.9	5.0	220.0	168.0	6.00	21.00	164.0	82.0	30.	0.
SS-3	2.	310.0	3.0	45.1	5.0	216.0	163.0	6.00	19.00	162.0	79.0	0.	0.
SS-4	3.	171.0	3.0	21.0	5.0	126.0	114.0	6.00	13.00	90.5	58.0	0.	0.
SS-5	3.	42.1	3.0	3.8	15.0	37.0	76.1	6.00	15.00	30.0	36.0	0.	0.
SS-6	3.	30.4	3.0	16.7	15.0	26.0	95.1	6.00	23.00	31.1	41.0	0.	0.
SS-7	3.	3.4	3.0	0.8	15.0	9.0	67.9	6.00	16.00	13.6	28.0	0.	0.
SS-9	3.	69.3	3.0	6.0	10.0	47.0	107.0	6.00	17.00	36.9	53.0	0.	0.
SS10	2.	49.7	3.0	20.4	10.0	34.0	189.0	6.00	12.00	122.0	101.0	0.	0.
SS11	3.	54.4	3.0	1.2	10.0	43.0	101.0	6.00	16.00	38.4	47.0	0.	0.
SS12	3.	61.4	3.0	24.5	5.0	37.0	127.0	6.00	15.00	77.5	79.0	0.	0.
SS13	2.	18.9	3.0	8.0	10.0	13.0	133.0	6.00	21.00	32.9	31.0	0.	0.
SS14	2.	95.5	3.0	23.4	10.0	51.0	169.0	6.00	24.00	83.3	55.0	0.	0.
SS15	2.	80.3	3.0	7.9	10.0	44.0	162.0	6.00	30.00	67.5	51.0	0.	0.
SS16	2.	87.8	3.0	19.5	10.0	57.0	157.0	6.00	21.00	63.1	50.0	0.	0.
SS17	2.	141.0	3.0	17.8	20.0	62.0	487.0	6.00	12.00	123.0	96.0	0.	0.
SS18	3.	113.0	3.0	18.7	15.0	70.0	196.0	6.00	21.00	77.6	60.0	0.	0.
SS19	2.	93.6	3.0	9.8	15.0	47.0	224.0	6.00	28.00	84.0	57.0	0.	0.
SS20	2.	92.9	3.0	7.4	15.0	55.0	201.0	6.00	19.00	73.6	55.0	0.	0.
SS21	2.	99.1	3.0	10.8	15.0	60.0	256.0	6.00	22.00	84.1	63.0	0.	0.
SS22	2.	157.0	3.0	84.5	20.0	83.0	283.0	6.00	18.00	156.0	140.0	0.	0.
RH-1	2.	59.5	3.0	39.6	5.0	45.0	175.0	6.00	19.00	189.0	119.0	0.	0.
RH-2	1.	49.3	3.0	30.5	5.0	41.0	161.0	6.00	43.00	142.0	92.0	0.	0.
RH-3	1.	58.6	3.0	27.7	5.0	48.0	365.0	6.00	20.00	104.0	91.0	0.	0.
RH-4	1.	54.5	3.0	22.4	5.0	49.0	385.0	6.00	20.00	101.0	88.0	0.	0.
RH-5	1.	70.1	3.0	22.7	30.0	55.0	389.0	6.00	17.00	93.1	78.0	0.	0.
RH-6	1.	75.3	3.0	21.4	10.0	57.0	350.0	6.00	24.00	112.0	94.0	0.	0.
RH-7	1.	80.3	3.0	24.4	5.0	59.0	370.0	6.00	24.00	117.0	87.0	0.	0.
RH-8	1.	57.5	3.0	22.7	15.0	46.0	399.0	6.00	21.00	115.0	98.0	0.	0.
RH-9	1.	75.5	3.0	25.2	10.0	50.0	331.0	6.00	22.00	134.0	94.0	0.	0.
RH10	1.	51.5	3.0	18.8	5.0	43.0	365.0	6.00	17.00	108.0	93.0	0.	0.
RH11	1.	72.7	3.0	21.5	35.0	53.0	365.0	6.00	20.00	102.0	85.0	0.	0.
RH12	1.	103.0	3.0	159.0	105.0	69.0	302.0	6.00	22.00	145.0	172.0	0.	0.
RH13	1.	56.4	3.0	23.9	5.0	49.0	341.0	6.00	25.00	117.0	104.0	0.	0.
RH14	2.	46.6	3.0	31.0	30.0	45.0	224.0	6.00	14.00	95.8	117.0	0.	0.

Ces 35 derniers échantillons, mal localisés, dans les vals Savarenche (SS..) et de Rhêmes (RH..), n'ont pas été intégrés aux traitements statistiques.

Compte tenu la position de ces deux vallées, nous comparerons ces échantillons plutôt aux groupes géochimiques COMB, GNBR ou CRIS.

Ainsi nous notons des teneurs plus élevées que les seuils retenus pour les trois groupes énumérés, aux échantillons suivants:

	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	
RH12	159	105	172	103	69	seuil du groupe COMB
SS22	84,5	-	140	157	83	seuil du groupe CRIS
SS10	-	-	101	-	-	seuil du groupe CRIS

Ces deux premiers échantillons pourraient être associés aux échantillons anomaux S 0508 0597 et 0594 notés sur la carte de synthèse des anomalies Pb, Zn, Cu numéro 8.

BRGM/SGN/GHY

INDR	RE	CR	CO	CU	PB	NI	SR	TH	ZR	V	ZN	MO	AG	1	2	3	4	5	6	serie
0901	1.7	71.6	30.	36.8	25.	42.0	299.0	38.0	18.0	73.4	83.0	50.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0902	1.6	71.7	36.	44.4	40.	52.0	288.0	32.0	13.0	64.5	103.0	50.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0903	1.7	73.3	40.	64.0	40.	54.0	282.0	39.0	16.0	75.9	118.0	50.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0904	1.6	65.4	30.	53.8	65.	49.0	322.0	59.0	15.0	67.4	107.0	40.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0905	4.2	5.0	18.	8.2	10.	6.0	81.2	64.0	20.0	15.5	31.0	30.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0906	3.7	6.1	18.	2.7	10.	6.0	67.8	56.0	16.0	16.1	30.0	50.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0907	1.7	104.0	39.	59.7	50.	66.0	326.0	40.0	19.0	83.1	136.0	50.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0908	3.8	4.8	19.	5.3	10.	5.0	21.2	54.0	17.0	15.7	26.0	50.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0909	1.8	94.2	32.	57.1	45.	63.0	275.0	28.0	18.0	80.4	130.0	40.	0.	1	0	1	0	0	0	6
0910	2.5	97.4	37.	107.0	30.	77.0	181.0	25.0	10.0	131.0	184.0	40.	0.	1						

VAL D AOSTE
(ITALIE)

INVENTAIRE
DES RESSOURCES MINERALES
PROSPECTION PAR BATEES

ANNEXE II

G. MOREAU 1984

INST. DOLOMIEU

Index des abréviations de minéraux des fonds de batée utilisés dans le texte et dans l'annexe:

Minéraux utiles:

- Cas cassitérite
- Sch scheelite
- Gal galène (éventuellement cérusite ou pyromorphite)
- Cha chalcopryrite
- Ble blende
- Or ou Au or (éventuellement le mispickel).

Minéraux divers (peu courants dans les batées du Val d'Aoste):

- Ad andalousite
- Bt biotite
- Cer cérusite (noté avec la galène)
- Cin cinabre
- Dol dolomie (s.l.)
- Dt distène
- Hm hématite (noté avec la limonite)
- Le leucoxène (noté avec l'anatase)
- Mo molybdénite
- Mon monazite
- Ms mispickel (noté avec l'or)
- Pyr pyromorphite (noté avec la galène)
- Rea réalgar
- Sd sidérite
- Sl sillimanite
- Sp spinelle
- To topaze

Minéraux les plus courants:

- Py pyrite
- Ba barytine
- Tr tourmaline
- Sph ou Ss sphène
- Zi zircon
- Ap apatite
- Ru rutile
- An anatase (éventuellement leucoxène)
- Ilm ilménite
- Ma ou Mag magnétite
- Lm limonite (éventuellement l'hématite)
- Cr ou Chr chromite
- Gr grenat
- Am ou Ax amphibole
- Cl ou Chl chlorite
- Ep épidote
- Gl glaucophane

La signification des lettres composant la numérotation des batées est identique à celle utilisées pour les stream-sédiments récapitulée en début de l'annexe I.

Pour les codes se reporter au chapitre III, partie 2, en remplaçant les valeurs 1. et 2. par respectivement 0,01 et 0,03 ou 0,001 et 0,003 pour l'or.

nom	p	Yuta	Yuta *	Vol	pis	Cas	Sch	Gal	Ble	Cha	Or	minéraux divers
AR-1	0	357.60	75.31	7.0	130.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	
AR-2	1	367.50	75.24	7.0	120.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AR-4	0	361.50	75.75	30.0	270.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	
AR-5	0	362.41	75.70	13.0	350.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	Le=4
AR-6	0	351.55	77.50	17.0	210.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Le=4
AR-7	0	360.50	77.00	25.0	7.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AR10	0	368.50	72.50	32.0	1610.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	
AR11	0	366.50	72.50	21.0	220.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	
AR13	0	363.55	74.80	30.0	650.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AS-7	0	363.20	77.00	3.0	320.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AS-8	0	363.45	74.80	7.0	400.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Cin=1
AY26	3	377.00	81.00	1.0	74.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AY60	0	370.50	81.00	5.0	280.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AY62	0	377.40	81.40	6.0	250.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AY66	0	379.60	81.50	5.0	310.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
AY67	0	377.00	81.00	7.0	270.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Dt=1
AY74	0	400.20	81.00	7.0	340.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA18	0	334.37	77.50	16.0	110.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA25	0	335.38	74.80	12.0	83.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA40	3	333.22	77.37	20.0	140.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA54	0	330.75	74.50	15.0	400.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Dt=1
JA57	0	330.55	77.00	15.0	210.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA60	0	332.47	71.50	24.0	76.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA11	0	345.00	81.00	7.0	100.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA13	0	345.80	81.00	0.0	300.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Hs
JA21	0	345.60	86.00	2.5	25.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA23	0	345.60	85.00	3.0	500.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA27	0	345.70	87.00	5.5	35.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA31	4	346.50	83.00	5.0	480.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA32	1	346.60	83.00	1.0	240.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA33	0	346.50	87.00	0.0	200.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
JA-2	0	378.15	73.00	15.0	476.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
BU15	0	374.57	75.50	12.0	3.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
BU17	0	377.40	74.00	15.0	25.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
BU26	0	359.50	75.00	13.0	73.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
CI-3	0	351.60	74.50	10.0	42.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
CI-4	0	351.70	75.00	5.0	70.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
CI10	0	351.50	75.00	0.0	60.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Pyr

nom	Py	Ba	Tr	Sph	Zi	Ap	Ru	An	Ilm	Ma	Lm	Chr	Gr	Am	Chl	Ep	Gl
AR-1	3.	1.	0.	0.	2.	2.	2.	1.	2.	3.	4.	0.	5.	0.	3.	3.	0.
AR-2	1.	0.	3.	0.	0.	0.	0.	6.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
AR-4	3.	1.	0.	1.	2.	0.	1.	1.	5.	4.	3.	0.	4.	0.	0.	2.	0.
AR-5	3.	1.	0.	1.	2.	0.	0.	0.	5.	4.	3.	0.	4.	0.	0.	2.	0.
AR-6	1.	0.	0.	0.	1.	0.	0.	1.	4.	4.	0.	0.	4.	0.	0.	1.	0.
AR-7	1.	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	4.	4.	0.	0.	4.	0.	0.	0.	0.
AR10	1.	0.	1.	0.	2.	0.	0.	1.	5.	4.	2.	0.	4.	0.	0.	2.	0.
AR11	2.	1.	1.	2.	2.	1.	2.	1.	5.	4.	2.	0.	4.	0.	0.	2.	0.
AR13	3.	0.	1.	2.	2.	0.	2.	1.	5.	4.	2.	0.	4.	0.	0.	2.	0.
AS-7	2.	1.	1.	1.	2.	0.	2.	1.	4.	4.	4.	0.	4.	0.	2.	2.	0.
AS-8	3.	3.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	6.	3.	0.	0.	4.	0.	0.	3.	0.
AY26	2.	0.	0.	3.	0.	1.	0.	0.	2.	3.	0.	0.	3.	0.	0.	6.	0.
AY60	3.	0.	2.	1.	0.	1.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	3.	0.	0.	4.	0.
AY62	2.	0.	1.	2.	1.	0.	1.	0.	2.	3.	2.	0.	3.	5.	0.	5.	0.
AY66	2.	0.	1.	2.	1.	0.	2.	0.	3.	4.	0.	0.	4.	4.	0.	4.	1.
AY67	2.	0.	1.	2.	1.	0.	1.	0.	2.	3.	0.	0.	4.	4.	0.	4.	1.
AY74	2.	0.	1.	2.	1.	0.	2.	0.	3.	4.	2.	0.	3.	5.	0.	5.	0.
JA13	4.	0.	0.	3.	3.	0.	1.	0.	3.	3.	5.	0.	3.	0.	0.	4.	0.
JA25	3.	0.	0.	3.	3.	0.	1.	0.	3.	3.	5.	0.	3.	0.	0.	4.	0.
JA40	3.	0.	0.	4.	3.	0.	1.	0.	3.	2.	4.	0.	4.	0.	0.	2.	0.
JA54	3.	0.	0.	3.	3.	0.	1.	0.	3.	5.	0.	0.	5.	2.	0.	3.	0.
JA57	3.	0.	0.	3.	3.	0.	1.	0.	3.	3.	3.	0.	5.	1.	0.	5.	0.
JA60	3.	0.	0.	3.	3.	0.	1.	0.	3.	5.	0.	0.	3.	1.	0.	5.	0.
JA11	2.	0.	2.	0.	2.	2.	1.	0.	3.	3.	0.	0.	5.	0.	0.	1.	0.
JA13	1.	0.	3.	1.	2.	2.	1.	0.	5.	3.	0.	0.	5.	0.	0.	0.	0.
JA21	4.	0.	1.	2.	1.	2.	0.	0.	5.	4.	0.	0.	3.	0.	0.	1.	0.
JA23	4.	0.	0.	2.	1.	2.	0.	0.	3.	3.	0.	0.	0.	0.	0.	3.	0.
JA27	4.	0.	0.	2.	1.	0.	0.	0.	3.	5.	0.	0.	0.	0.	0.	3.	0.
JA31	4.	0.	0.	2.	1.	0.	0.	0.	4.	5.	0.	0.	2.	2.	0.	3.	0.
JA32	2.	0.	1.	0.	2.	0.	0.	0.	6.	3.	0.	0.	4.	0.	0.	1.	0.
JA33	3.	0.	0.	2.	1.	2.	0.	0.	5.	5.	0.	0.	3.	2.	0.	3.	0.
BU-2	3.	0.	0.	3.	3.	1.	1.	0.	5.	2.	0.	0.	5.	0.	0.	1.	0.
BU15	1.	0.	0.	3.	3.	0.	2.	0.	5.	2.	0.	0.	5.	0.	0.	0.	0.
BU17	1.	0.	0.	3.	3.	1.	1.	0.	4.	2.	0.	0.	6.	1.	0.	0.	0.
BU26	4.	0.	0.	3.	3.	2.	0.	0.	4.	4.	0.	0.	5.	2.	0.	2.	0.
CI-3	5.	0.	1.	2.	2.	1.	1.	0.	2.	3.	5.	0.	2.	0.	0.	2.	0.
CI-4	4.	0.	0.	2.	2.	1.	0.	0.	2.	2.	6.	0.	2.	0.	0.	0.	0.
CI10	5.	0.	1.	2.	2.	1.	1.	0.	2.	2.	5.	0.	2.	2.	0.	2.	0.

מס	ק	חומ	Yutm *	Vol	Pris	Cas	Sch	Gal	Ale	Cha	Or	mineraux divers
1011	2	354.82	77.75	17.7	45.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.
1013	3	354.50	77.72	7.7	127.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
1014	2	362.67	77.15	13.0	243.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
1013	2	367.77	77.75	13.0	647.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	0.
1027	1	363.36	74.75	7.0	457.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL-2	2	370.77	74.75	7.7	333.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL-5	1	370.55	75.72	7.7	67.	0.	0.	0.	0.	1.	0.	0.
OL-7	3	371.40	75.77	7.7	377.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL13	2	371.57	83.30	7.7	652.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL15	2	370.77	75.77	7.7	42.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL20	5	368.47	83.55	7.7	600.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL21	3	367.17	75.57	7.7	1347.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL24	5	371.37	82.52	37.0	370.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL25	2	371.35	82.57	7.7	77.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL26	1	371.59	82.32	7.7	150.	0.	0.	0.	0.	1.	0.	Le=1
OL27	3	371.27	82.57	7.7	36.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL30	2	370.40	82.10	23.0	77.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL32	1	363.65	73.37	7.7	137.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL41	2	336.30	82.70	13.0	537.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL51	3	367.10	82.72	16.7	571.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL54	2	366.70	80.77	7.7	167.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL67	2	363.30	76.47	7.7	170.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL64	2	368.52	81.30	32.7	870.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OL66	3	367.30	81.17	32.0	477.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	To=1
OL70	1	368.40	79.70	7.7	620.	0.	0.	0.	0.	1.	0.	0.
OL71	5	363.57	79.30	37.0	430.	0.	0.	1.	0.	1.	0.	0.
OL73	3	363.50	79.50	22.0	550.	0.	0.	0.	0.	1.	0.	0.
OL72	2	367.67	77.27	16.7	410.	0.	1.	0.	0.	1.	0.	Hm=2
OL79	2	367.60	77.27	16.0	430.	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.
PS-3	1	334.30	64.57	4.0	75.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PS-6	2	350.00	64.20	4.0	437.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Pyr
PS15	3	332.70	63.77	3.0	11.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PS17	1	332.70	63.77	3.0	10.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PS20	2	334.65	63.40	5.0	55.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PS23	2	335.20	63.10	3.0	23.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Sd=1
PS35	2	337.70	64.55	7.0	135.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	Hm
PS36	4	337.10	64.57	7.0	150.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	Hm
PS37	1	333.10	64.77	7.0	10.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.

מס	ק	חומ	Tr	Sph	Zi	Ap	Ru	An	Ilm	Ma	Lm	Chr	Gr	Am	Chl	Ep	Gl
1011	5.	0.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	2.	2.	5.	0.	2.	0.	0.	0.	0.
1013	5.	1.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	2.	2.	3.	0.	0.	0.	0.	1.	0.
1014	2.	0.	0.	1.	2.	0.	2.	0.	5.	3.	0.	0.	5.	0.	0.	2.	2.
1013	7.	0.	1.	2.	2.	1.	2.	4.	4.	0.	0.	5.	0.	0.	2.	1.	0.
1027	5.	0.	0.	2.	2.	2.	0.	2.	5.	0.	0.	0.	5.	0.	0.	3.	1.
OL-2	5.	0.	1.	3.	2.	0.	1.	0.	2.	3.	5.	0.	0.	1.	2.	2.	0.
OL-6	3.	0.	1.	4.	2.	0.	1.	0.	3.	3.	5.	0.	3.	0.	2.	2.	0.
OL-7	4.	0.	0.	4.	2.	0.	1.	0.	4.	3.	5.	0.	3.	1.	0.	2.	0.
OL13	3.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	6.	3.	0.	3.	3.	0.	3.	0.
OL15	2.	0.	0.	5.	1.	0.	1.	0.	4.	3.	4.	0.	3.	1.	0.	1.	0.
OL20	4.	0.	0.	4.	2.	0.	1.	1.	3.	5.	4.	0.	3.	1.	0.	1.	0.
OL21	3.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	2.	6.	3.	0.	3.	2.	0.	3.	0.
OL24	1.	0.	0.	3.	3.	0.	1.	0.	3.	3.	0.	0.	1.	0.	0.	6.	0.
OL25	0.	0.	0.	3.	3.	1.	0.	0.	3.	2.	0.	0.	2.	0.	0.	6.	0.
OL26	2.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	3.	3.	0.	0.	0.	0.	6.	0.
OL27	2.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	2.	0.	0.	3.	0.	0.	6.	0.
OL30	2.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	2.	0.	0.	3.	0.	0.	6.	0.
OL32	2.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	2.	0.	0.	3.	0.	0.	6.	0.
OL30	2.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	2.	0.	0.	3.	0.	0.	6.	0.
OL32	2.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	2.	0.	0.	3.	0.	0.	6.	0.
OL41	4.	0.	0.	4.	2.	0.	1.	0.	3.	5.	3.	0.	3.	2.	0.	3.	0.
OL50	2.	0.	1.	3.	2.	0.	1.	0.	2.	3.	0.	0.	7.	1.	0.	2.	1.
OL54	3.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	3.	3.	0.	6.	1.	3.	3.	1.
OL57	3.	0.	0.	4.	2.	0.	1.	0.	4.	3.	4.	0.	4.	0.	0.	4.	0.
OL64	4.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	5.	3.	0.	3.	2.	0.	3.	0.
OL66	3.	0.	0.	3.	1.	0.	1.	0.	3.	4.	2.	0.	5.	1.	0.	2.	1.
OL70	4.	0.	0.	3.	1.	0.	1.	0.	3.	4.	2.	0.	5.	2.	0.	3.	0.
OL71	3.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	4.	3.	0.	5.	0.	0.	4.	1.
OL73	4.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	4.	2.	0.	4.	1.	0.	3.	0.
OL73	3.	0.	0.	3.	2.	0.	1.	0.	3.	4.	2.	0.	4.	1.	0.	3.	0.
OL77	5.	0.	1.	3.	2.	0.	1.	1.	3.	4.	3.	0.	3.	1.	0.	3.	1.
PS-3	4.	1.	0.	4.	1.	0.	1.	0.	3.	3.	0.	0.	1.	2.	0.	5.	0.
PS-6	2.	1.	1.	4.	1.	0.	0.	2.	2.	2.	0.	0.	2.	0.	6.	0.	0.
PS15	0.	0.	2.	0.	2.	0.	0.	0.	0.	2.	3.	0.	0.	6.	0.	0.	0.
PS17	1.	0.	2.	0.	2.	0.	0.	0.	1.	3.	3.	0.	0.	4.	0.	0.	0.
PS20	0.	0.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	2.	6.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PS20	5.	0.	2.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.	5.	0.	0.	2.	0.	0.	0.
PS35	3.	0.	0.	1.	4.	2.	0.	0.	2.	2.	6.	0.	2.	0.	2.	0.	0.
PS36	4.	0.	0.	0.	3.	2.	0.	0.	2.	2.	5.	0.	3.	0.	4.	0.	0.
PS37	2.	0.	0.	2.	2.	0.	0.	0.	2.	3.	0.	0.	3.	0.	2.	0.	0.

מס	ק	חומ	Yutm *	Vol	Pris	Cas	Sch	Gal	Ale	Cha	Or	mineraux divers
PS38	5	333.15	64.55	7.0	110.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	Hm
PS39	1	347.15	65.70	7.0	147.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	Rea=1
RH-1	2	353.40	43.35	7.0	60.	0.	0.	0.	2.	0.	0.	0.
RH-2	2	357.57	43.57	7.0	330.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.
RH-3	2	354.20	47.75	7.0	3370.	0.	0.	2.	0.	0.	0.	Rea=1
RH-4	2	354.35	42.40	7.0	230.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.
RH-5	2	354.23	50.25	7.0	20.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Ad=2
RH-6	2	354.40	57.25	7.0	21.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
RH-7	2	353.00	52.40	7.0	330.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	Ad=1
SD-1	1	357.10	31.40	40.0	20.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SD-2	2	356.25	31.30	30.0	210.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Mon=2 dt=1 dol=2
SD-3	3	356.15	31.30	30.0	160.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	Mon=2 dol=3
SD-4	2	354.62	31.30	30.0	25.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	dol=2
SD-5	3	356.65	31.07	30.0	110.	0.	0.	2.	1.	0.	0.	0.
SD-6	4	356.22	30.35	30.0	43.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	Mon=1
SD-7	1	357.10	30.27	30.0	76.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Mon=1 dol=2
SD-8	2	357.20	30.20	30.0	53.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	dol=1
SD-9	5	357.30	30.20	30.0	13.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SD10	5	357.25	30.57	30.0	44.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Mon=1 dol=2
SD12	2	355.10	30.30	12.0	27.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	dt=1
SD13	1	355.45	30.10	12.0	52.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	dt=1
SD15	2	356.45	29.20	30.0	30.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	Mon=1
SD19	1	357.10	29.50	35.0	110.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	dt=1
SD21	2	353.40	29.70	30.0	300.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SD22	2	353.70	29.12	30.0	190.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SD24	2	352.20	29.70	30.0	75.	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.
SD26	2	359.25	29.30	7.0	310.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SD30	2	342.70	28.50	7.0	170.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	Hm
SD31	2	341.40	28.30	7.0	20.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SD32	2	343.45	27.70	7.0	510.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SD34	4	343.50	27.70	7.0	230.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SD37	2	343.60	27.30	7.0	750.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	1.
SE-1	1	344.00	27.00	7.0	170.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	Rea=1
SE-2	2	353.61	25.70	12.0	270.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-4	3	352.00	26.52	12.0	33.	0.	0.	0.	0.	0.		

noa	p	Xuta	Yuta	Vol	pils	Cas	Sch	Gal	Dle	Cha	Or	mineraux divers
SE12	2	354.67	76.50	24.0	447.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE16	4	354.77	76.17	14.0	11.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE14	2	354.77	76.27	32.0	310.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE17	1	355.10	76.17	14.0	67.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE13	4	355.32	75.72	28.0	477.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE27	5	355.67	75.75	28.0	500.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE24	1	357.20	75.75	28.0	270.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE25	4	357.55	75.55	28.0	12.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE26	1	357.72	75.67	33.0	250.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE27	5	358.37	75.55	8.0	17.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE14	2	372.50	67.30	7.0	210.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE15	1	373.70	65.50	4.0	7360.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE16	2	373.50	65.50	5.0	3320.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-1	2	360.30	57.75	7.0	710.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-2	2	359.70	55.00	7.0	50.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-3	2	352.70	57.60	7.0	30.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-4	2	360.30	51.50	7.0	130.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-5	2	367.70	47.35	7.0	210.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-6	2	363.50	43.55	7.0	160.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-7	2	367.30	42.70	7.0	50.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-8	2	360.30	42.30	7.0	110.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-9	2	361.40	43.11	7.0	70.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE10	2	350.50	43.30	7.0	30.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE11	2	360.40	44.30	7.0	30.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-2	2	394.07	39.73	3.0	54.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-3	2	325.25	32.73	13.0	110.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SE-6	4	394.50	39.35	10.0	110.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO11	2	394.37	37.77	12.0	430.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO14	1	373.75	33.35	15.0	74.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO15	3	393.55	33.10	14.0	65.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO13	2	393.40	37.47	15.0	210.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO17	3	393.10	37.20	15.0	36.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO22	2	372.67	35.22	15.0	12.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO27	2	392.50	35.11	3.0	170.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO29	2	392.35	34.37	7.0	70.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO34	2	374.57	31.47	3.0	650.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO38	2	392.90	30.32	12.0	260.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO45	3	371.74	23.70	12.0	310.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.

noa	Pz	Ca	Tr	Sph	Zi	Ap	Ru	An	Ilm	Ma	Lm	Chr	Gr	Am	Chl	Ep	Gl
SE12	5.	1.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	2.	2.	5.	0.	2.	0.	0.	1.	0.
SE16	5.	1.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	2.	2.	5.	0.	2.	0.	0.	1.	0.
SE14	5.	1.	0.	1.	2.	0.	1.	0.	2.	1.	4.	0.	1.	0.	0.	0.	0.
SE17	5.	1.	0.	1.	2.	0.	1.	0.	2.	2.	4.	0.	2.	0.	0.	0.	0.
SE13	5.	1.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	2.	2.	5.	0.	1.	0.	0.	1.	0.
SE27	5.	1.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	2.	3.	5.	0.	1.	0.	0.	1.	0.
SE24	5.	1.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	2.	2.	5.	0.	2.	0.	0.	0.	0.
SE25	2.	0.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	4.	2.	4.	0.	4.	0.	0.	4.	0.
SE26	5.	1.	0.	1.	2.	0.	2.	1.	2.	3.	3.	0.	3.	0.	0.	1.	0.
SE27	2.	0.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	4.	3.	4.	0.	4.	0.	0.	4.	0.
SE14	1.	0.	0.	1.	2.	0.	1.	0.	3.	4.	0.	0.	5.	2.	3.	4.	0.
SE15	1.	0.	0.	1.	1.	0.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	5.	3.	0.	4.	2.
SE-1	2.	0.	0.	1.	1.	0.	2.	0.	2.	3.	0.	0.	5.	0.	0.	2.	0.
SE-2	4.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	6.	2.	0.	2.	0.
SE-3	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	6.	2.	0.	2.	0.
SE-4	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	6.	2.	0.	2.	0.
SE-5	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	3.	0.	0.	6.	2.	0.	2.	0.
SE-6	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	3.	0.	0.	7.	0.	0.	2.	0.
SE-7	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	3.	0.	0.	6.	2.	0.	3.	0.
SE-8	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	6.	2.	0.	2.	0.
SE-9	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	6.	2.	0.	2.	0.
SE10	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	4.	0.	0.	5.	2.	0.	2.	0.
SE11	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	2.	3.	0.	0.	5.	2.	0.	2.	0.
TO-2	3.	0.	0.	0.	1.	0.	1.	0.	3.	4.	0.	0.	3.	1.	0.	5.	0.
TO-3	4.	0.	0.	0.	3.	0.	1.	0.	3.	4.	0.	0.	3.	1.	0.	5.	0.
TO-6	5.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	5.	4.	0.	0.	2.	2.	0.	5.	0.
TO11	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	3.	4.	0.	0.	5.	2.	0.	4.	0.
TO14	3.	0.	0.	0.	3.	0.	1.	0.	3.	5.	0.	0.	3.	2.	0.	5.	0.
TO15	3.	0.	0.	0.	3.	0.	1.	0.	3.	3.	0.	0.	4.	2.	0.	5.	0.
TO13	2.	0.	0.	0.	2.	0.	2.	0.	3.	4.	0.	0.	4.	2.	0.	5.	0.
TO17	3.	0.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	3.	4.	0.	0.	5.	2.	0.	3.	0.
TO22	4.	0.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	4.	3.	0.	0.	2.	1.	0.	3.	0.
TO27	2.	0.	0.	0.	2.	0.	0.	0.	3.	4.	0.	0.	4.	1.	0.	5.	0.
TO29	2.	0.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	3.	5.	0.	0.	4.	2.	0.	4.	0.
TO34	2.	0.	0.	0.	2.	0.	0.	0.	3.	5.	0.	0.	5.	1.	0.	5.	0.
TO38	2.	0.	0.	0.	2.	0.	1.	0.	3.	5.	0.	0.	4.	2.	0.	5.	0.
TO45	2.	0.	0.	0.	2.	0.	0.	0.	3.	5.	0.	0.	4.	1.	0.	4.	0.

noa	p	Xuta	Yuta	Vol	pils	Cas	Sch	Gal	Dle	Cha	Or	mineraux divers
TO46	2	391.35	27.70	12.0	420.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TO54	2	391.35	25.25	12.0	750.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
TO56	2	391.50	22.70	13.0	130.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
TR11	2	383.30	77.30	13.0	450.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
VA12	2	374.30	46.50	4.0	1650.	*	0.	2.	0.	0.	0.	0.
VA13	2	374.50	47.40	5.0	1230.	*	0.	2.	0.	0.	0.	0.
VF-1	1	349.60	32.35	7.0	240.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VF-2	2	349.30	32.30	7.0	290.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VF-3	5	342.20	31.20	7.0	620.	*	0.	2.	0.	0.	0.	0.
VF-4	2	347.10	29.30	7.0	150.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VF-5	2	345.20	23.65	7.0	710.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VF-6	2	344.20	23.10	7.0	5.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VF-7	1	342.30	28.20	7.0	130.	*	0.	1.	0.	2.	0.	0.
VF-8	2	341.75	25.45	7.0	10.	*	0.	0.	1.	0.	0.	0.
V532	2	409.20	76.30	7.0	360.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V533	4	409.30	76.10	5.0	120.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V542	5	402.20	76.60	5.5	100.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V551	2	410.40	55.50	13.0	950.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V554	3	410.60	65.50	13.0	1790.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V555	3	410.60	64.30	5.0	370.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V557	3	408.00	72.40	7.0	290.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V560	2	403.30	72.15	3.0	100.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V562	4	408.00	69.60	5.0	310.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V564	2	408.00	70.00	5.0	310.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V568	1	403.40	70.70	5.0	250.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V569	2	403.10	72.20	12.0	160.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V571	3	409.60	69.50	7.0	360.	*	0.	0.	1.	0.	0.	0.
V573	2	414.80	62.50	5.0	310.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V578	3	412.20	67.30	7.0	910.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V580	2	414.40	63.50	7.0	1740.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
V586	3	411.50	60.30	12.0	260.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VH-2	3	369.60	47.70	5.0	340.	*	0.	3.	0.	0.	0.	0.
VH-6	2	369.90	48.50	3.0	410.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.
VH-7	2	370.20	49.20	7.0	550.	*	0.	2.	0.	0.	0.	0.
VH-9	2	371.50	51.40	5.0	1690.	*	0.	3.	0.	0.	0.	0.
VH-3	2	389.35	31.01	15.0	330.	*	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VH11	2	391.70	32.10	12.0	32.	*	0.	1.	0.	0.	0.	0.

noa	Pz	Ca	Tr	Sph	Zi	Ap	Ru	An	Ilm	Ma	Lm	Chr	Gr	Am	Chl	Ep	Gl
TO46	2.	0.	0.	2.	2.	0.	1.	0.	3.	4.	1.	0.	4.	0.	0.	5.	0.
TO54	2.	0.	0.	2.	2.												

VAL D'AOSTE
ITALIE

PROSPECTION GEOCHIMIQUES
COMPARAISON

ANNEXE III

INST. DOLOMIEU

COMPARAISON D'ANALYSE ENTRE LABORATOIRE
DU B.R.G.M. ET DE BARINGER-MAGENTA (CANADA)
Guy MOREAU 1984

Trente échantillons ont été analysés par les deux laboratoires. Le laboratoire Baringer (BM) avait analysé les échantillons dans le cadre de la prospection générale du Val d'Aoste. Les analyses ont été réparties en six séries s'étalant de février 1980 à novembre 1982, ce qui nous avait permis de mesurer la stabilité des mesures sur quelques échantillons (cf. thèse p. 37). Le B.R.G.M. a analysé les échantillons en avril 1984 dans le but de comparer les résultats et de confirmer certaines anomalies, notamment l'absence d'Ag avec les fortes teneurs en Pb.

Les conditions d'analyses sont donc légèrement différentes, mais elles ne devraient pas influencer les résultats, sauf à considérer les éventuelles améliorations de la méthode testée (ICP dans les deux cas, mais extraction par attaque au seul acide fluorhydrique chez BM).

Si on excepte l'inversion, qui paraît systématique, de deux échantillons (OL4T et OL35 ; -quand ?-), les résultats des analyses sont dans l'ensemble tout à fait comparables. Cependant, nous constatons un léger surdosage du BRGM par rapport à BM, excepter pour le P205 et Sr. Un seul élément, Zr, présente une mauvaise corrélation entre les résultats des deux laboratoires, avec en plus un facteur 20, qui peut être attribué à l'étalonnage des laboratoires. Les diagrammes binaires présentés visualisent cela.

Le test sur douze échantillons, que nous avons effectué au cours des différentes analyses chez BM, montrait pour le Zr des variations de plus de 10 % dans la gamme de teneurs obtenue. Cependant, globalement, il semblait que les résultats étaient cohérents avec la géologie. Les variations obtenues chez BRGM sont difficiles à expliquer, car mesurées sur des échantillons isolés de leur contexte. Cependant, la variation constatée entre BA-5, BA-6 et BA35 paraît moins cohérente, car dans le même contexte, mais il ne s'agit plus de la même échelle de teneur.

Le problème de Ag et Mo, et plus particulièrement de Ag, qui paraissent anormalement absents des analyses, croyait-t-on à cause d'un seuil de détection trop élevé, reste après les résultats du BRGM.

En ce qui concerne les autres éléments que seul le BRGM analyse, on ne peut que constater, par cette comparaison, qu'ils confirment la présence d'anomalies, notamment celle de la région de Chaz Duraz près de La Thuile, pour As. Sb.

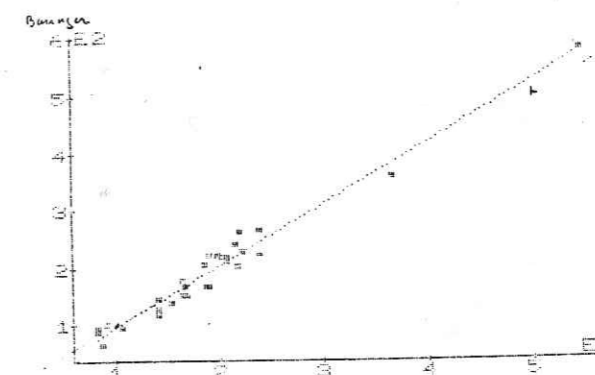
CONCLUSION

Horis le problème du Zr, les deux laboratoires se tiennent. Cependant, le BRGM présente l'avantage de déterminer plus d'éléments, notamment Sb, As, B, Bi, ... qui font partie du cortège habituel des gîtes minéralisés.

Pour tous les diagrammes les résultats du BRGM sont en abscisse.

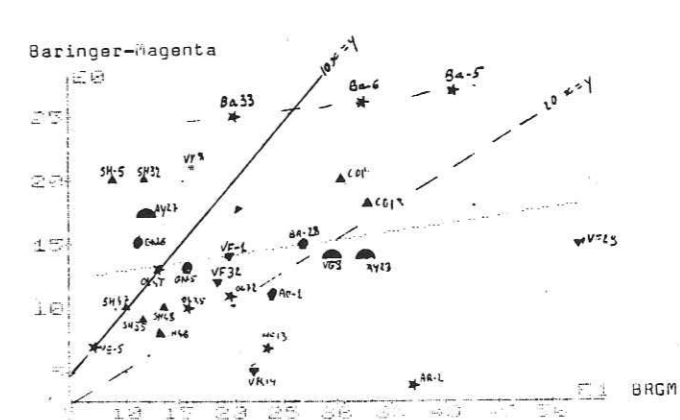
Sr

COEFFICIENTS ARE A=-9.9109872 B=1.08746136
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .949360207
COEFFICIENT OF CORRELATION = .974351173
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 22.2075543



Zr

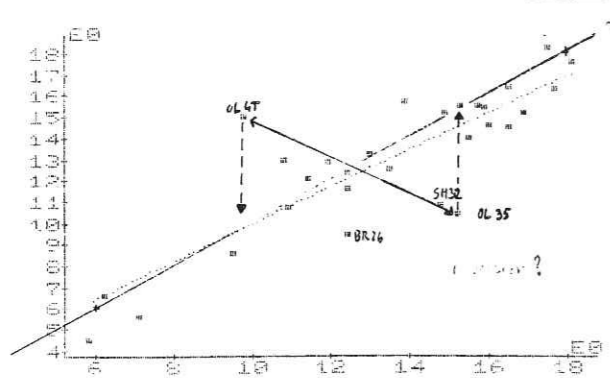
COEFFICIENTS ARE A=11.7101937 B=-.0121140719
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .047759075
COEFFICIENT OF CORRELATION = .212538488
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 5.9410705



Série d'Analyse
chez Baringer
1 ○
2 *
3 ▲
4 ▼
5 ●
6 □

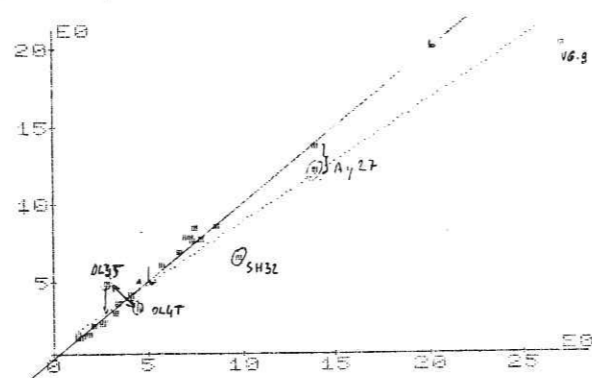
Al₂O₃

COEFFICIENTS ARE A=1.23996575 B=.87191628
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .728648254
COEFFICIENT OF CORRELATION = .853608759
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 1.82377432



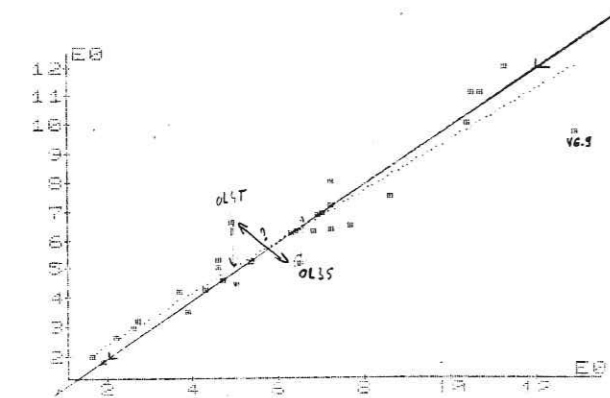
MgO

COEFFICIENTS ARE A=.843720854 B=.792008677
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .94525161
COEFFICIENT OF CORRELATION = .972240511
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 1.06049649



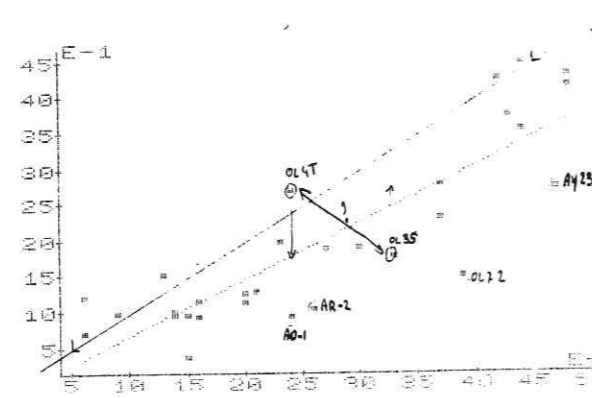
Fe₂O₃

COEFFICIENTS ARE A=.643572281 B=.880629142
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .91173162
COEFFICIENT OF CORRELATION = .954846386
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = .813936415



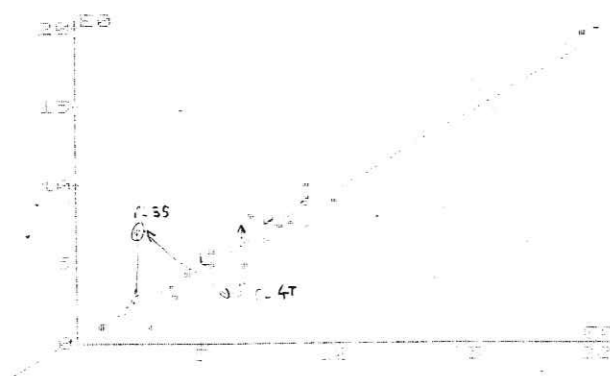
K₂O

COEFFICIENTS ARE A=-.132194742 B=.78889466
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .733863921
COEFFICIENT OF CORRELATION = .856495138
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = .6457438



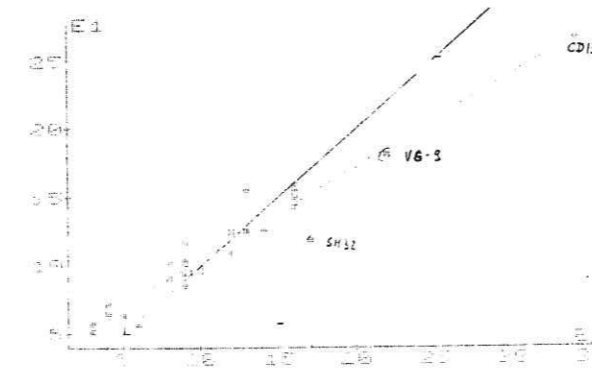
CaO

COEFFICIENTS ARE A=.10798189 B=.763618276
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .870488083
COEFFICIENT OF CORRELATION = .93297981
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 1.37739331



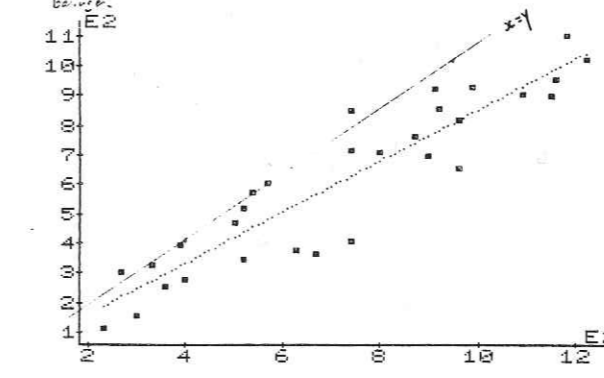
MnO

COEFFICIENTS ARE A=.365646508 B=.674470081
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .97182654
COEFFICIENT OF CORRELATION = .96800587
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 11.97611



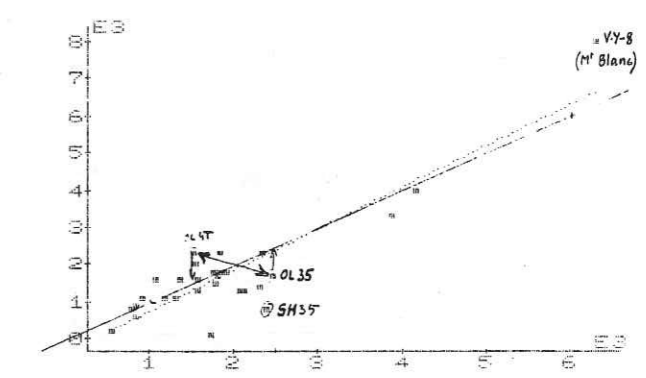
TiO₂

COEFFICIENTS ARE A=-13.2992449 B=.862382994
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .85235934
COEFFICIENT OF CORRELATION = .923233091
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 109.570925



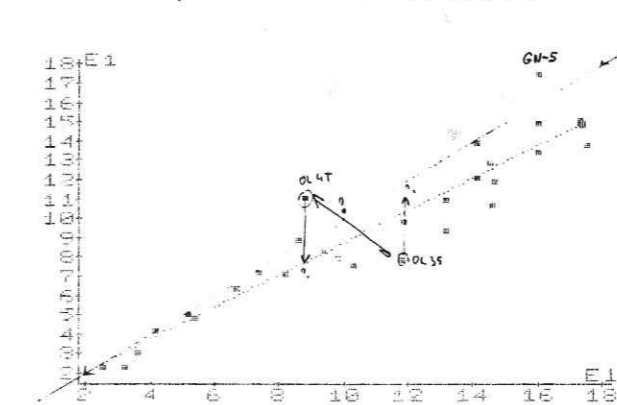
P₂O₅

COEFFICIENTS ARE A=-379.689837 B=1.11247964
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .600744634
COEFFICIENT OF CORRELATION = .894643358
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 848.156014



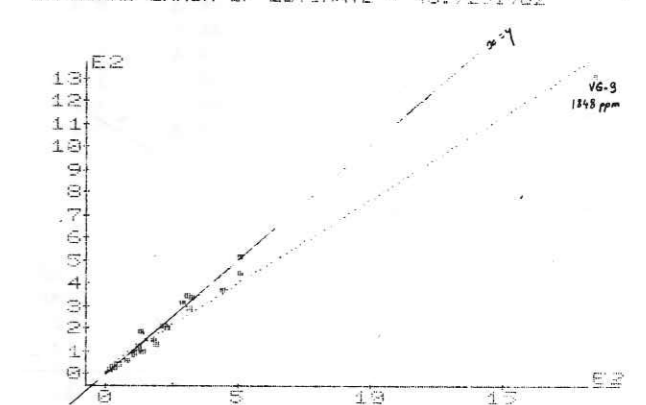
V

COEFFICIENTS ARE A=3.9728779 B=.835029637
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .898802226
COEFFICIENT OF CORRELATION = .948051806
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 13.6037303



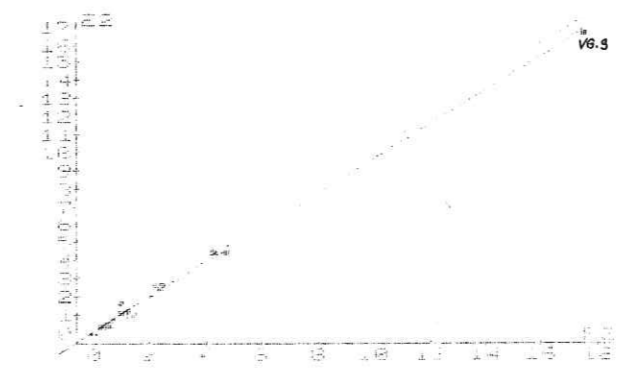
Cr

COEFFICIENTS ARE A=30.7113038 B=.732354499
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .970485756
COEFFICIENT OF CORRELATION = .989132055
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 43.7201962



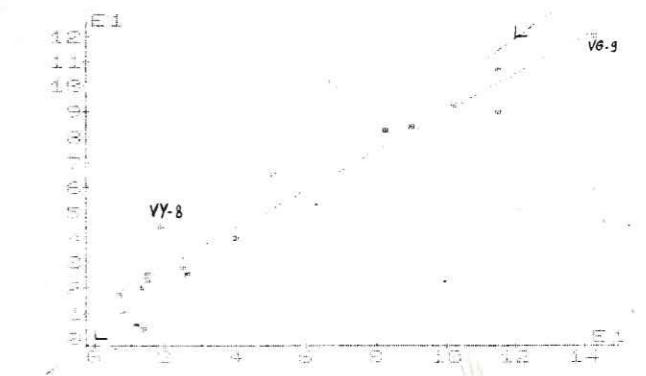
Ni

COEFFICIENTS ARE A=10.1892301 B=.951203838
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .995031202
COEFFICIENT OF CORRELATION = .997512507
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 22.941769



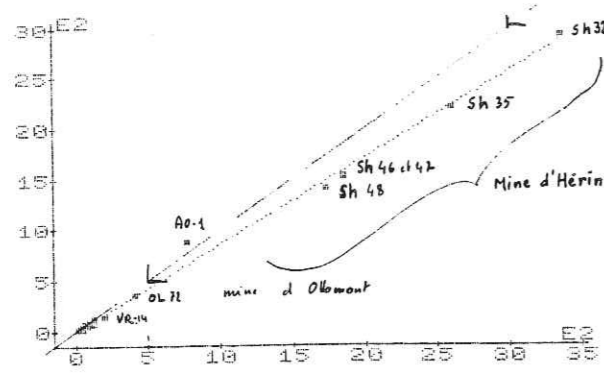
Co

COEFFICIENTS ARE A=12.7155942 B=.773990808
COEFFICIENT OF DETERMINATION = .92599323
COEFFICIENT OF CORRELATION = .968643679
STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 10.056697



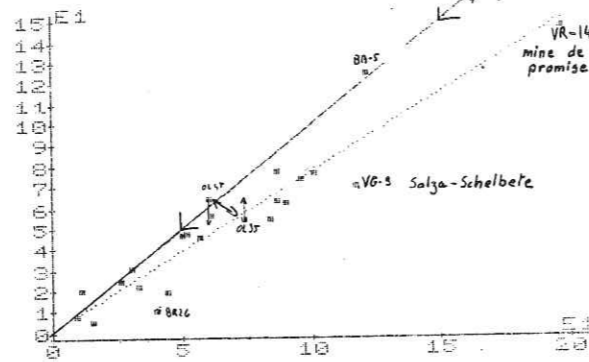
Cu (30 échantillons)

COEFFICIENTS ARE A=-1.4081092 B=.854021902
 COEFFICIENT OF DETERMINATION = .99378633
 COEFFICIENT OF CORRELATION = .997890951
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 49.3881651



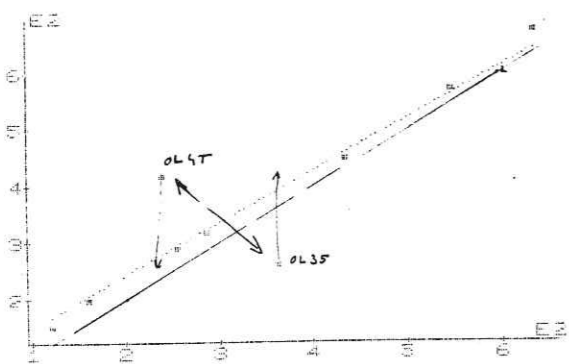
Cu (échantillons inf. à 200 ppm)

COEFFICIENTS ARE A=1.15850899 B=.761992413
 COEFFICIENT OF DETERMINATION = .98671281
 COEFFICIENT OF CORRELATION = .941854294
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 12.0527644



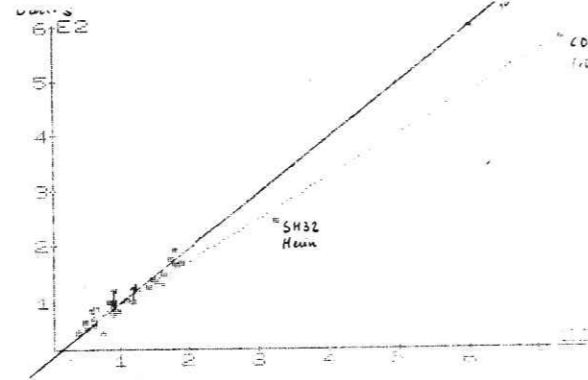
Ba

COEFFICIENTS ARE A=59.8277049 B=.912924154
 COEFFICIENT OF DETERMINATION = .841390992
 COEFFICIENT OF CORRELATION = .917273674
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 73.4364193



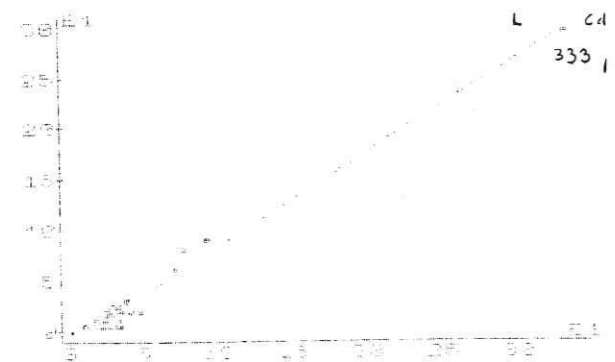
Zn

COEFFICIENTS ARE A=19.8372194 B=.750635603
 COEFFICIENT OF DETERMINATION = .97520548
 COEFFICIENT OF CORRELATION = .987524924
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 15.7057102



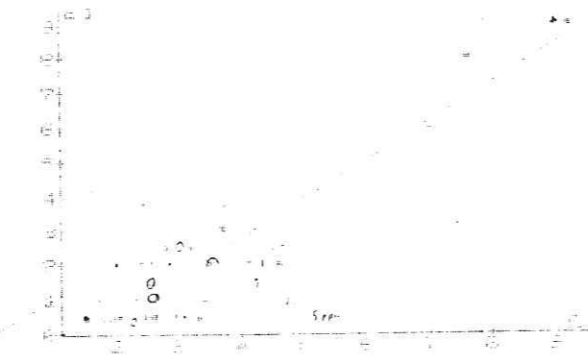
Pb (30 échantillons)

COEFFICIENTS ARE A=10.2975867 B=.930184018
 COEFFICIENT OF DETERMINATION = .97478741
 COEFFICIENT OF CORRELATION = .96821844
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 5.52822704



Pb (échantillons inf. à 100 ppm)

COEFFICIENTS ARE A=17.4084708 B=.118182901
 COEFFICIENT OF DETERMINATION = .89155192
 COEFFICIENT OF CORRELATION = .928922747
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE = 8.7005963



TABEAU DE COMPARAISON
 ENTRE LABORATOIRES D'ANALYSE

	AL203	B.M.	Fe203	B.M.	CaO	B.M.	MgO	B.M.	Zn	B.M.	MnO	B.M.
	BRGM		BRGM		BRGM		BRGM		BRGM		BRGM	
AO-1	14.9	15.2	7.2	7.99	6.9	7.9	6.	6.85	2.4	.921	.13	.154
AR-2	9.5	8.58	3.9	3.48	7.8	6.48	1.1	1.32	2.6	1.03	.05	.0633
AY23	16.5	15.4	5	4.45	3.8	3.49	2.7	2.31	4.7	2.72	.1	.0978
27AY	12.4	12.4	7.2	7.2	9	9.18	13.9	13.7	2	1.25	.16	.158
AY27	12.4	11.6	7.2	6.34	9	7.35	13.9	12.1	2	1.13	.16	.142
BA-5	17.5	18.3	4.6	5.05	2.3	2.61	2.1	2.09	4.8	4.3	.09	.103
BA-6	13.9	15.7	3.7	4.2	5.4	5.72	4.1	4.11	4.3	3.74	.08	.101
BA33	11.4	12.1	4.6	6.31	7.5	6.4	5.7	6.01	2.3	1.97	.09	.116
BR26	12.4	9.48	4.3	4.26	19.5	19.6	3.2	2.99	1.3	1.52	.03	.0508
BR28	15.5	14	6.4	6.28	4.5	4.23	4.1	3.93	2.7	1.87	.09	.0937
CD13	15.9	15.4	7	6.95	-1	.496	1.5	1.48	3.7	2.77	.34	.266
CD14	16.5	13.5	7.7	6.49	-1	.383	1.9	1.59	3.7	2.31	.06	.0549
GN-5	13.5	12.5	6.3	6.2	7.5	7.57	7.8	7.62	2.1	1.27	.16	.153
ME13	6.2	-6.59	2.7	3.17	9	9.97	1.3	1.48	.6	1.19	.04	.0713
ME-5	7.1	5.63	2.2	2.65	7.7	7.78	1.2	1.25	.9	.98	.04	.064
OL4T	9.8	15	4.9	6.58	6.5	3.06	4.5	3.14	2.4	2.69	.09	.101
OL35	15.2	10.4	6.5	5.16	2.6	6.99	2.8	4.82	3.3	1.76	.09	.102
OL72	15.7	15.5	6.8	6.32	8.9	8.79	3.4	3.5	3.9	1.48	.16	.148
UF-1	13	13.2	2.6	2.92	1.1	.875	1.3	1.27	4.8	4.14	.08	.0899
UF32	10.8	13	1.9	1.78	3	.836	-1	.49	4.4	4.48	.03	.0507
UF32	11.9	12.9	1.6	1.98	-1	.707	-1	.842	4.2	4.25	.04	.0647
UG-9	5.8	4.45	12.9	9.73	4	2.89	27	20.4	1.5	.356	.22	.18
UR14	18.1	17.6	6.9	6.85	1.2	1.04	2.7	2.32	4.4	3.52	.1	.0942
UY-8	10.9	10.7	4.7	4.6	5.4	4.79	2.6	2.21	3	1.9	.09	.0849
SH32	14.8	10.8	8.6	2.48	6.7	4.77	9.8	6.47	1.6	1.16	.17	.118
SH35	15.9	15.4	11.3	12	7.6	7.34	7	7.24	1.5	.97	.12	.127
SH46	15.3	15.5	10.7	11.1	8	7.4	7.5	8.41	1.4	1.01	.12	.123
SH47	16.9	15.2	10.5	11.1	8.4	7.76	7.2	7.82	1.4	.94	.13	.124
SH48	16	14.6	10.4	10	8.4	7.6	7.4	7.59	1.6	.93	.14	.125
SH-5	17.7	16.3	0	51.4	10.1	9.04	8.6	8.48	.6	.68	.12	.109

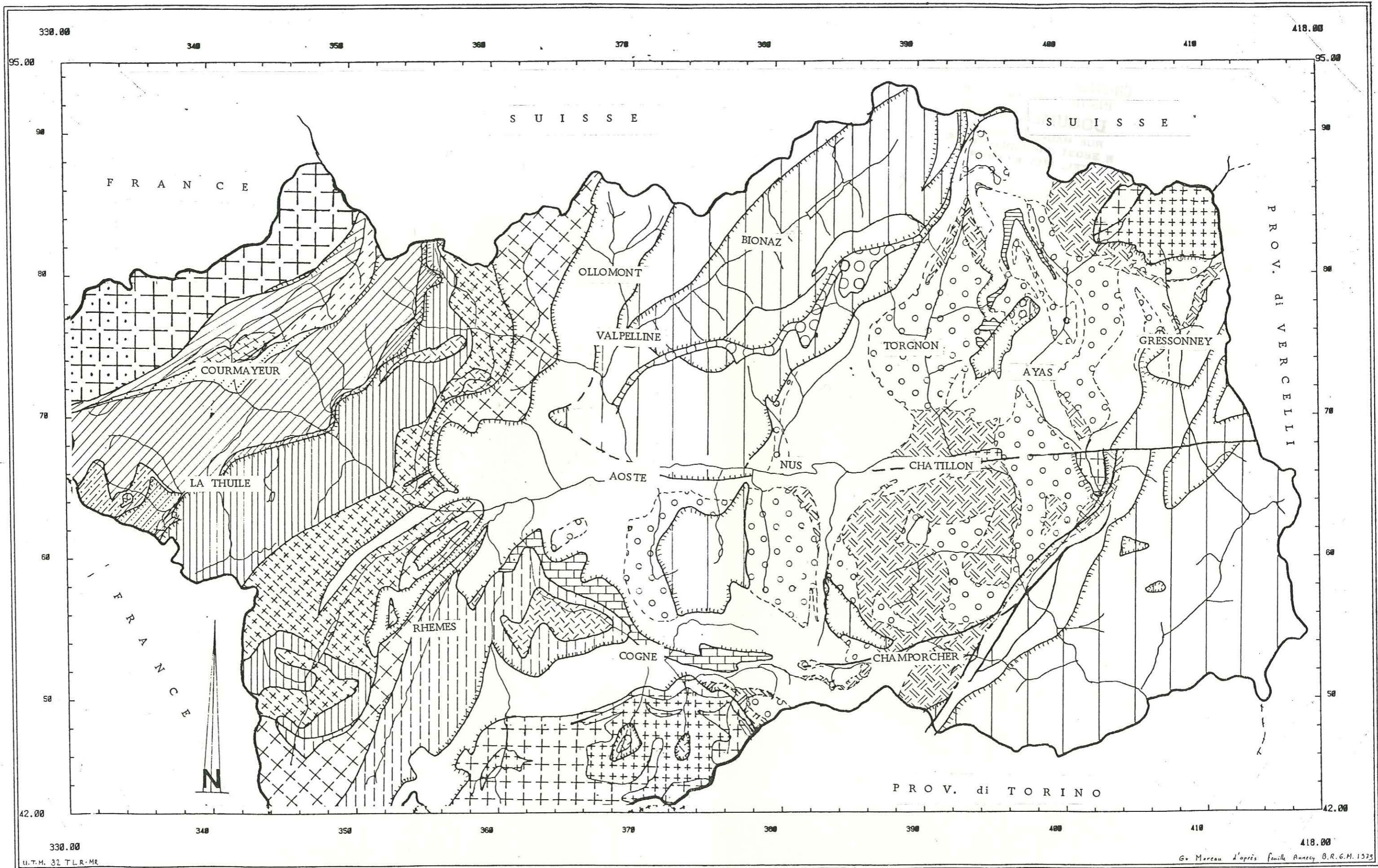
	TiO2	B.M.	P2O5	B.M.	Cr	B.M.	Co	B.M.	Ni	B.M.	Cu	B.M.
	BRGM		BRGM		BRGM		BRGM		BRGM		BRGM	
AO-1	.92	.852	1572	1600	295	313	51	65	243	262	772	875
AR-2	.52	.343	1830	1700	41	32.8	-5	-3	27	28	33	22.1
AY23	.74	.709	1842	1800	83	60.3	7	17	49	49	57	45.9
27AY	.87	.846	1314	1100	509	516	40	35	424	443	87	77.2
AY27	.87	.76	1314	1100	509	438	40	40	424	456	87	82.9
BA-5	.54	.572	1932	1800	42	28.6	-5	-3	25	24	122	125
BA-6	.52	.515	1757	1800	32	28	-5	-3	19	26	52	47.1
BA33	.57	.602	1383	1600	309	348	17	-3	214	256	50	46.1
BR26	.4	.278	1849	2300	122	120	8	10	94	104	40	12.5
BR28	.98	.923	2337	2300	104	93.2	13	20	68	73	44	19.3
CD13	.9	.888	4177	4200	103	81.2	15	25	61	53	90	73.6
CD14	.96	.852	1350	3300	143	97.2	15	23	69	54	84	54.3
GN-5	.91	.922	1558	2022	327	333	26	25	232	238	61	56.3
ME13	.3	.153	1095	1600	46	42.3	-5	-3	30	43	31	30.8
ME-5	.23	.108	942	1100	36	35	-5	-3	26	37	28	24.9
OL4T	.63	.374	1523	2300	194	127	13	-3	142	102	60	63.7
OL35	.67	.363	2473	1700	134	183	16	-3	93	160	14	54
OL72	.74	.403	1903	1500	164	141	23	-3	115	117	47	362
UF-1	.39	.391	1183	1100	19	13.1	-5	-3	-10	52	11	20.1
UF32	.33	.324	852	600	20	22	-5	-3	14	-1	15	4.8
UF32	.27	.323	877	900	11	16.7	-5	3	-10	20	9	8.2
UG-9	.36	.251	789	800	1849	1310	142	12	1751	1550	117	20.6
UR14	.96	.815	1534	1700	107	78.9	14	3	53	38	190	145
UY-8	11.8	11.1	6257	8000	112	95	19	44	64	71	101	76
SH32	.8	.728	1149	1100	441	313	115	90	468	438	332	2300
SH35	11.22	11.23	2426	3200	222	209	118	107	128	120	2620	2220
SH46	11.09	9	2011	1700	225	209	90	84	118	121	1948	1530
SH47	11.16	9.52	2310	1400	217	205	93	83	117	117	1860	1520
SH48	11.15	8.94	2113	1300	236	222	102	93	130	115	1729	1420
SH-5	13	12.1	337	300	313	291	25	28	129	121	90	82.5

	Sr		Pb		U		Zn		Ag		Zr	
	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.
AO-1	219	264	21	-5	141	139	112	102	-2	-5	238	11
AR-2	190	169	34	10	54	48.4	64	70	-2	-5	370	4
AY23	239	224	24	20	98	79.8	93	79	-2	-5	326	14
27AY	166	178	15	-5	160	149	92	93	-2	-5	120	17
AY27	166	152	15	5	160	134	92	83	-2	-5	120	17
BA-5	191	221	70	60	74	72.1	179	193	-2	-5	322	26
BA-6	199	223	46	20	67	63.6	85	99	-2	-5	406	27
BA33	216	241	29	5	86	89	68	85	-2	-5	202	25
BR26	545	580	33	-5	82	70.5	95	83	-2	-5	112	15
BR28	167	166	20	-5	145	128	92	82	-2	-5	266	15
CD13	106	95.4	76	80	119	98.5	164	149	-2	-5	329	18
CD14	87	64.3	333	295	132	93.2	732	578	-2	-5	304	20
GN-5	187	205	18	-5	160	175	91	100	-2	-5	156	13
ME13	239	265	23	10	52	50.1	60	82	-2	6	233	8
ME-5	207	217	25	5	42	41.3	50	63	-2	6	69	7
OL4T	155	138	26	20	88	111	91	120	-2	-5	132	13
OL35	141	144	26	5	118	78.3	120	99	-2	-5	158	10
OL72	189	169	25	15	147	119	148	138	-2	-5	198	11
UF-1	92	99.8	28	25	36	30.5	54	50	-2	-5	196	14
UF29	142	117	41	20	32	22.5	76	42	-2	-5	523	15
UF32	82	93.4	26	15	25	23.1	40	41	-2	-5	187	12
UG-9	84	88.7	35	20	103	75.8	89	74	-2	-5	292	14
UR14	143	125	32	25	141	121	180	164	-2	-5	219	5
UY-8	368	360	92	90	94	83.3	174	176	-2	-5	162	21
SH32	170	153	17	10	146	107	325	244	-2	-5	118	20
SH35	224	220	-10	5	173	151	190	170	-2	-5	116	9
SH46	208	211	-10	-5	173	149	154	136	-2	-5	132	8
SH47	221	227	-10	-5	174	148	142	126	-2	-5	137	12
SH48	217	202	24	5	175	138	160	130	-2	-5	182	10
SH-5	206	215	37	30	132	110	65	56	-2	-5	88	20

	Ba		Mo		Be		Cd		Th		As		Sb	
	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.	BRGM	B.M.
AO-1	138	0	-5	-30	-2	.4	-2	-7	0	40	31	-2	-2	
AR-2	256	289	-5	-30	-2	1.2	-2	9	0	-6	33	-2	-2	
AY23	523	0	-5	40	-2	2	-2	-7	0	19	-20	-10	-10	
27AY	125	0	-5	-30	-2	.3	-2	-7	0	20	-20	-10	-10	
AY27	125	0	-5	-30	-2	.8	-2	-7	0	-6	-20	-10	-10	
BA-5	635	672	-5	40	-2	3.8	-2	-7	0	-6	-20	-10	-10	
BA-6	546	567	-5	60	-2	2.2	-2	17	0	-6	-20	-10	-10	
BA33	286	315	-5	40	-2	1.3	-2	27	0	-6	-20	-10	-10	
BR26	225	0	-5	-30	-2	.6	-2	-7	0	64	-20	-10	-10	
BR28	416	0	-5	-30	-2	.9	-2	-7	0	45	55	-2	-2	
CD13	584	0	-5	-30	-2	3	0	-7	0	23	28	-2	-2	
CD14	565	0	-5	-30	-2	2.5	5	-7	0	14	152	-2	-2	
GN-5	167	0	-5	-30	-2	1.1	-2	-7	0	18	-20	-10	-10	
ME13	162	166	-5	-30	-2	1.2	-2	10	0	32	21	-2	-2	
ME-5	119	151	-5	-30	-2	1	-2	10	0	32	-20	-10	-10	
OL4T	239	416	-5	-30	-2	2.3	-2	8	0	-6	-20	-10	-10	
OL35	361	259	-5	50	-2	1.6	-2	14	0	-6	27	-10	-10	
OL72	433	246	-5	30	-2	2.5	-2	19	0	-6	31	-10	-10	
UF-1	412	0	-5	-30	3	3.5	-2	-7	0	28	27	-10	-10	
UF29	373	0	-5	-30	-2	4	-2	-7	0	60	29	-10	-10	
UF32	382	0	-5	-30	-2	3.4	-2	-7	0	26	-20	-10	-10	
UG-9	87	0	-5	-30	-2	.4	3	-7	0	-6	52	-10	-10	
UR14	816	0	-5	-30	-2	2.6	-2	-7	0	5	62	-10	-10	
UY-8	797	0	-5	50	-2	1.7	-2	-7	0	61	48	-10	-10	
SH32	134	0	-5	-30	-2	1.7	-2	-7	0	4	34	-10	-10	
SH35	84	0	-5	-30	-2	.9	-2	-7	0	8	11	-10	-10	
SH46	83	0	-5	-30	-2	.9	-2	-7	0	8	24	-10	-10	
SH47	77	0	-5	-30	-2	.9	-2	-7	0	8	24	-10	-10	
SH48	183	0	-5	-30	-2	.9	-2	-7	0	-6	-20	-10	-10	
SH-5	36	0	-5	-30	-2	1.4	-2	-7	0	-6	-20	-10	-10	

31 JAN 1982

UNIVERSITE DE BRUXELLES
 INSTITUT DE GEOLOGIE
 DOCUMENTATION
 RUE MARCEL-CHAMBRÉ
 1050 BRUXELLES
 TEL. (02) 53 48 48



330.00
U.T.M. 32 T.L.R.-MR

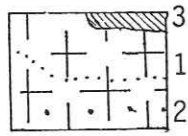
INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 1

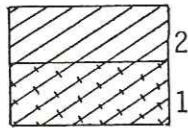
G. Moreau d'après feuille Ancecy B.R.G.M. 1523

LÉGENDE DE LA CARTE N° 1 (GÉOLOGIQUE)

Zones externes:

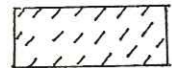


Massif du Mont-Blanc
 1-socle: granite et gneiss.
 2- " ; micaschistes.
 3-tégument sédimentaire: calcaire sableux et sable.

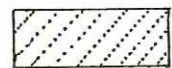


Hélvétique et Ultrahélvétique
 1- socle: granitoïde du Mont-Chétif
 2- Gypse, cargneule, calcaire, schistes noirs, calcaire argileux.

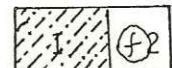
Zone valaisane:



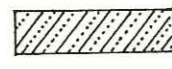
Unité du Ferret gypse, schistes argileux, cargneules schistes noirs, calcaire et grès.



Ecaille de Moûtiers schistes noirâtres, grès, grès grossiers, quartzites.



Unité de Versoyen
 1- socle: leptinites.
 2- couverture: schistes noirs.



Unité du Petit St Bernard--calcschistes à belemnites.



Brèche de Tarentaise schistes noirs, conglomérats, calcaires sableux et calcschistes.



Unité des cols schistes noirs, grès carbonifères, quartzites et dolomies.

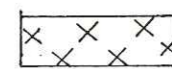
Zones Briançonnaises:



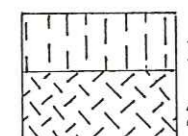
Houiller axial grès à veines charbonneuses, schistes noirs, grès calcaires, conglomérats, dolomie, calcaire et gypse.



Zone du Rutor Grand-St Bernard micaschiste à deux micas, orthogneiss.

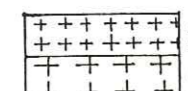


Briançonnais interne gneiss albitique et chloriteux.

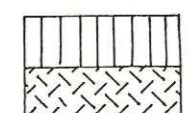


Massif de Valsavarenche
 1- Houiller polymétamorphique, gneiss et micaschistes albitiques à passées charbonneuses.
 2- Laccolite de granodiorite.

Zones penniques internes:



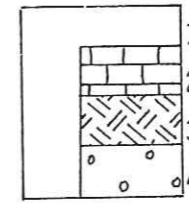
Massifs du Grand-Paradis et du Mont-Rose
 1- gneiss œillés.
 2- gneiss "minuti".



Complexe de Valnontey
 1- socle: granite.
 2- Houiller monométamorphique, micaschistes.

Domaine Piémontais:

Zones interne et externe

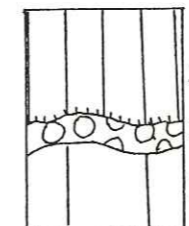


1-schistes lustrés indifférenciés.
 2-calcaire et marne liasiques.
 3-serpentinites.
 4-amphibolites, prasinites.



Ecailles triasiques
 - cipolins, marbres.

Zones Sesia-Lanzo et klippe austro-alpines:

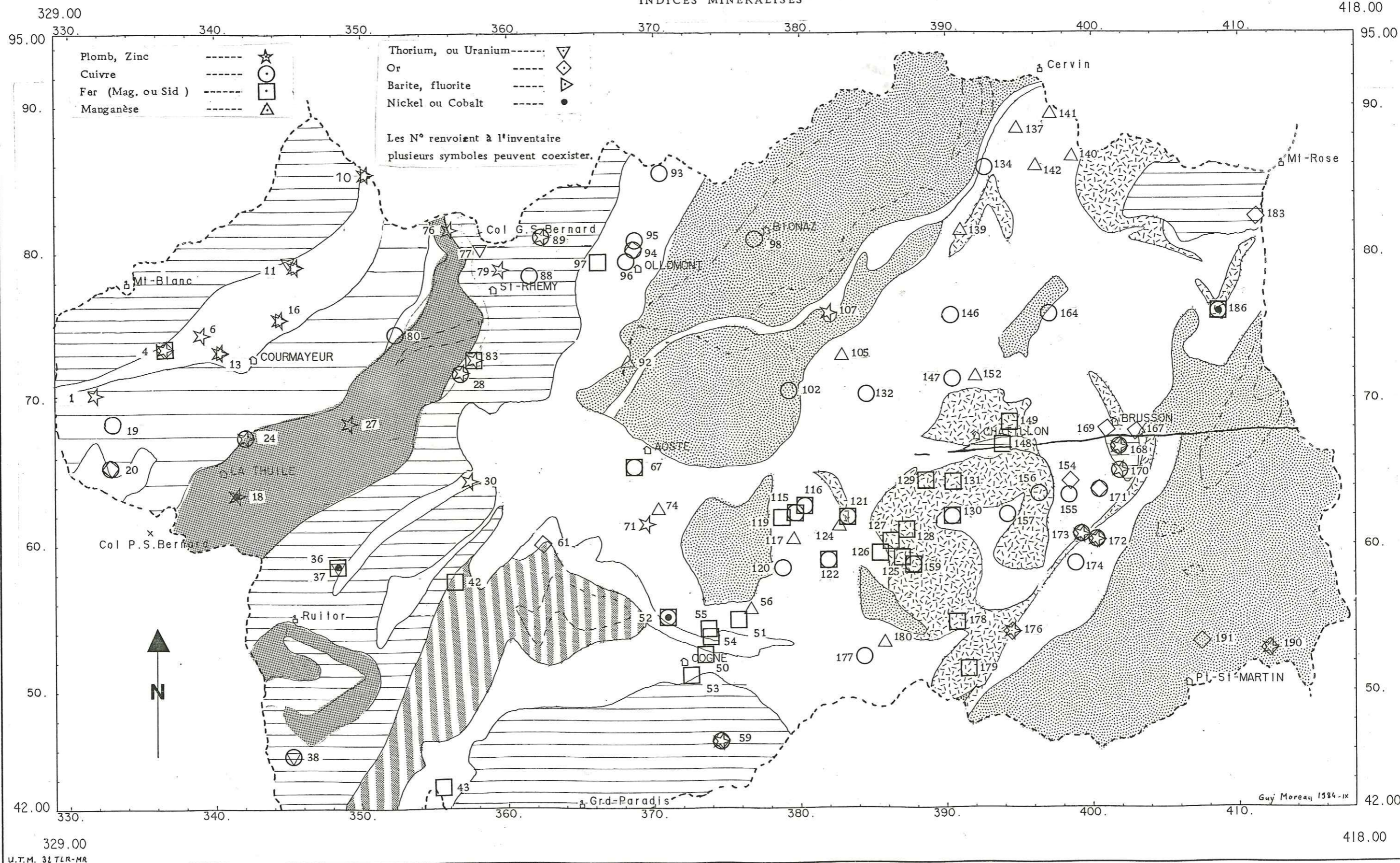


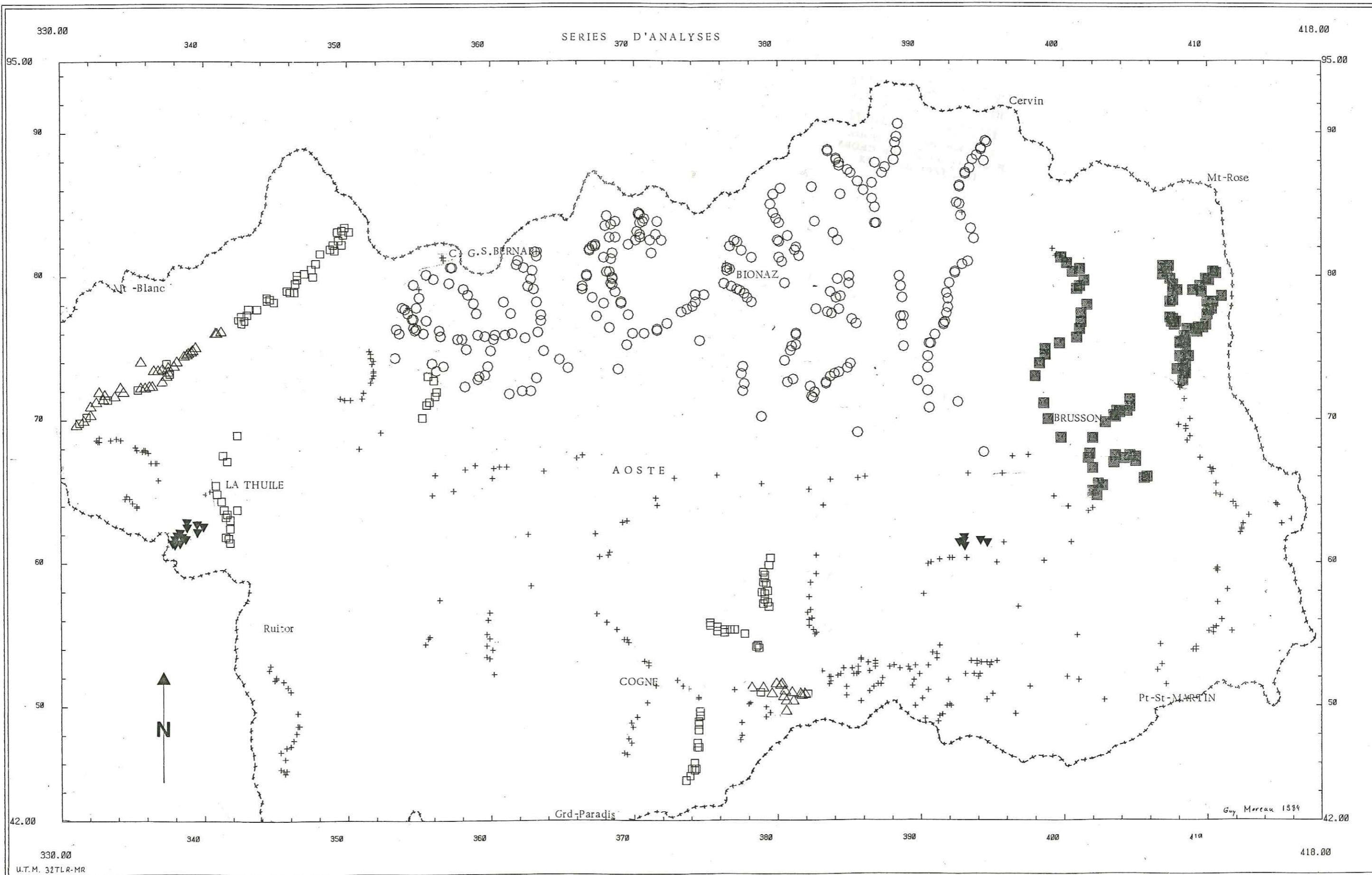
1-micaschistes et gneiss "minuti".
 2-Mésozoïque; brèches dolomitiques, marbres, calcschistes argileux, calcaires gréseux.
 3-klippe austro-alpines; amphibolites diorites, granulites.



Chevauchement.

INDICES MINERALISES





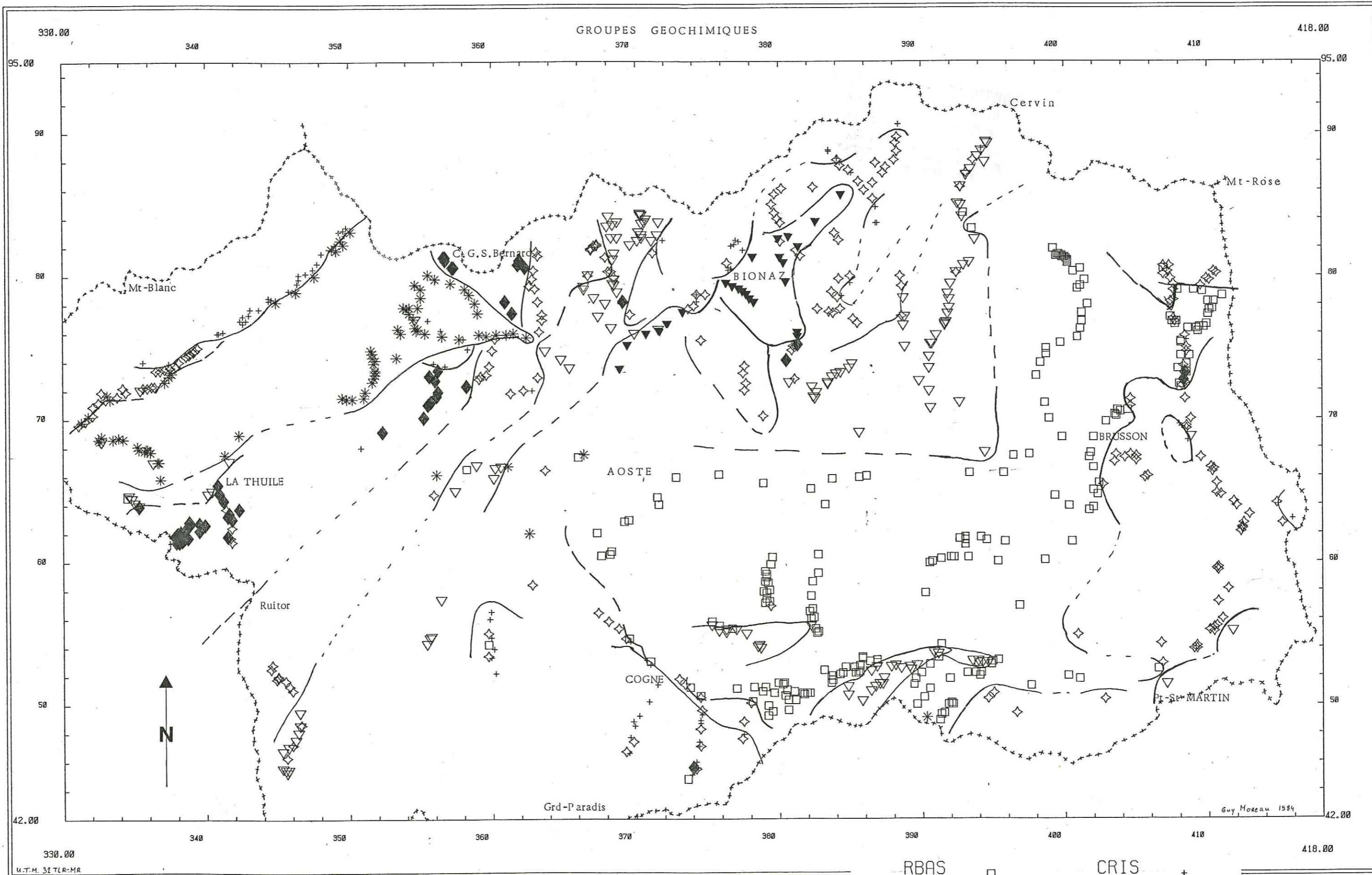
INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 3

- | | | | |
|--------|---|--------|---|
| NOV 82 | + | FEV 82 | ○ |
| NOV 80 | ▼ | JUL 80 | □ |
| FEV 80 | ■ | AVR 80 | △ |

U.T.M. 32TLR-MR

Guy Moreau 1984



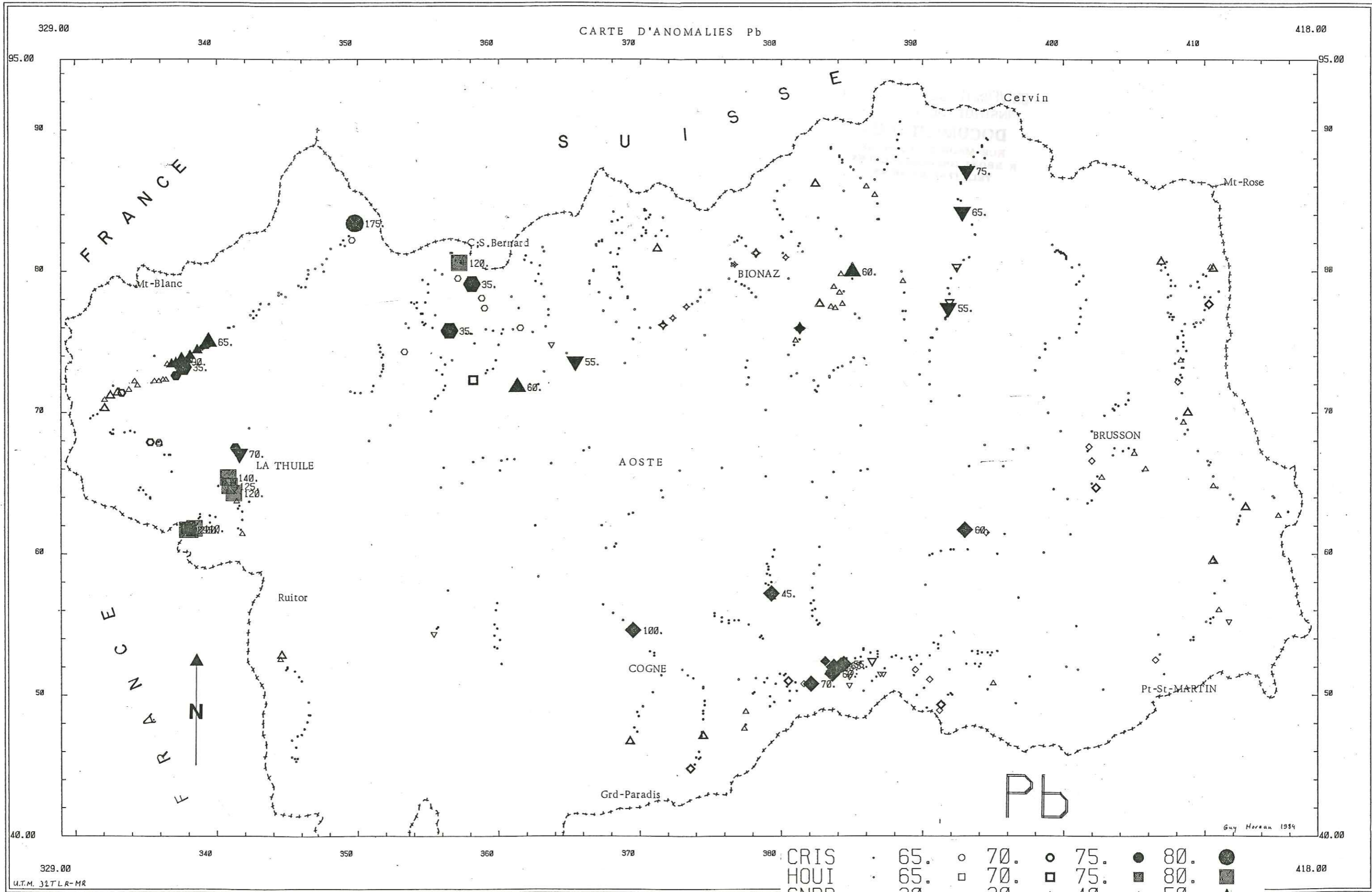
U.T.M. 32 TLR-MR

Guy Moreau 1984

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 4

- | | | | |
|------|---|------|---|
| RBAS | □ | CRIS | + |
| GNVP | ▼ | GNBR | ◇ |
| COMB | ▽ | HOUI | ◆ |
| CALC | * | | |



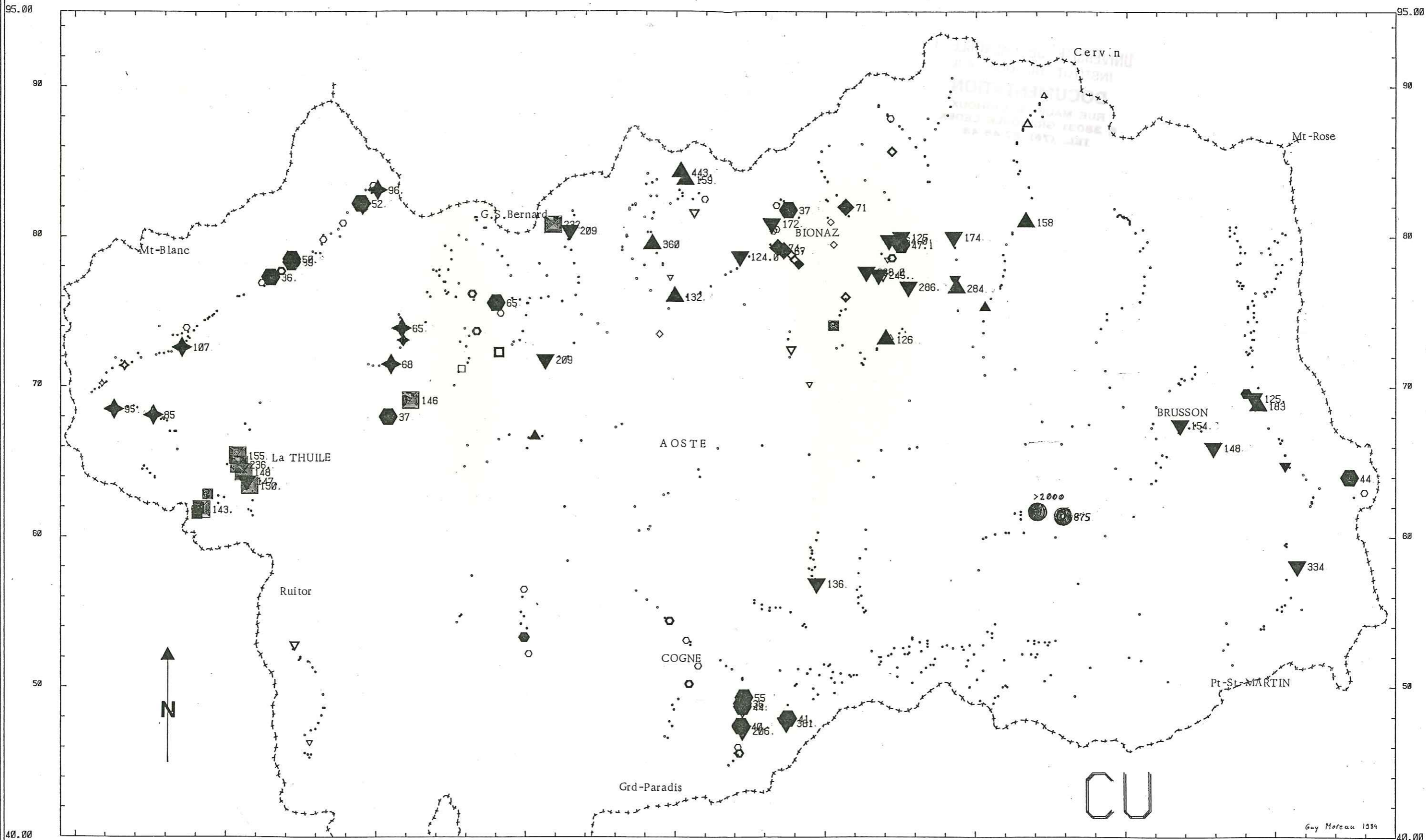
329.00
U.T.M. 31 T L R - MR

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 5

Guy Horeau 1984

418.00



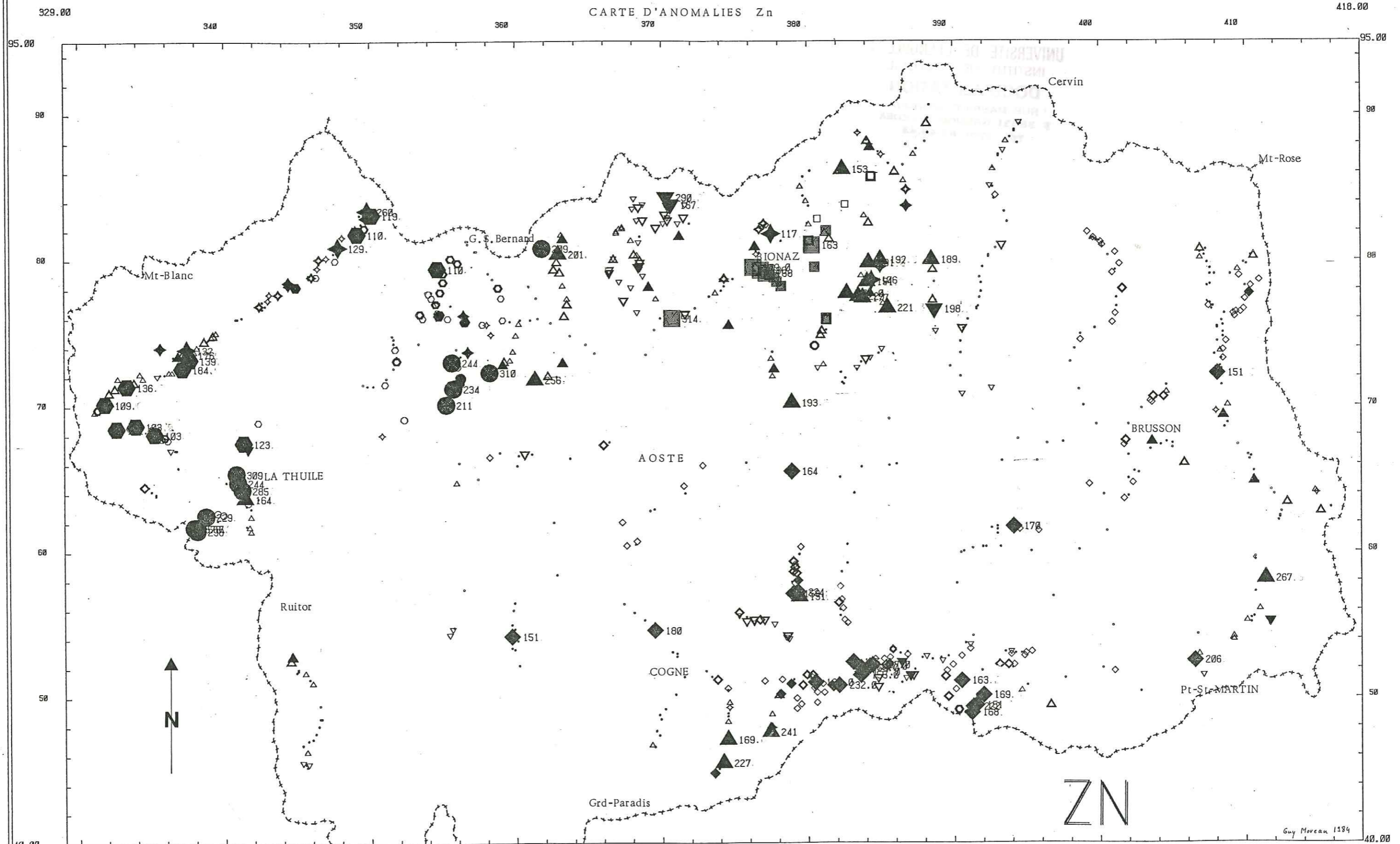
329.00
U.T.M. 32 TLR-MR

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 6

RBAS	•	300	○	330	○	360	●	400	●
HOUT	•	90	□	100	□	110	■	120	■
COMB	•	90	△	100	△	110	▲	120	▲
GNBR	•	90	▽	100	▽	110	▼	120	▼
GNVP	•	50	◇	55	◇	60	◆	65	◆
CALC	•	50	◇	55	◇	60	◆	65	◆
CRIS	•	20	○	25	○	30	●	35	●

Guy Moreau 1954



HOU I	• 140	○ 160	◉ 180	● 200
GNVP	• 100	□ 120	◻ 140	◼ 160
GNBR	• 90	△ 110	▲ 130	▲ 150
COMB	• 90	▽ 110	▼ 130	▼ 150
RBAS	• 90	◇ 110	◆ 130	◆ 150
CRIS	• 70	◇ 80	◇ 90	◆ 100
CALC	• 70	○ 80	◉ 90	● 100

Guy Moreau 1984

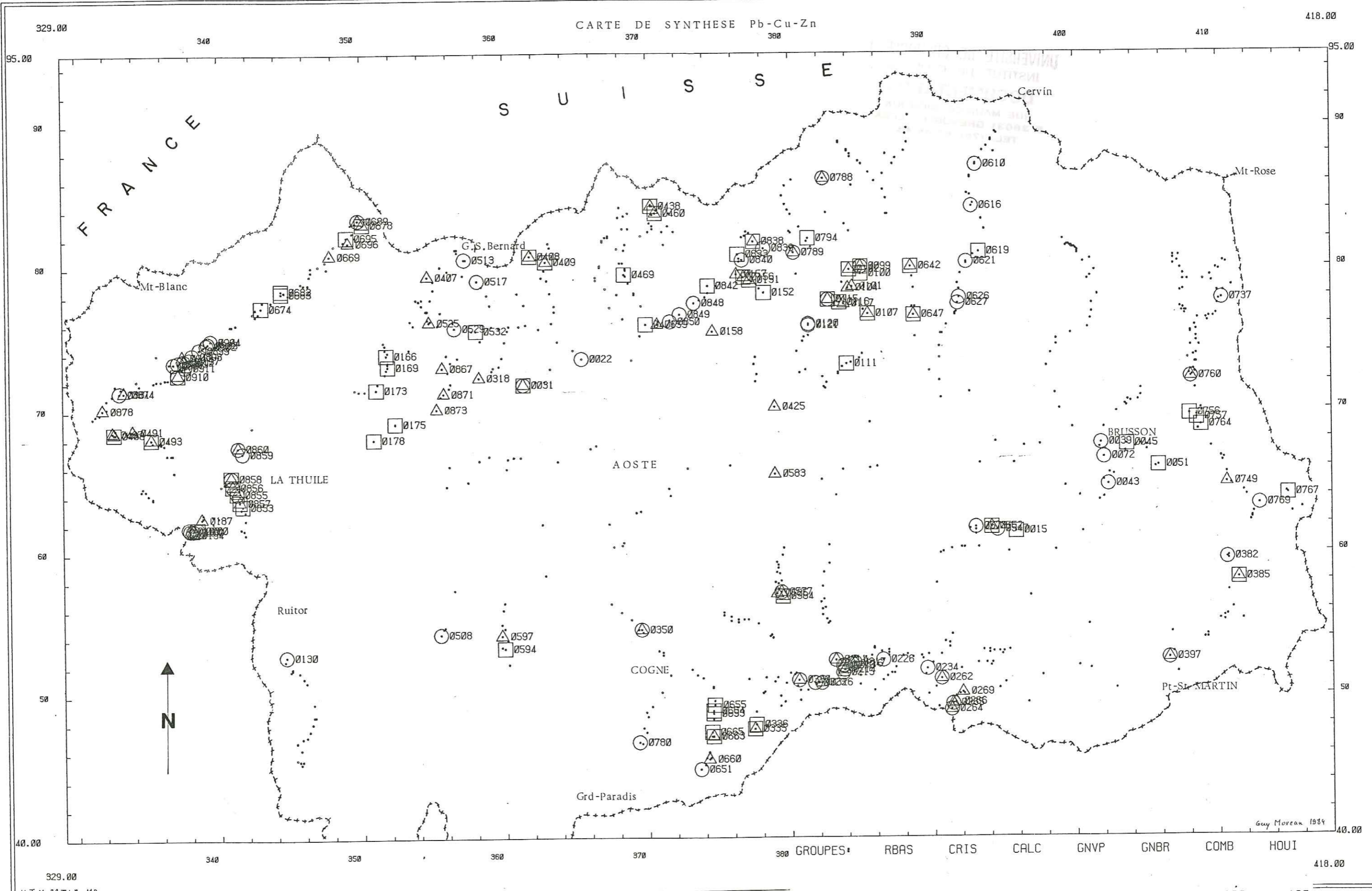
329.00
U.T.M. 32 TLR-MR

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 7

418.00

CARTE DE SYNTHESE Pb-Cu-Zn

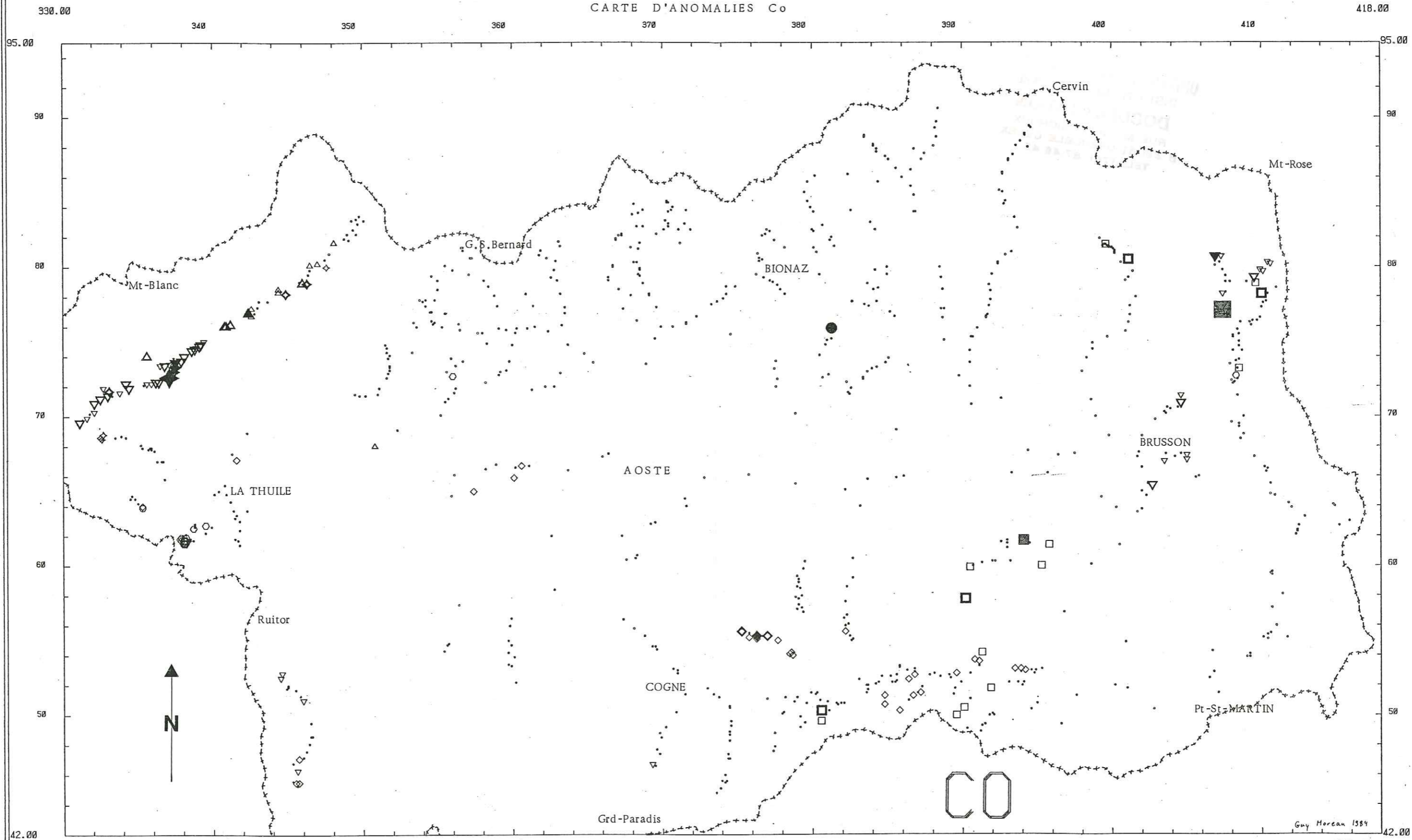


Guy Moreau 1984

INST. DOLOMIEU
U.T.M. 32 TLR-MR

CARTE NO: 8

□	CU	>400	>30	>60	>60	>120	>120	>120
○	PB	>30	>80	>30	>20	>40	>30	>80
△	ZN	>150	>100	>100	>160	>150	>150	>200



CO

Guy Moreau 1984

330.00
U.T.M. 32 TLR-MR

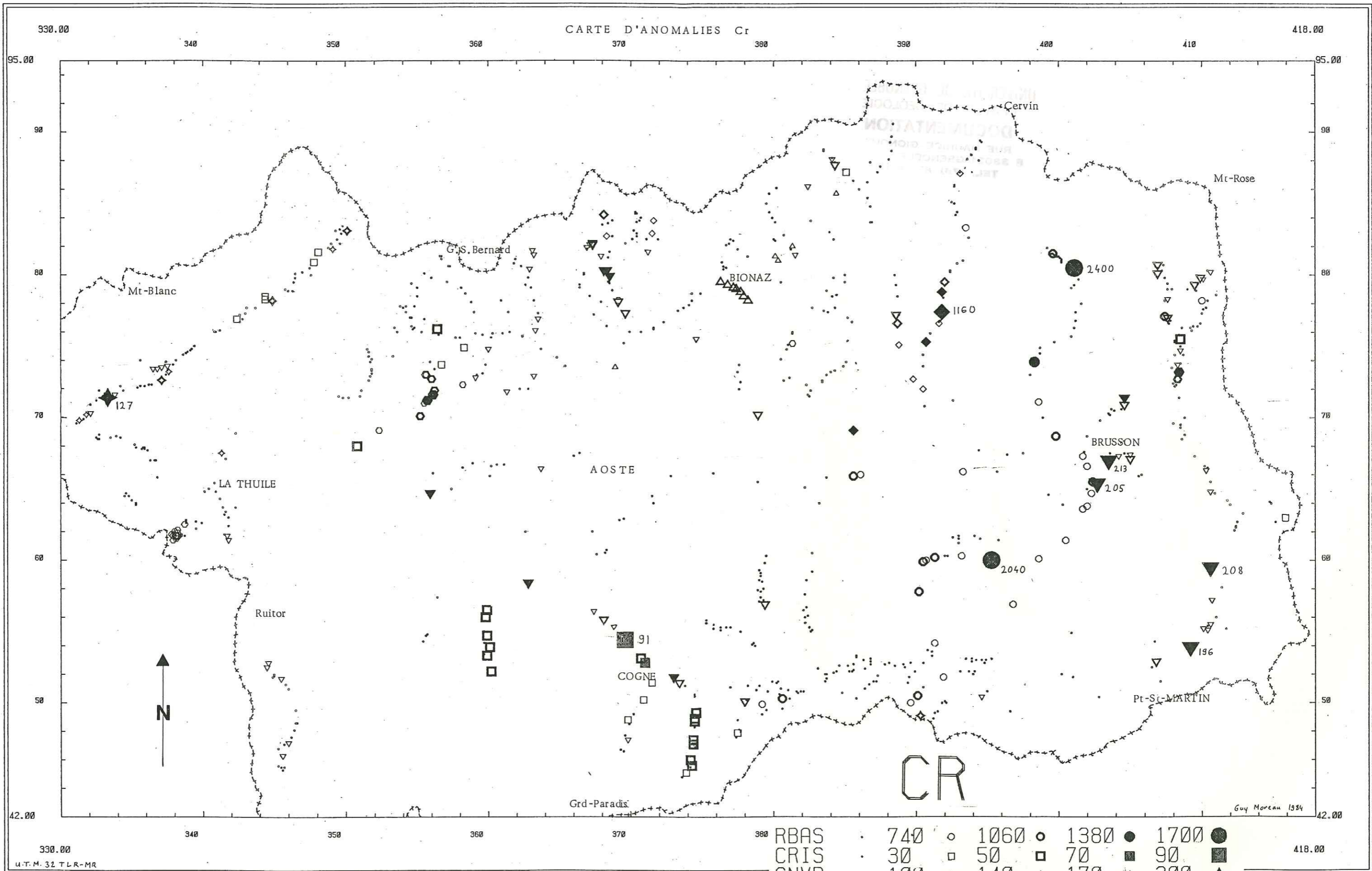
INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 9

GNVP	4	○	5	○	6	●	7	●
RBAS	60	□	80	□	100	■	120	■
CRIS	11	△	16	△	21	▲	26	▲
GNBR	22	▽	32	▽	42	▼	52	▼
COMB	17	◇	25	◇	33	◆	41	◆
CALC	14	◇	21	◇	28	◆	35	◆
HOU1	20	○	26	○	33	●	40	●

418.00

CARTE D'ANOMALIES Cr



330.00
U.T.M. 32 TLR-MR

INST. DOLOMIEU

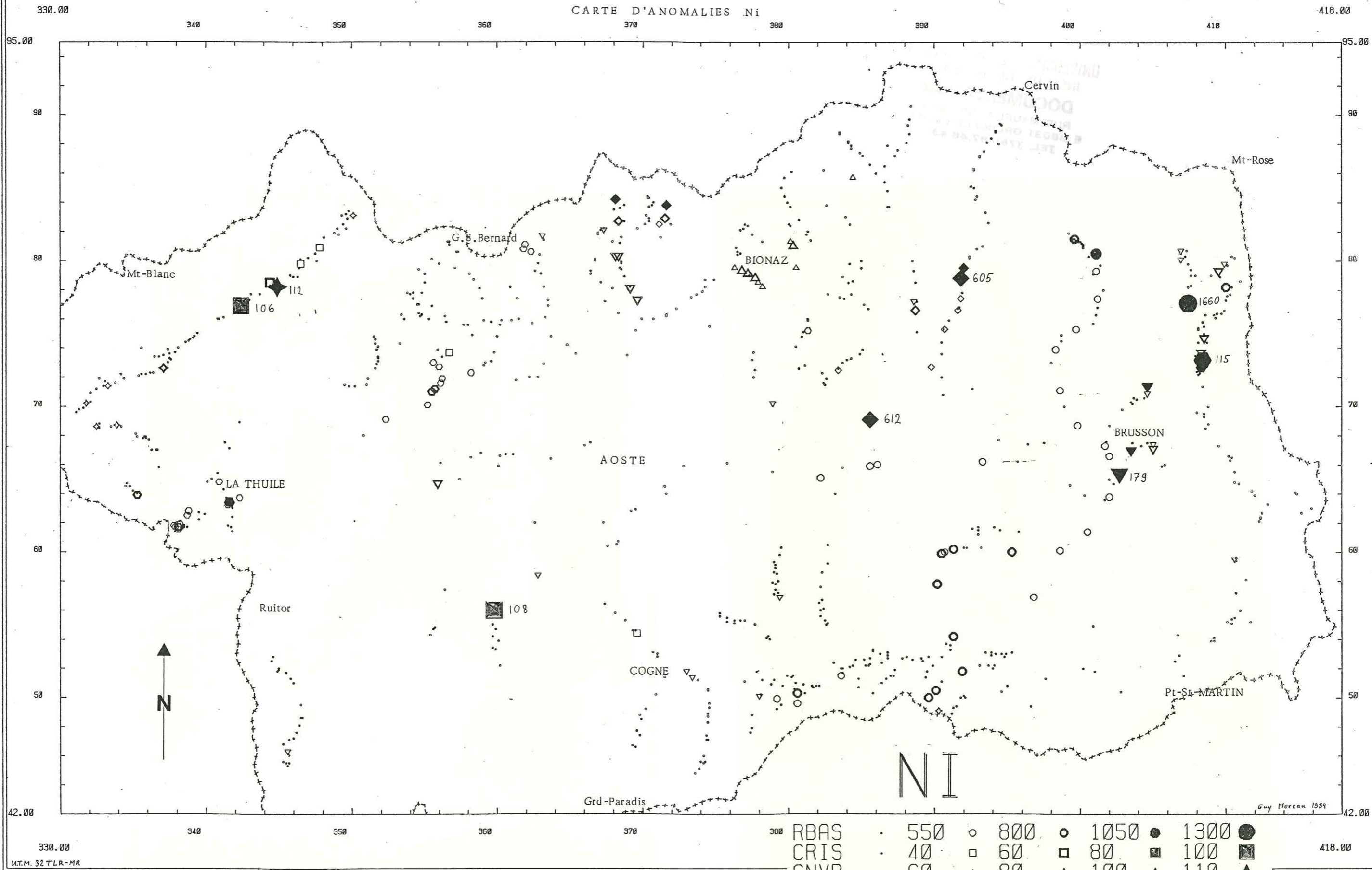
CARTE NO: 10

RBAS	740	○	1060	○	1380	●	1700	●
CRIS	30	□	50	□	70	■	90	■
GNVP	100	△	140	△	170	▲	200	▲
GNBR	80	▽	115	▽	150	▼	185	▼
COMB	360	◇	520	◇	680	◆	840	◆
CALC	64	◇	82	◇	100	◆	118	◆
HOU1	75	○	100	○	125	●	150	●

Guy Moreau 1984

418.00

CARTE D'ANOMALIES Ni



RBAS	550	○	800	◐	1050	●	1300	●
CRIS	40	□	60	◑	80	■	100	■
GNVP	60	△	80	△	100	▲	110	▲
GNBR	75	▽	100	▽	125	▼	150	▼
COMB	250	◇	350	◇	450	◆	550	◆
CALC	52	◇	64	◇	86	◆	100	◆
HOU1	40	○	60	◐	80	●	100	●

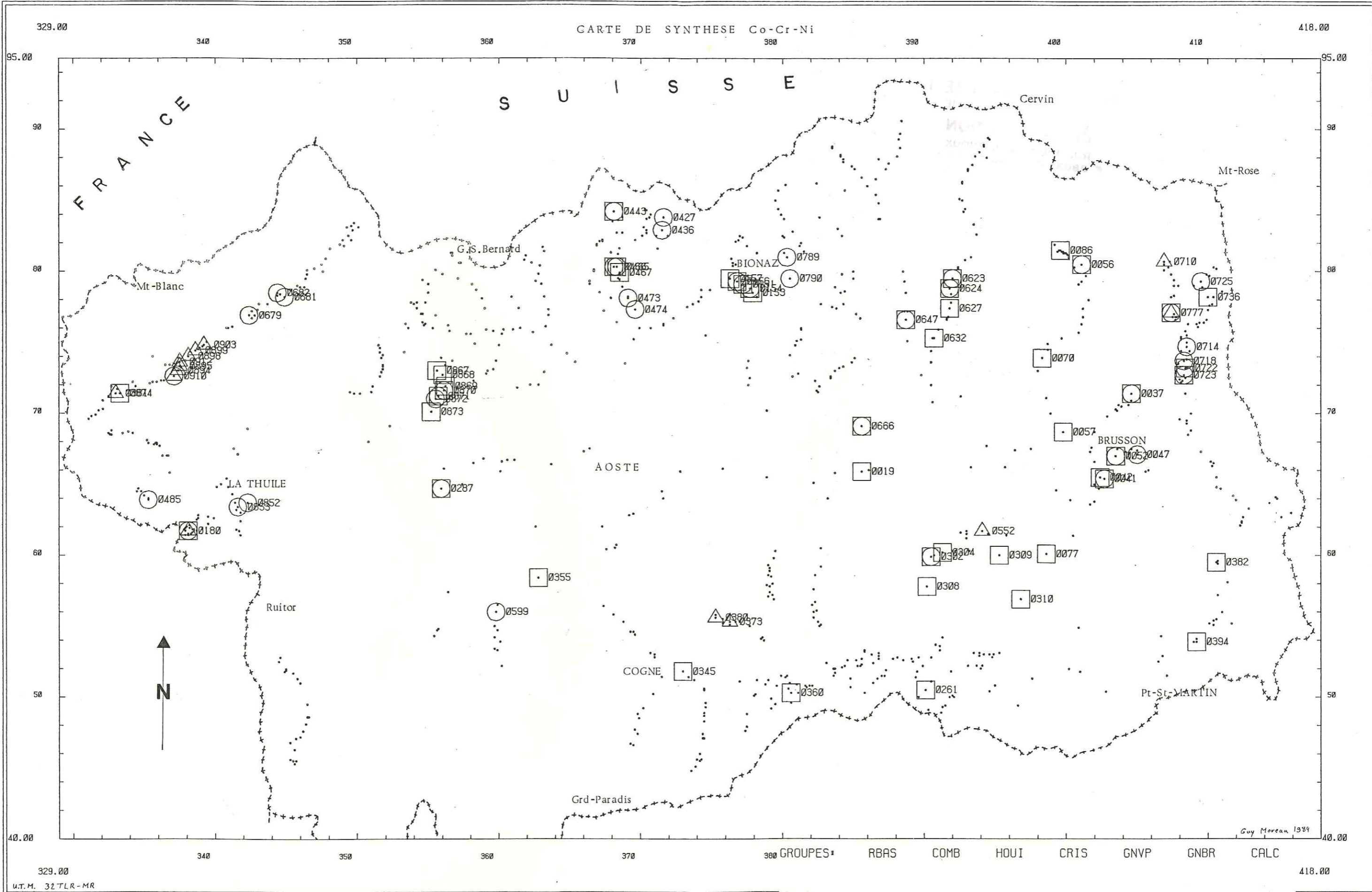
INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 11

Guy Moreau 1984

330.00
U.T.M. 32 TLR-MR

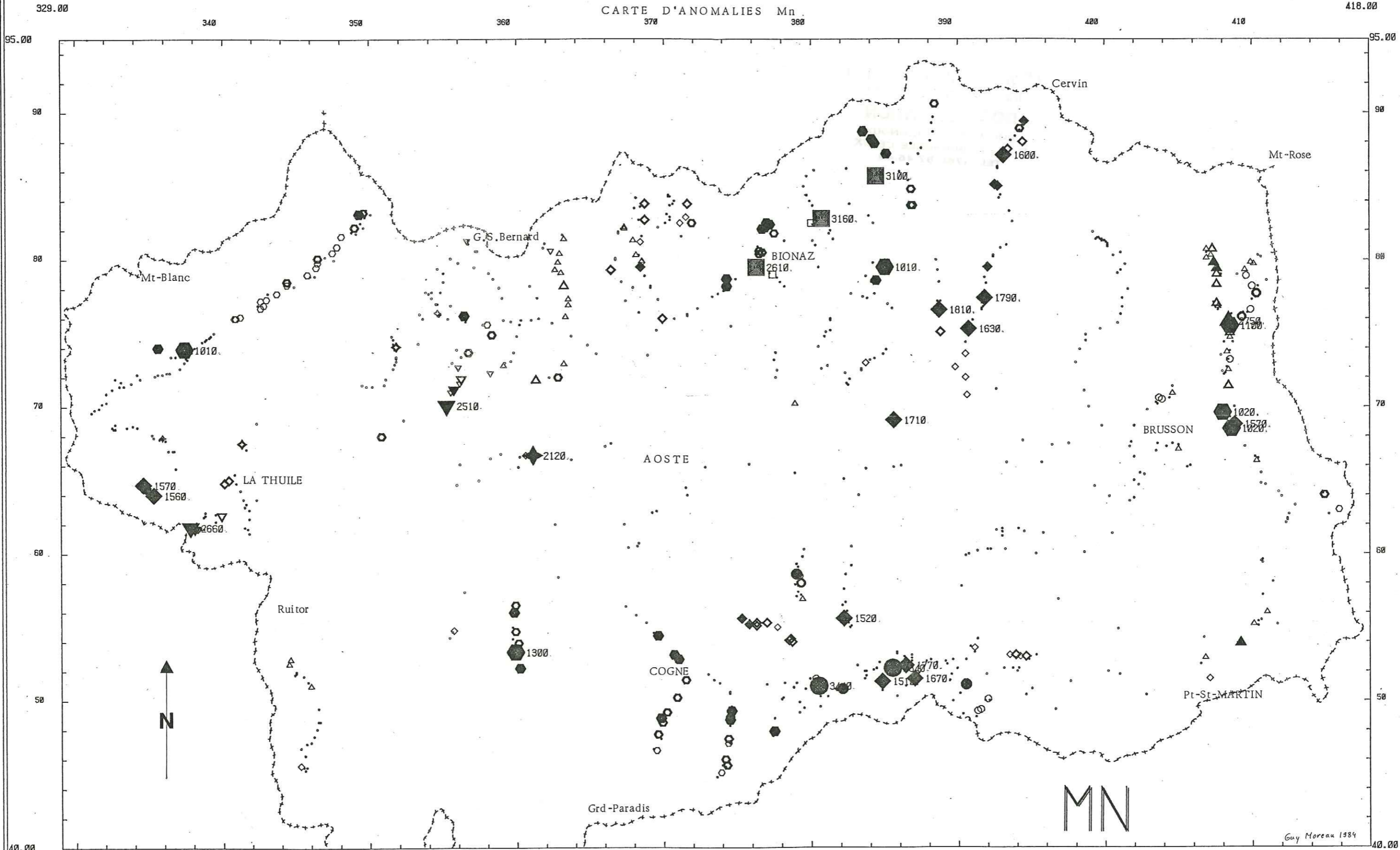
418.00



INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 12

Guy Moreau 1989



RBAS	2000	2200	2400	2600
GNVP	2000	2200	2400	2600
GNBR	1400	1800	2200	2600
HOU1	1000	1500	2000	2500
COMB	1200	1300	1400	1500
CALC	900	1100	1300	1500
CRIS	400	600	800	1000

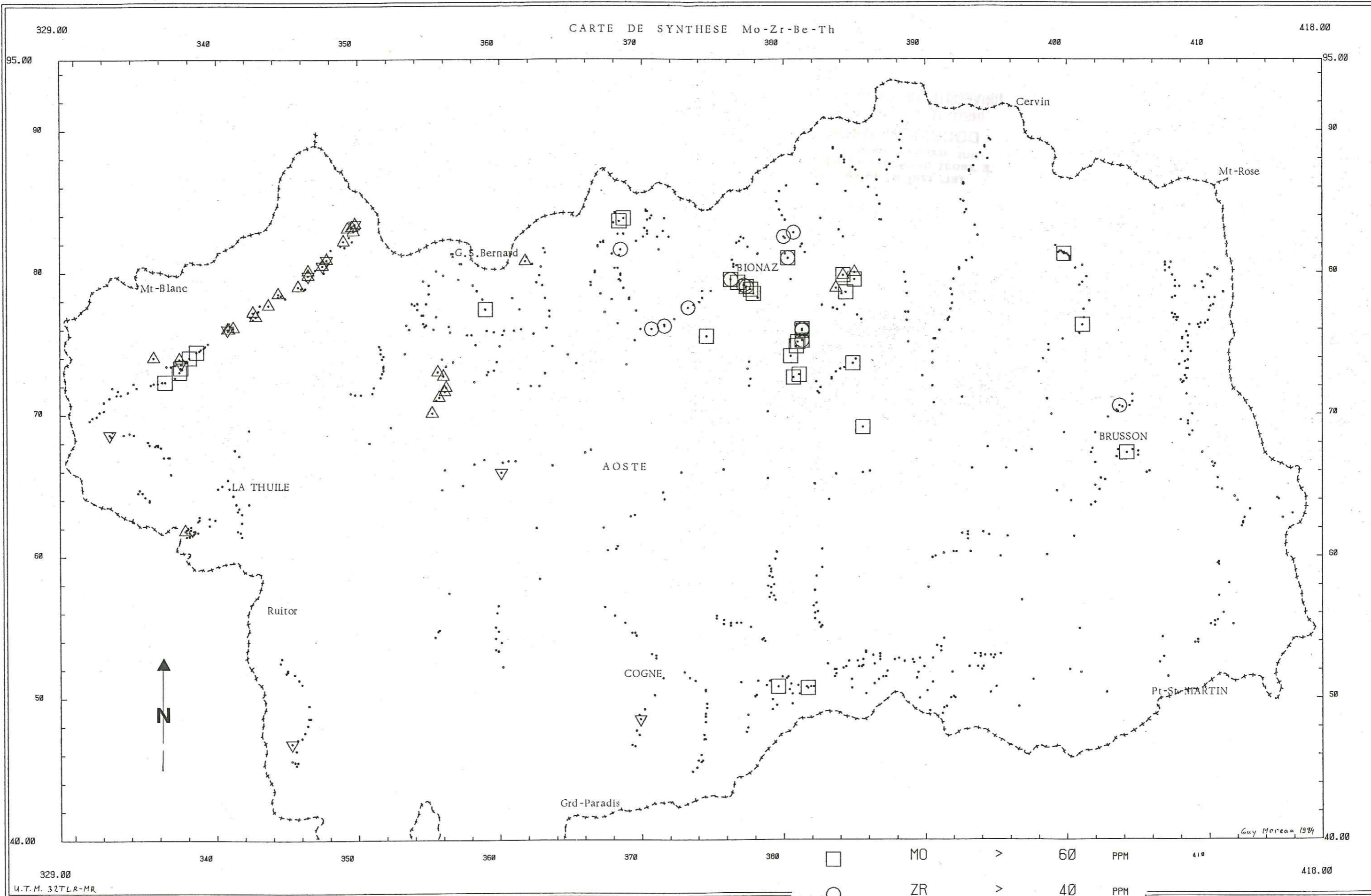
329.00
U.T.M. 32 TLR-MR

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 13

Guy Moreau 1984

418.00

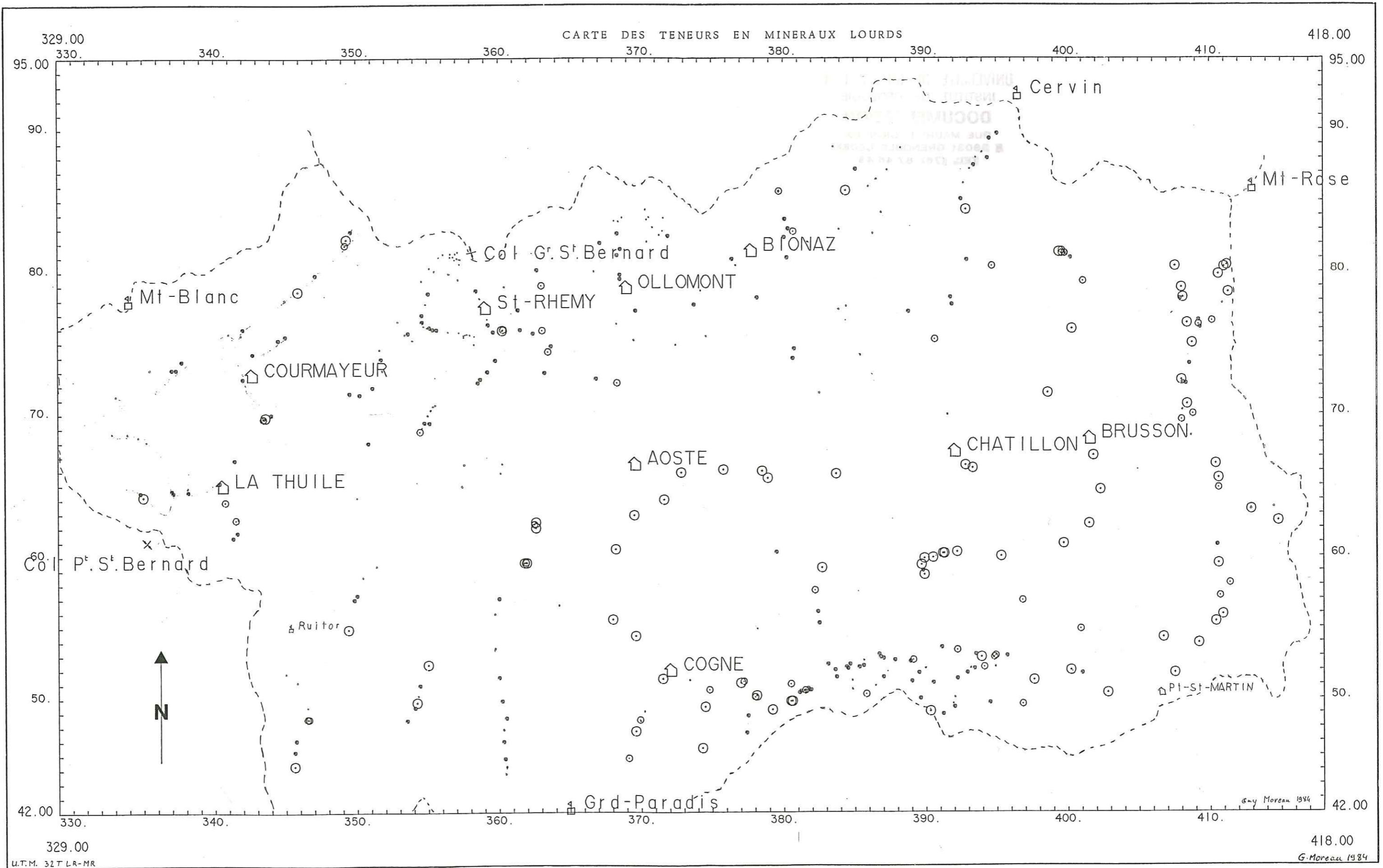


329.00
U.T.M. 32TLR-MR

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 14

418.00



U.T.M. 32 T LR-MR

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 15

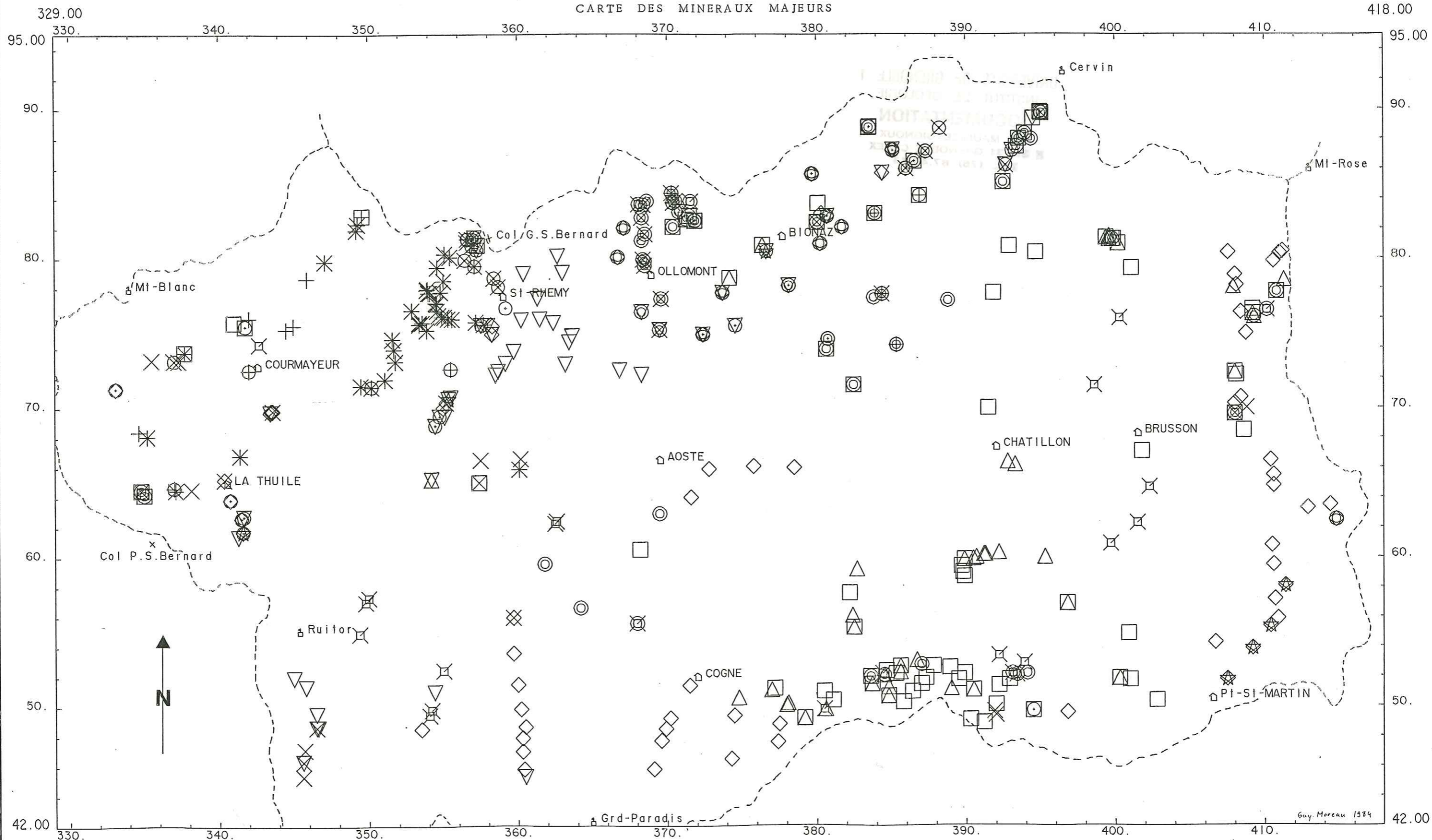
TENEUR EN MINERAUX LOURDS

< 100 < • < 500 < ⊗ < 1500 < ⊖ g/m³

G. Moreau 1984

G. Moreau 1984

CARTE DES MINERAUX MAJEURS



329.00
U.T.M. 32 TLR-MR

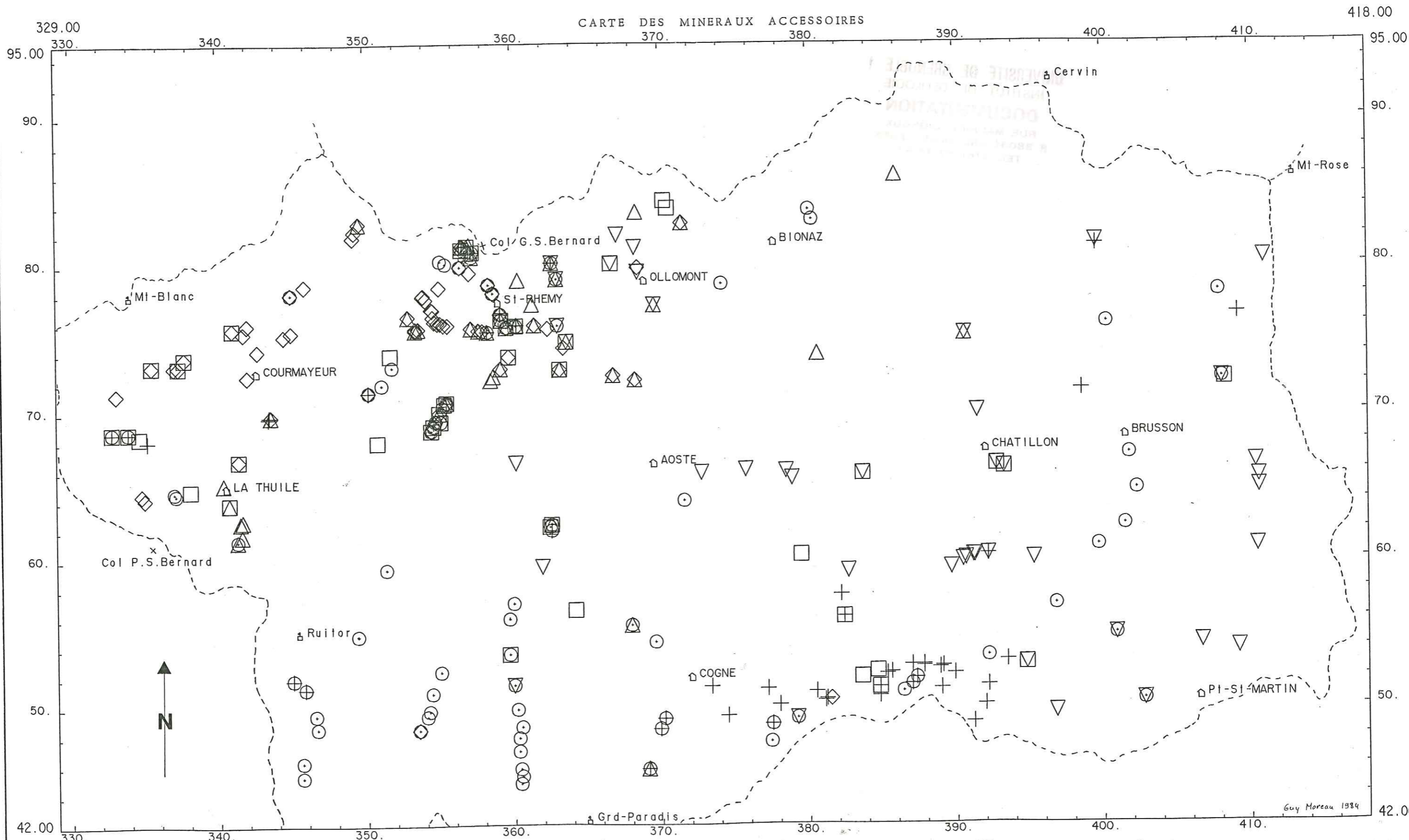
INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 16

Ep < 30%	□	Py < 10%	×	Sph < 1%	⊗
Zi < 1%	⊙	Ru < 1%	☆	Ilm < 10%	▽
Ma < 60%	⊗	Lm < 30%	+	Gr < 60%	◇
Am < 10%	△				

Guy Moreau 1984

CARTE DES MINERAUX ACCESSOIRES



329.00
U.T.M. 32.TLR-MR

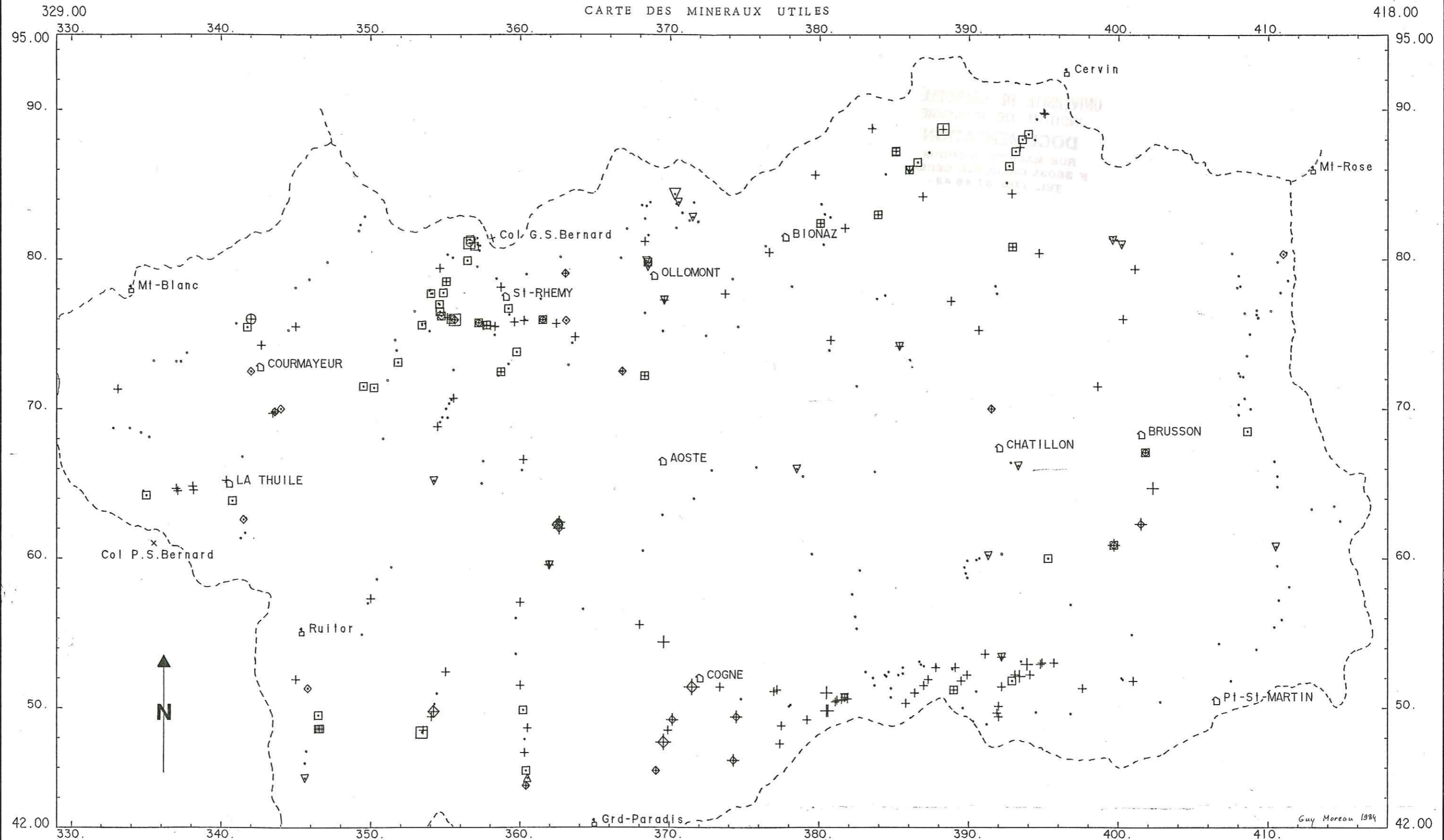
INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 17

Ba \diamond Tr $+$ Ap \circ
An \triangle Chl \square Gl ∇

Guy Moreau 1984

CARTE DES MINERAUX UTILES



329.00
U.T.M. 32 TLR-MR

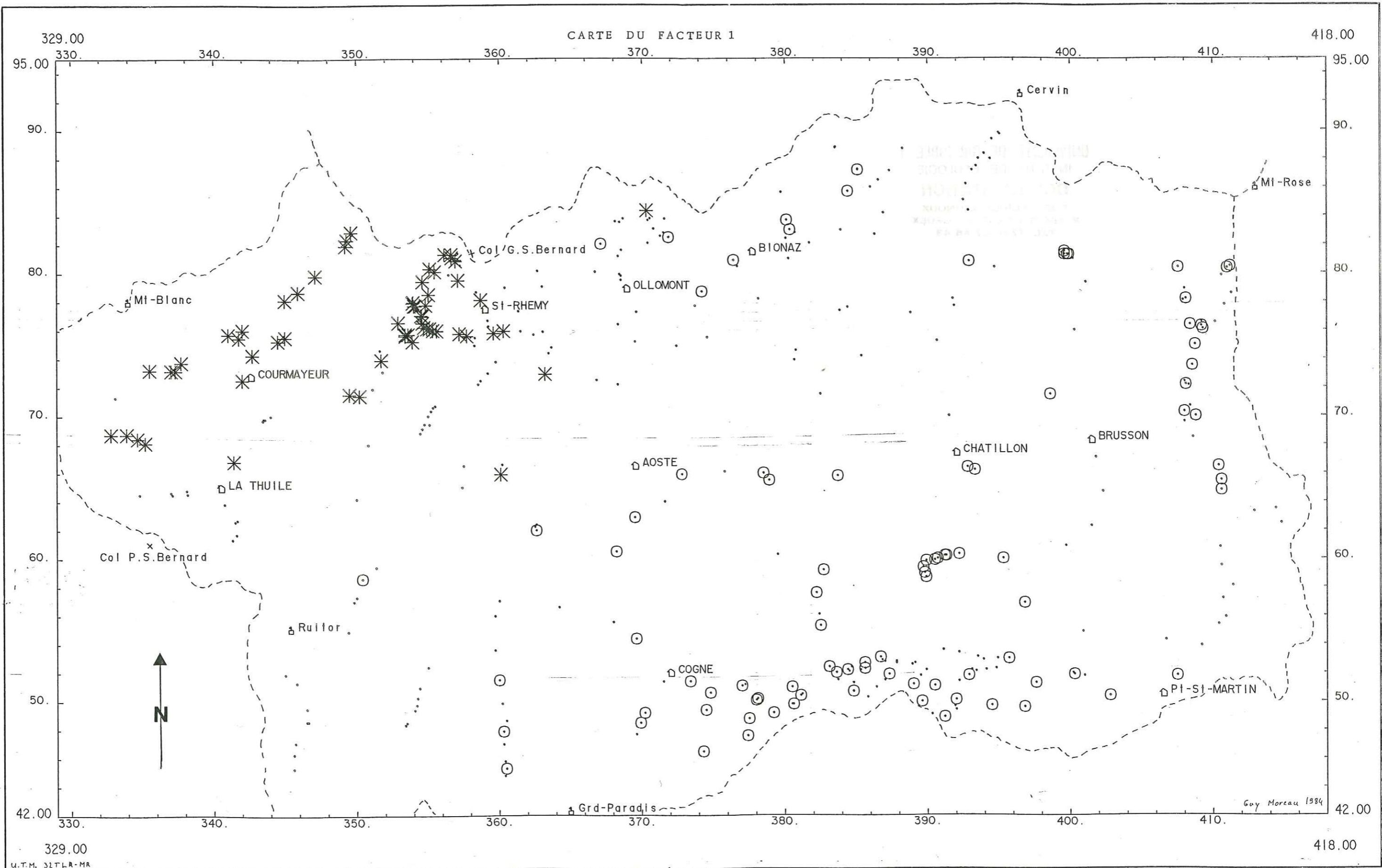
INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 18

Ble Cha Or Cas Sch Gal
 ⊙ ▽ ◇ △ + □

Guy Moreau 1984

418.00



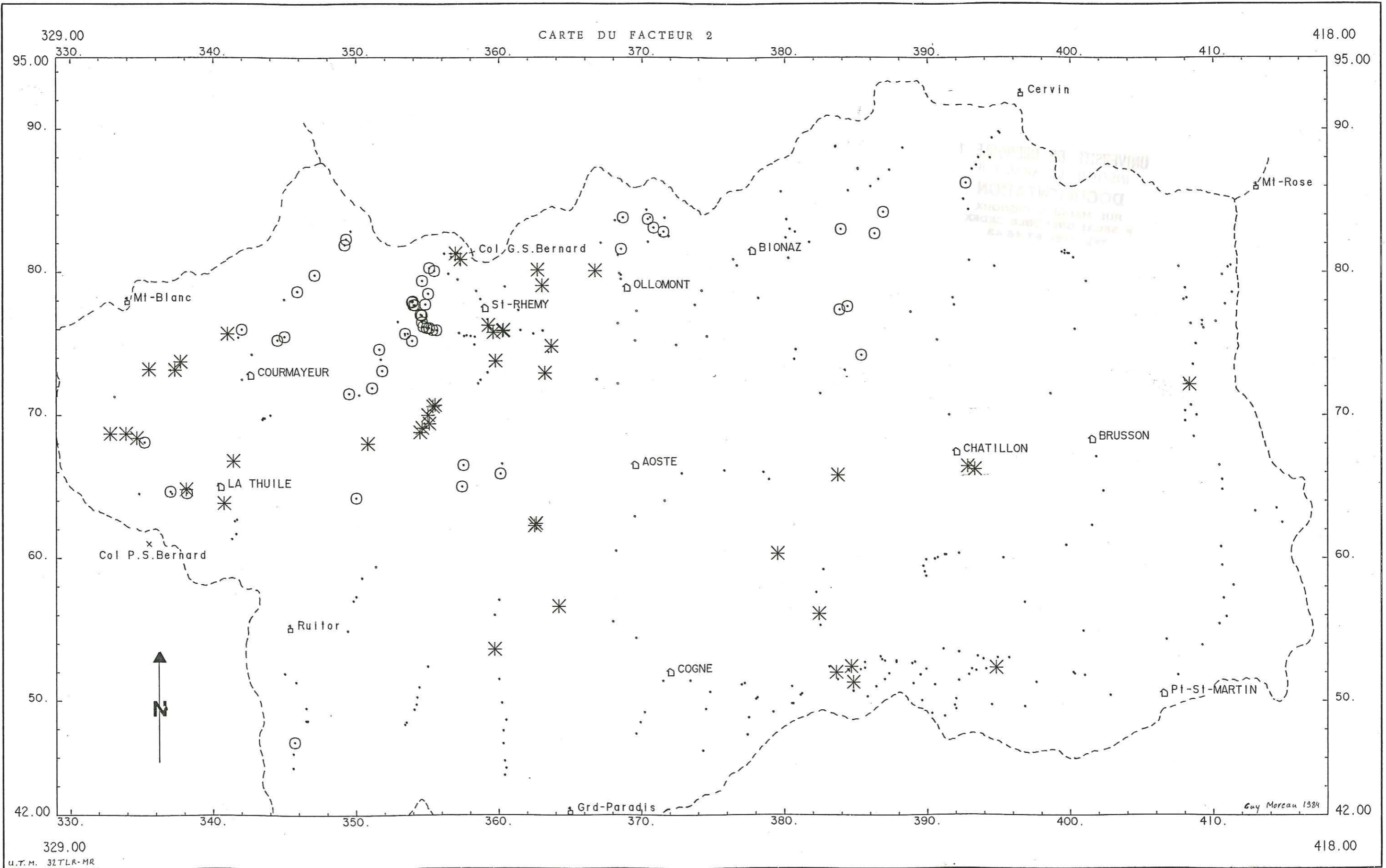
U.T.M. 31TLR-MR

INST. DOLOMIEU

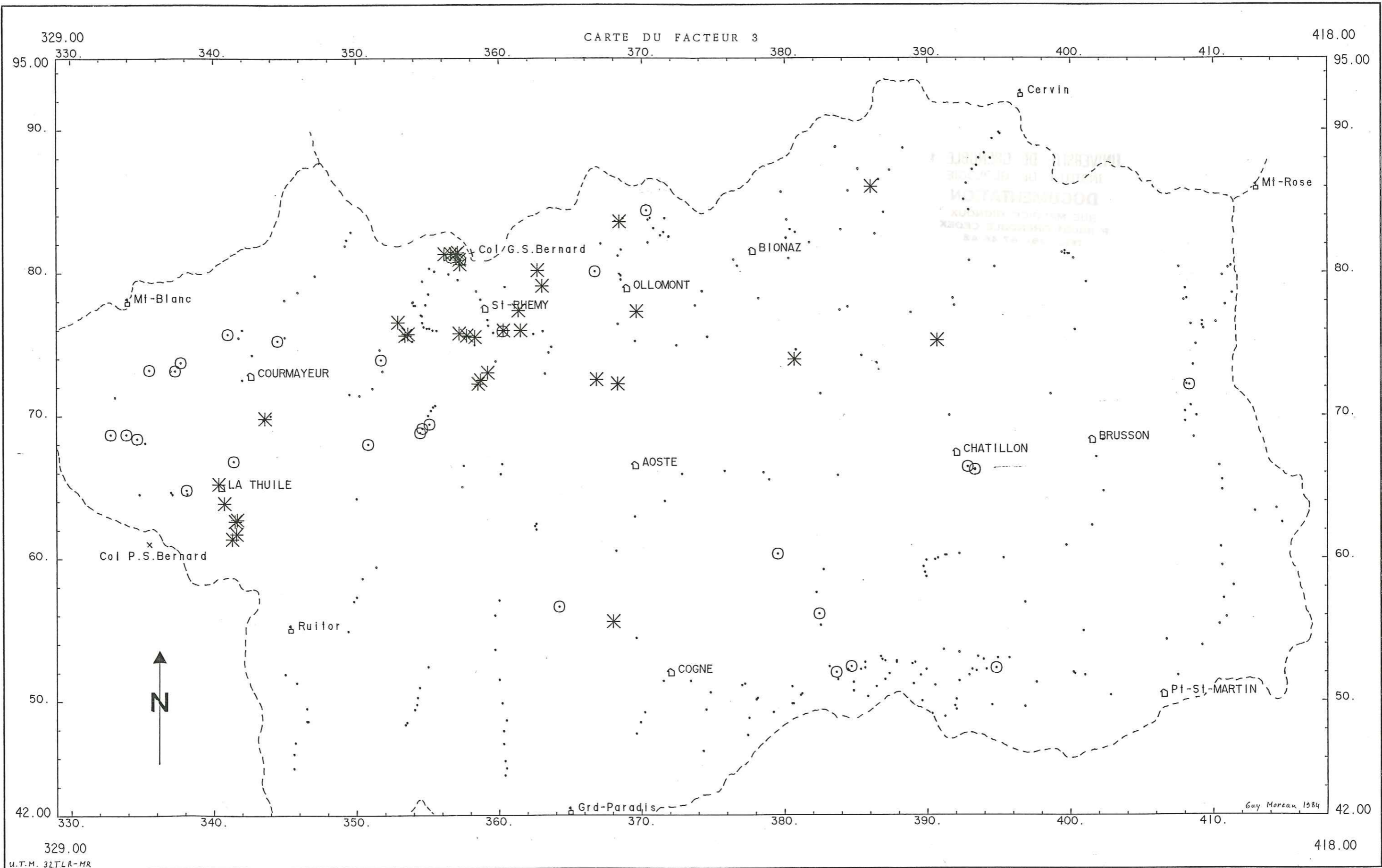
CARTE NO: 19

FI * > 500 o < -300

Guy Moreau 1984



INST. DOLOMIEU CARTE NO: 20 F2 * > 300 O < -250



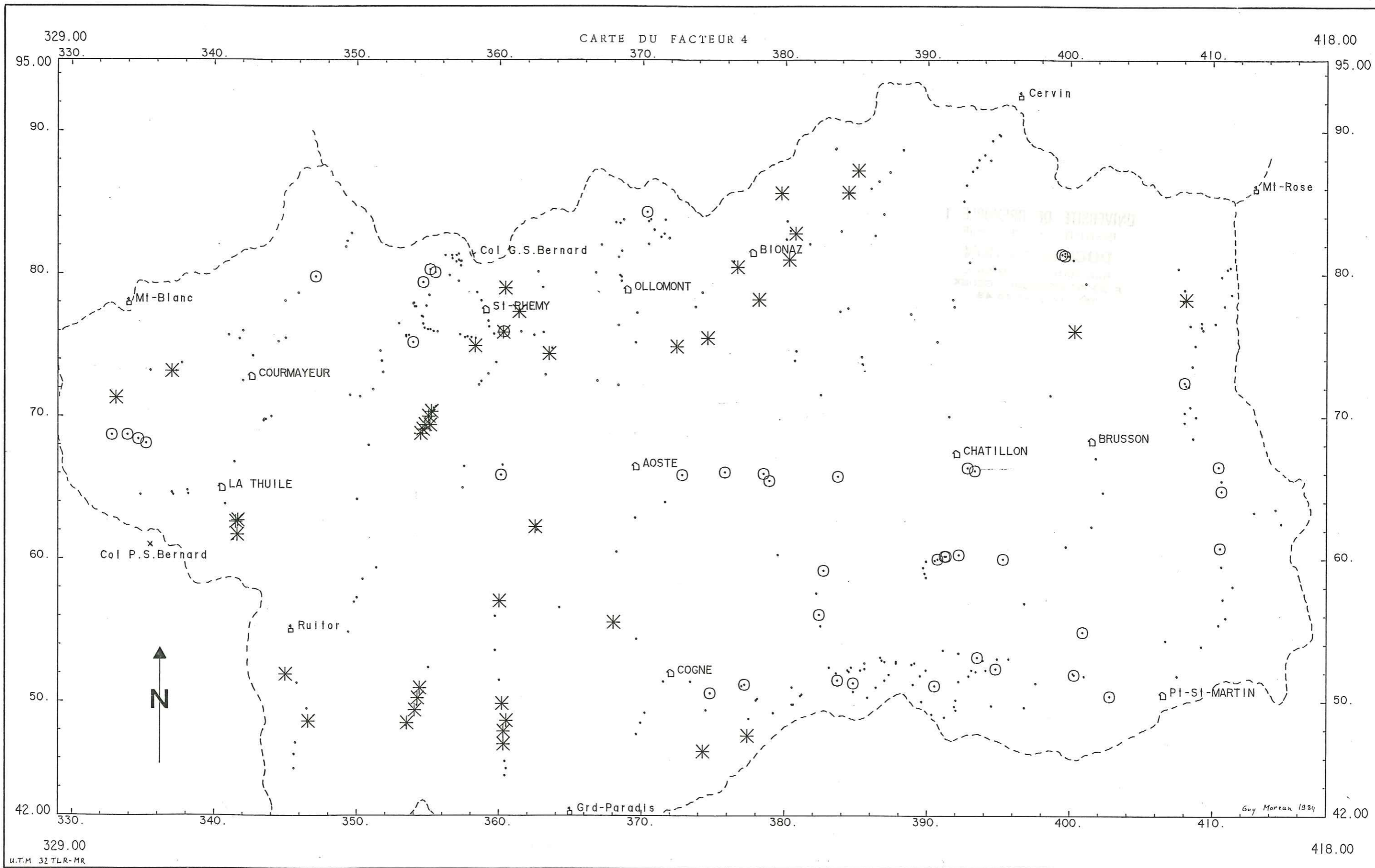
329.00
U.T.M. 32TLR-MR

INST. DOLOMIEU

CARTE NO: 21

F3 * > 300 ○ < -300

Guy Moreau 1984



CARTE DU FACTEUR 4



GALVANESE TO BERNARD
GALVANESE TO BERNARD
GALVANESE TO BERNARD