

JICA LIBRARY

1123603 [1]

**RAPPORT DE LA PROSPECTION MINIERE
DANS LA REGION DE LA SIRBA,
REPUBLIQUE DU NIGER
RAPPORT FINAL**

MARS 1995

**L'AGENCE JAPONAISE POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE
L'AGENCE JAPONAISE MINIERE DES METAUX**



1123603 [1]

Avant-propos

Suite à la demande du Gouvernement de la République du Niger, le Gouvernement du Japon a confié à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) l'exécution d'une étude des gisements métallifères par le biais d'études géologiques, de prospections géochimique et géophysique, ainsi que d'analyses par sondage entre autres dans les secteurs de Namaro (y compris le secteur de Mbanga) et Séfa Nangue afin de vérifier l'existence des ressources minières dans la région de la Sirba, située au sud-ouest du pays. La JICA a à son tour confié ces études appartenant aux domaines spécialisés de la géologie et de l'exploration minière, à l'Association Japonaise Minière des Métaux (MMAJ).

Ces études se sont poursuivies pendant trois ans, de 1992 à 1994, et se sont achevées approximativement dans les délais prévus grâce à la coopération du ministère des Mines et de l'Energie (MME) et de l'Office National des Ressources Minières (ONAREM).

Le présent rapport est un résumé des études effectuées pendant ces trois années.

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance à toutes les autorités nigériennes qui nous ont apporté leur concours lors de ces études ainsi qu'au ministère des Affaires étrangères du Japon, au ministère du Commerce et de l'Industrie, à l'Ambassade du Japon en Côte d'Ivoire et à toutes les personnes qui ont collaboré à ces activités.

Mars 1995



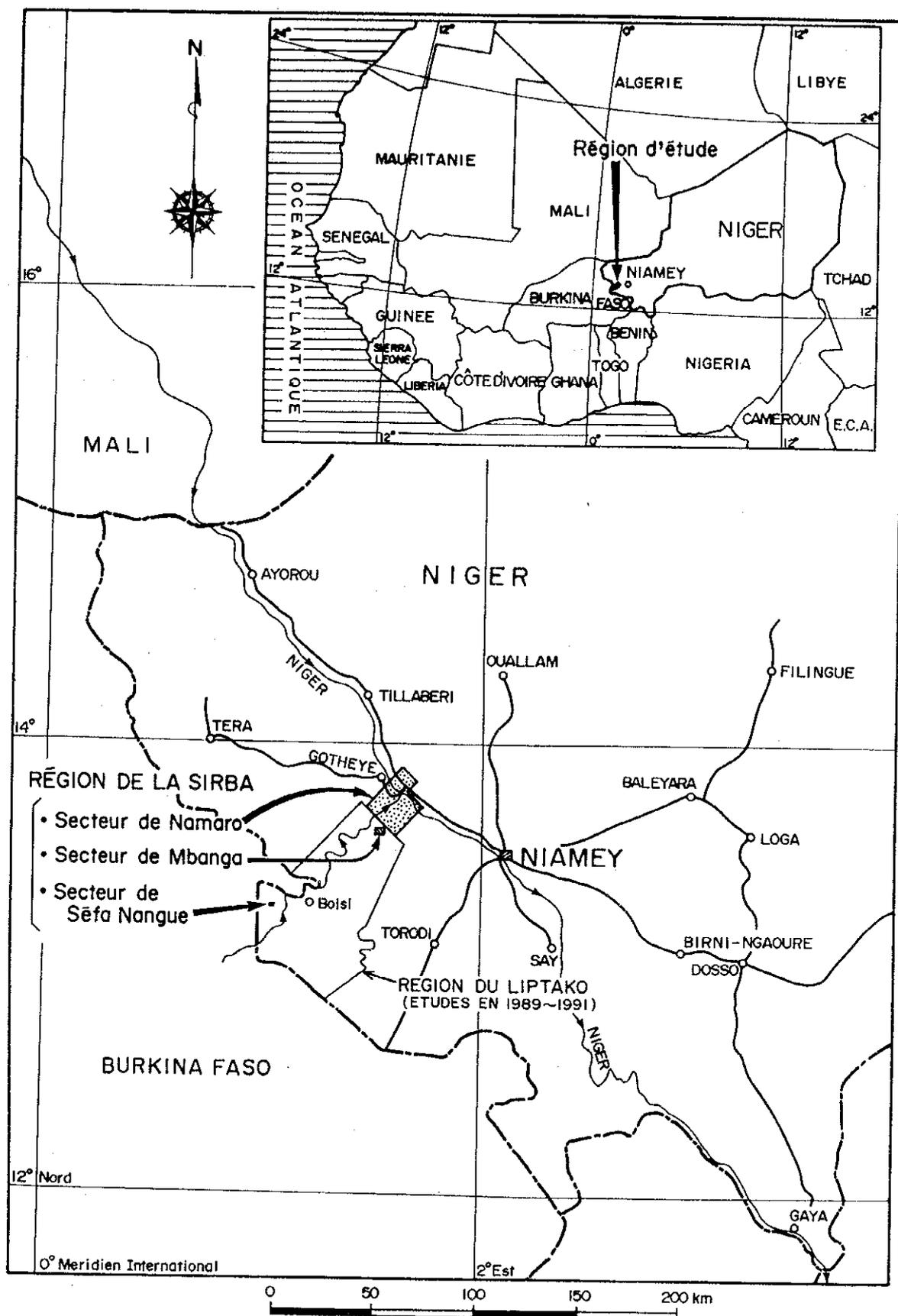
Kimio Fujita
Président de l'Agence Japonaise
de Coopération Internationale



Takashi Ishikawa

President

Metal Mining Agency of Japan



Localisation de la région de la Sirba

Résumé

Des études de base pour le développement des ressources minières (étude des ressources) dans la région de Sirba, en République du Niger, ont commencé en 1992 et se sont poursuivies pendant trois ans pour s'achever en 1994. Ces études se sont proposées de déterminer les régions à fort potentiel minier en procédant à une analyse globale de la relation entre la nature et la structure des sols et la minéralisation ainsi que des caractéristiques géochimiques et géophysiques des sols et ont été effectuées par le biais de recherches géologique, géochimique et géophysique et de prospections par sondage et par tranchées.

(1) Secteur de Namaro

Des études géologiques générales, géochimiques et portant sur les indices de minéralisation ont été menées lors de la première année dans ce secteur.

Le sol de fondation de ce secteur est constitué de granodiorite gneisseuse du pré-birrimien (2953 Ma) couverte par une formation birrimienne de roches volcaniques basiques à neutres ainsi que de roches sédimentaires argileuses et sableuses. Les roches intrusives sont les roches basiques (début du birrimien), la granodiorite (1701-1858 Ma, fin du birrimien), et la dolérite post-birrimienne. Les directions géologiques évoluent du NE-SW de la zone occidentale en direction N-S de la région septentrionale. Par ailleurs, le secteur de Namaro est situé à l'extrémité nord-est de la zone structurale dans laquelle se trouve la roche intrusive reliant Déba et Namaro et la zone minéralisée et où pénètre de la granodiorite. Les fissures vont dans le même sens que la schistosité en direction E-W - NE-SW dans la partie méridionale et NE-SW et N-S dans la partie septentrionale, et ont été reconnues dans la direction du prolongement du filon de quartz.

Seize emplacements avec un important indice de minéralisation ont été reconnus, avec en particulier des gisements de type filon d'or présentant des teneurs en or de 11,5 g/t, 2,64 g/t et 1,27 g/t, disséminés en direction NE-SW le long de la rive droite de la Sirba, dans la région occidentale. Etant donné que les filons de quartz en surface ainsi que les minerais inclus dans les réseaux des filons de quartz ont été oxydés, la plupart des minéraux sulfurés se sont transformés en oxyde de fer et on trouve, bien que rarement, des pyrites et de l'or

natif. Les températures d'homogénéisation des inclusions fluides des gisements sont comprises entre 160 et 170°C, ce qui correspond à un niveau relativement faible de températures pour la formation de filons de quartz incluant de l'or en condition mésothermale ou catathermale qui accompagné la formation des roches vertes du précambrien.

Une étude géochimique des huit éléments suivants: Au, Ag, As, Sb, Se, Cu, Pb, Zn, a montré une faible corrélation en or, inférieure à 0,4, par rapport aux autres éléments. Quelques zones anormales en As et Sb sont superposées aux zones anormales en Au et, s'il existe certaines zones dans lesquelles la présence de As et Sb signifie qu'il y a eu transformation en Au, en général seule la présence d'or indique qu'il y a eu transformation en or. La zone des filons de quartz incluant de l'or et la zone anormale en or sont identiques et une zone minéralisée sur la rive droite de la Sirba dans la région occidentale a été détectée dans la zone anormale en or, XX25, AA35 et MM28. Aucune zone minéralisée n'a été reconnue dans la zone anormale en or CC6 à GG3 de la région méridionale car il n'existe aucun affleurement en surface, et la zone anormale en or étant très étendue et se poursuivant dans le prolongement de la direction des gisements du secteur de Mbanga, les possibilités de présence d'un filon sous la surface sont très élevées.

D'après les résultats ci-dessus, la présence de nouveaux gisements enfouis est hautement probable dans les zones anormales en or CC6 à GG3 de la région méridionale et dans les zones anormales en or XX25, AA35 et MM28 où sont disséminés des filons de quartz incluant de l'or. Il serait souhaitable de poursuivre des études géochimiques et géophysiques détaillées dans ces régions.

(2) Secteur de Mbanga

Des études géologiques générales, géochimiques et des prospections géophysiques ont été menées lors de la première année dans ce secteur. Lors de la seconde et de la troisième années, des études par sondages et par tranchées ont été effectuées principalement dans la zone minéralisée de Mbanga Nord.

Les successions volcano-sédimentaires du groupe protérozoïque birrimien, localement pénétrées par la diorite, de la dacite, de l'andésite et de la dolérite, sont très largement répandues dans la zone d'intérêt et les zones adjacentes. Un tuf acide crétacé formant des collines en forme de "mesa", et des alluvions quaternaires qui remplissent des dépressions topographiques, recouvrent uniformément ces successions volcano-sédimentaires. Les roches volcano-sédimentaires ont subi des métamorphismes du faciès schiste vert et sont

généralement schisteuses. La schistosité semble être pratiquement parallèle à la stratification et elle indique des directions générales grosso modo en sens ENE-WSW et plongeant de façon abrupte vers le Nord avec une légère ondulation.

Des zones minéralisées ont été reconnues dans six régions du secteur de Mbanga (Mbanga Nord, Mbanga, Mbanga Sud, Kongo Mbanga, Kongo Mbanga Sud et Kongo Mbanga Est) et, à l'exception de Mbanga Sud, toutes ces régions sont situées dans une zone géochimiquement anormale en or.

Les roches sont intensément désagrégées sous un climat semi-aride jusqu'à des profondeurs comprises entre 40 et 80 m, avec un vaste développement de couches de latérite sur le dessus de la surface.

Les roches désagrégées se divisent géologiquement en zone de saprolite, zone de transition supérieure et zone de transition inférieure, et enfin la zone de roche saine. Des veines/veinules de quartz et une silicification sont observées dans toutes les roches de la zone étudiée, et elles sont associées à une altération de la roche encaissante vert pâle et à des disséminations de sulfure ou des remplissages de fracture essentiellement composés de pyrite. La plupart des veines/veinules de quartz de cette silicification et de ces sulfures sont considérées comme étant formées sous l'effet d'une activité hydrothermale.

La minéralisation aurifère se manifeste la plupart du temps dans des veines/veinules de quartz des zones silicifiées ou leurs roches encaissantes immédiates, ainsi qu'en association avec des sulfures (pyrite essentiellement) qui se sont transformés en oxydes de fer dans la zone désagrégée. Il y a une corrélation positive évidente entre l'or et la teneur en sulfure, en particulier lorsque les teneurs en or sont sensiblement élevées. L'examen EPMA a permis d'identifier des minerais d'or renfermant une teneur en argent relativement élevée, avec des taux or/argent compris entre 2,6 et 2,9. Les autres minéraux associés sont la pyrite, la marcassite, l'arsénopyrite, la sphalérite, la tétrahédrite et la chalcopyrite.

Les températures d'homogénéisation des inclusions fluides des filons de quartz sont comprises entre 150 et 180°C (sans compensation de pression) et, à l'instar du secteur de Namaro, indiquent une formation à basses températures. On a en outre relevé des températures élevées en profondeur, basses à moindre profondeur, élevées au nord-ouest et basses au sud-est.

Les résultats de ces évaluations ont indiqué les ressources suivantes:

Zone intensément désagrégée :	864 kilotonnes, 1,41 g/t Au
Zone faiblement désagrégée :	703 kilotonnes, 1,36 g/t Au
(Sous-total de désagrégée :	1.567 kilotonnes, 1,39 g/t Au)
Zone de roche saine :	2.533 kilotonnes, 1,49 g/t Au
Total :	4 100 kilotonnes, 1,45 g/t Au

Toutefois, il faudrait poursuivre les explorations pour les autres régions.

- 1) Tranchées et sondages supplémentaires, afin de préciser les ressources de Mbanga Nord.
- 2) Tranchées et sondages pour vérifier la forte minéralisation aurifère de Kongo Mbanga Est.
- 3) Tranchées et sondages systématiques dans Kongo Mbanga Sud.

(3) Secteur de Séfa Nangue

Les résultats de l'étude effectuée dans la région de Liptako en République du Niger, de 1989 à 1991, ont permis de déterminer le secteur de Séfa Nangue en tant que zone minéralisée la plus prometteuse dans la région de Liptako et des recherches par sondages et tranchées supplémentaires ont été poursuivies lors de la première année dans le cadre de l'étude de la région de la Sirba en République du Niger.

Les sols du secteur de Séfa Nangue se composent en alternance de lave andésitique de la formation birrimienne, de brèche volcanique andésitique, de brèche tufacée, de tuf lapilli et de schiste pélitique partiellement intercalé. Dans les roches intrusives, se trouvent des filons de rhyodacite et de gabbro. On relève dans cette région une structure en petits plis, chaque formation se répétant et s'étendant généralement dans une orientation ENE-WSW. Aucune faille particulière n'y a été décelée.

La zone minéralisée de la partie centrale s'étend sur environ 1,2 km de longueur en direction EW et sur environ 0,5 km de large en direction SN et contient les filons n°1 à n°10 ainsi que de nombreux filons parallèles. Ces filons montrent une direction E-W ou WNW-ESE et un pendage rapide perpendiculaire ou en direction du sud. Les filons présentant une bonne continuation sont les filons n°1, 2, 3 et 10, dont la longueur est comprise entre 500 et 800 m et la largeur entre 1,5 et 2,0 m et la teneur en or comprise entre 1,0 et 3,3 g/t. Une minéralisation en or a été reconnue dans les filons de quartz incluant de la pyrite, de l'arsénopyrite, de la pyrrhotine disséminées et en fines veines, dans les filonnets de quartz ainsi que dans la roche mère et l'éponte silicifiée autour des filons. Les températures

d'homogénéisation des inclusions fluides des gisements sont comprises entre 240 et 340°C, et la présence de cubanite et de pyrrhotine permet d'affirmer qu'il s'agit d'un gisement d'or en filons en condition mésothermale ou catathermale typique.

Dix-huit forages supplémentaires ont été effectués qui ont permis de déceler des filons vierges dans cinq emplacements et il a été également possible de confirmer le prolongement du filon n° 1, le prolongement vers l'est du filon n° 3, la continuité vers le bas des filons n° 1, 6, 10 et P-4. Toutefois, seule la partie inférieure du filon n° 1 a présenté une teneur acceptable de 3,58 g d'or/t sur une largeur 5,5 m, les autres filons n'indiquant aucun potentiel élevé. Pour ce faire, la réserve souhaitable supplémentaire nouvellement confirmée de 640.000 tonnes n'a montré que 1,85 g d'or/t et, ajoutée à celle de 1991, les réserves souhaitables sont d'environ 3 millions de tonnes et 1,95 g d'or/t.

La zone minéralisée centrale de Séfa Nangué renferme de nombreux filons encore inconnus mais ces filons sont éloignés à des intervalles compris entre 30 et 100 m ou plus et aucun minéral aurifère n'a été décelé dans la roche mère entre les filons. Il semble difficile, d'après la largeur et la teneur de chacun de ces filons, de pouvoir envisager l'extraction à grande échelle dans ce secteur.

Contents

Préface	
Localisation de la région d'étude	
Résumé	
Chapitre 1 Introduction	1
1-1 Aperçu des études	1
1-1-1 Historique d'étude	1
1-1-2 Région des études et objectif	1
1-1-3 Moyens d'exploration	4
1-1-4 Durée des études et personnel	4
1-2 Aperçu de la région d'étude	6
1-2-1 Localisation et accès	6
1-2-2 Configuration	7
1-2-3 Climat et flore	7
1-3 Rappels	9
1-3-1 Aperçu sur la géologie	9
1-3-2 Gisements connus	9
1-3-3 Historique des études	14
Chapitre 2 Détails	19
2-1 Secteur de Namaro	19
2-1-1 Géologie et tectonique	19
2-1-2 Gisements	30
2-1-3 Etude géochimique	38
2-1-4 Analyse synthétique	53
2-2 Secteur de Mbanga	57
2-2-1 Géologie et tectonique	57
2-2-2 Gisements	58
2-2-3 Etude géochimique	84
2-2-4 Etude géophysique	100

2-2-5	Exploration par sondage-----	117
2-2-6	Etude par tranchée-----	137
2-2-7	Analyse synthétique-----	147
2-3	Secteur de Séfa Nangue-----	153
2-3-1	Géologie, tectonique et gisement-----	153
2-3-2	Exploration par sondage et tranchée-----	154
2-3-3	Analyse synthétique-----	188
Chapitre 3 Conclusions et proposition-----		197
3-1	Secteur de Namaro-----	197
3-1-1	Conclusion-----	197
3-1-2	Proposition-----	198
3-2	Secteur de Mbanga-----	199
3-2-1	Conclusion-----	199
3-2-2	Proposition-----	200
3-3	Secteur de Séfa Nangue-----	203
3-3-1	Conclusion-----	203
3-3-2	Proposition-----	204

FIGURE

Localisation de la région de la Sirba-----	iii
Fig. 1 Localisation des les secteurs d'étude en région de la Sirba-----	2
Fig. 2 Accès aux secteurs d'étude-----	6
Fig. 3 Climat et végétation en Ouest du Niger-----	8
Fig. 4 Esquisse géologique de Baoulé Mossi-----	10
Fig. 5 Esquisse géologique en Ouest du Niger-----	11
Fig. 6 Recherches antérieures dans le Ouest du Niger-----	17
Fig. 7 Carte géologique dans le secteur de Namaro-----	21
Fig. 8 Stratigraphie schématique dans le secteur de Namaro-----	23
Fig. 9 Diagramme de la variation des éléments principaux en roches magmatiques à SiO ₂ -----	26

Fig.10	Diagramme triangulaire de $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ -----	27
Fig.11	Relation entre $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ -----	27
Fig.12	Relation entre $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO})$ et SiO_2 -----	27
Fig.13	Relation entre FeO et FeO/MgO en roches magmatiques-----	27
Fig.14	Plans et coupes géologiques des indices aurifères dans le secteur de Namaro-----	35
Fig.15-1	Anomalie géochimique du Au dans le secteur de Namaro-----	41
Fig.15-2	Anomalie géochimique du As dans le secteur de Namaro-----	43
Fig.15-3	Anomalie géochimique du Sb dans le secteur de Namaro-----	45
Fig.15-4	Anomalie géochimique du Cu dans le secteur de Namaro-----	47
Fig.15-5	Anomalie géochimique du Pb dans le secteur de Namaro-----	49
Fig.15-6	Anomalie géochimique du Zn dans le secteur de Namaro-----	51
Fig.16	Carte et coupe géologique de la zone minéralisée de Mbanga Nord-----	59
Fig.17	Distribution des sites minéralisés dans le secteur de Mbanga-----	61
Fig.18-1	Esquisse d'interprétation de la configuration de la structure en zone minéralisée de Mbanga Nord-----	67
Fig.18-2	Esquisse géologique de la zone minéralisée de Mbanga-----	69
Fig.18-3	Esquisse géologique de la zone minéralisée de Kongo Mbanga-----	71
Fig.19-1	Distribution des sites minéralisés en zone minéralisée de Mbanga Nord-----	73
Fig.19-2	Distribution des sites minéralisés en zone minéralisée de Mbanga-----	75
Fig.19-3	Distribution des sites minéralisés en zone minéralisée de Mbanga Sud-----	77
Fig.19-4	Distribution des sites minéralisés en zone minéralisée de Kongo Mbanga-----	79
Fig.19-5	Distribution des sites minéralisés en zone minéralisée de Kongo Mbanga Sud-----	81
Fig.19-6	Distribution des sites minéralisés en zone minéralisée de Kongo Mbanga Est-----	83
Fig.20-1	Anomalie géochimique du Au dans le secteur de Mbanga-----	87
Fig.20-2	Anomalie géochimique du As dans le secteur de Mbanga-----	89
Fig.20-3	Anomalie géochimique du Sb dans le secteur de Mbanga-----	91
Fig.20-4	Anomalie géochimique du Cu dans le secteur de Mbanga-----	93

Fig.20-5	Anomalie géochimique du Pb dans le secteur de Mbanga -----	95
Fig.20-6	Anomalie géochimique du Zn dans le secteur de Mbanga-----	97
Fig.21	Configuration de TEM LOOP-----	100
Fig.22-1	Carte de résistivité apparente à la profondeur -100m dans le secteur de Mbanga-----	103
Fig.22-2	Carte de résistivité apparente à la profondeur -200m dans le secteur de Mbanga-----	105
Fig.23-1	Carte de résistivité estimée à la profondeur -100m dans le secteur de Mbanga-----	111
Fig.23-2	Carte de résistivité estimée-----	113
Fig.24	L'analysis synthétique par l'étude géophysique -----	115
Fig.25	Localisation des trous des sondage et des tranchées dans le secteur Mbanga-----	121
Fig.26	Colonnes géologiques de sondages de MJS-1 à MJS-17 en zones minéralisées de Mbanga Nord et Mbanga -----	125
Fig.27	Coupes géologiques de sondages MJS-1 à MJS-17 en zones minéralisées de Mbanga Nord et Mbanga -----	131
Fig.28	Géologie sch matique des tranchées MT-1 à MT-17 en zones minéralisées de Mbanga Nord et Mbanga -----	141
Fig.29	Carte géologique du secteur de Séfa Nangue -----	155
Fig.30	Stratigraphie schématique du secteur de Séfa Nangue -----	157
Fig.31	Distribution des sites minéralisés en secteur de Séfa Nangue -----	159
Fig.32	Colonnes géologiques de sondages MJNS-1 à MJNS-18 et MJNL-2 à MJNL-13 en secteur de Séfa Nangue -----	167
Fig.33	Coupes géologiques de sondages MJNS-1 à MJNS-18 et MJNL-2 à MJNL-13 en secteur de Séfa Nangue -----	171
Fig.34	Esquisses géologiques des tranchées MT-1 à MT-7 en secteur de Séfa Nangue -----	179
Fig.35	Historique de la minéralisation illustré en secteur de Séfa Nangue-----	188
Fig.36	Filons aurifères faisant l'objet du calcul pour l'estimation géologique de réserves en minerais par l'étude 1992 -----	189
Fig.37	Filons aurifères faisant l'objet du calcul pour estimation géologique de réserves de minerais par l'étude 1991 -----	190
Fig.38	Résultat d'analyse du secteur de Namaro-----	195
Fig.39	Résultat d'analyse de la zone minéralisée de Mbanga Nord -----	201
Fig.40	Géologie et minéralisation de la zone centrale en secteur	

de Séfa Nangue-----	207
Fig.41 Diagramme de block de la zone centrale minéralisée-----	209

TABLEAUX

Tab.1 Item des études-----	3
Tab.2 Item des études en laboratoire-----	3
Tab.3 Liste des membres de la consultation préalable pour l'étude-----	4
Tab.4 Liste des membres de l'équipe sur terrain-----	5
Tab.5 Température, humidité et précipitation (Nyamey)-----	8
Tab.6 Corrélation stratigraphique des formations géologiques du Baoulé-Mossi-----	12
Tab.7 Résultat d'analyse des roches entières (Namaro)-----	25
Tab.8 Liste des zones minéralisées du secteur Namaro-----	31
Tab.9 Méthode d'analyse géochimique-----	38
Tab.10 La matrice de corrélation (Namaro)-----	39
Tab.11 Valeurs statistiques pour chaque élément (Namaro)-----	39
Tab.12 L'ordre de la priorité d'exploration (Namaro)-----	56
Tab.14 La matrice de corrélation (Mbanga)-----	84
Tab.15 Valeurs statistiques pour chaque élément (Mbanga)-----	85
Tab.17 Temps de mesure en chaque chaîne (msec)-----	101
Tab.18 Résultat d'analyse des roches géophysique-----	108
Tab.19 Identification des sondages (Mbanga)-----	118
Tab.20 Partie minéralisée de résultat des sondages (Mbanga)-----	123
Tab.21 Partie minéralisée de résultat des tranchées (Mbanga)-----	139
Tab.22 Reserve géologique de la Mbanga Nord (Mbanga)-----	151
Tab.23 Identification des sondages (Séfa Nangue)-----	161
Tab.24 Partie minéralisée de résultat des sondages (Séfa Nangue)-----	163
Tab.25 Partie minéralisée de résultat des tranchées (Séfa Nangue)-----	187
Tab.26 Reserve géologique additionnelle de la central zone minéralisée (1992)-----	192
Tab.27 Reserve géologique connue de la central zone minéralisée (1991)-----	192

Tab.28	Reserve géologique de la central zone minéralisée (Séfa Nangue) -----	191
Tab.29	Proposition pour l'étude future dans le secteur de Namaro -----	198
Tab.30	Proposition pour l'étude future dans le secteur de Mbanga -----	203

APPENDICE

Organigramme sur l'étude à la région de Sirba

Organigramme sur la sélection de parties favorables à l'exploration à la région de Sirba

Colonne de sondages des MJS-1 à MJS-17 (Mbanga)

Colonne de sondages des MJNS-1 à MJNS-18 (Séfa Nangue)

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

Chapitre 1 Introduction

1-1 Aperçu des études

1-1-1 Historique d'étude

Le projet d'exploration minière de la région de Sirba, en République du Niger, a été initié sur la base du Protocole d'Accord signé d'une part, par l'Agence Japonaise Minière des Métaux (MMAJ) et d'autre part par le Ministère des Mines et de l'Energie (MME) et l'Office National des Ressources Minières (ONAREM) de la République du Niger le 20 août 1992, et est entré dans sa 3ème phase annuelle en 1995.

L'industrie minière de la République du Niger a connu autrefois une forte expansion du fait de l'exploitation des ressources en uranium, mais aujourd'hui, elle stagne en raison de la crise du marché de l'uranium. Le Ministère des Mines et de l'Energie a décidé de promouvoir systématiquement la prospection de diverses catégories de minéraux et d'encourager les entreprises privées, y compris étrangères, à revitaliser l'industrie minière du pays en diversifiant ses produits. Dans le cadre de cette politique de diversification de la prospection et de l'exploitation minière, en 1988, le gouvernement de la République du Niger a sollicité du gouvernement japonais, une aide financière pour la prospection de minéralisation d'or dans les formations birrimiennes de la région dénommée "Liptako". En réponse à cette requête, de 1989 à 1991, l'Agence Japonaise Minière des Métaux (MMAJ) a réalisé le Projet de prospection minière de la région de Liptako (qui s'étend sur une superficie de 3.440 kilomètres carrés). Les résultats des travaux de ce projet ont révélé l'existence de plusieurs gisements aurifères, dont ceux de Séfa Nangue et de Mbanga, caractérisés par une direction Nord-Est/Sud-Ouest. En conséquence, la région de Namaro, qui est le prolongement au Nord-Est de Liptako, a été considérée comme zone à potentiel aurifère, et a donné naissance à un nouveau projet, celui de la "région de Sirba", englobant ainsi les secteurs de Séfa Nangue et de Mbanga du projet "Liptako".

1-1-2 Région des études et objectif

La région de la Sirba en République du Niger se compose du secteur de Namaro (430 km²) et du secteur de Mbanga (15 km²) et les études de la nature des sols, des structures géologiques et des zones minéralisées permettront non seulement de découvrir de nouveaux gisements mais également de procéder à un transfert des technologies de prospection aux techniciens nigériens. Des sondages supplémentaires ainsi que des études par tranchées

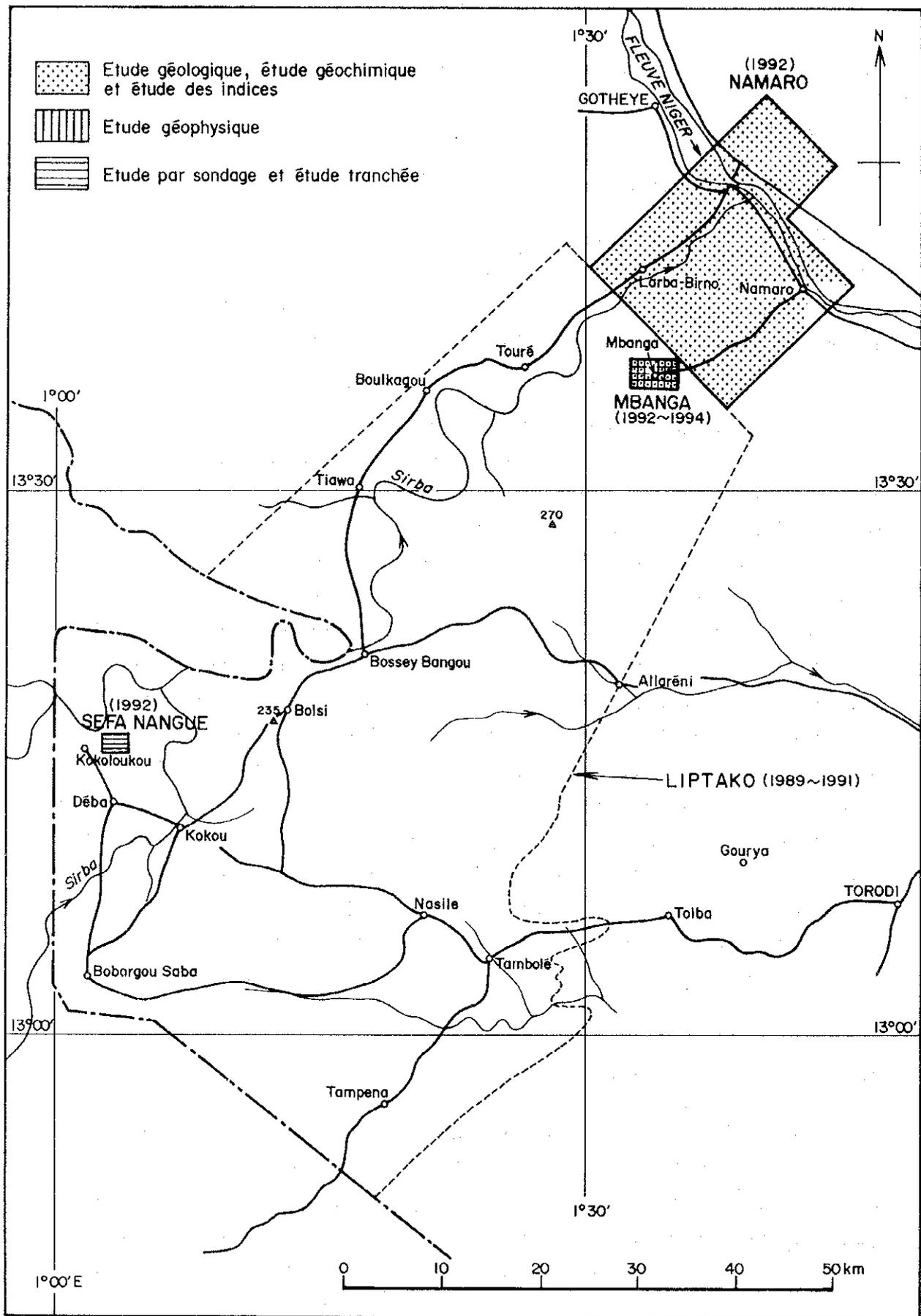


Fig. 1 Localisation des les secteurs d'étude en région de la Sirba

Tab. 1 Item des études

Phase	Secteur	Nature d'étude	Quantité
Première 1992-1993	Namaro	Exploration géologique et géochimique regionale	430 km ² , 1707 échant.
		Etude du zones minéralisées	16 sites
	Mbanga	Exploration géologique et géochimique détaillée	15 km ² , 380 échant.
		Etude du zones minéralisées	8 sites
	Séfa Nangue	Exploration géophysique (Méthode:SIROTEM 3)	15 km ² , 375 points
		Exploration par tranchée	7 excav. total 700m
Deuxième 1993-1994	Mbanga	Exploration par sondage	18 puits, total 2708,8m
		Etude du zones minéralisées	6 sites
		Exploration par tranchée	3 excav. total 500m
		Exploration par sondage	5 puits, total 763,0m
Troisième 1994-1995	Mbanga	Etude du zones minéralisées	3 sites
		Exploration par tranchée	14 excav. total 4900m
		Exploration par sondage	12 puits, total 1525,1m

Tab.2 Item d'études en laboratoire

Phase	Nature d'étude	Quantité
Première 1992-1993	Analyse géochimique de sol (Au, Ag, Cu, Pb, ZN, As, Sb, Se)	2.087
	Analyse chimique de minerai (Au, Ag)	876
	Lame mince	20
	Section polie	41
	Examen par EPMA	3
	Diffraction de rayons X	20
	Analyse total de roche	10
	Détermination du age (Rb-Sr)	3
	Inclusion fluide	5
	Mesure de résistivité de roche	33
	Deuxième 1993-1994	Analyse chimique de minerai (Au, Ag)
Lame mince		10
Section polie		21
Examen par EPMA		5
Diffraction de rayons X		11
Troisième 1994-1995	Analyse chimique de minerai (Au)	3282
	Analyse chimique de minerai (Au, S)	504
	Analyse chimique de minerai (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Cd)	33
	Lame mince	5
	Section polie	13
	Examen par EPMA	3
	Mesure de densité de roche	29
Inclusion fluide	11	

ont été effectuées dans la secteur de Sefa Nangue afin d'obtenir des informations plus précises sur la zone minéralisée centrale de Sefa Nangue.

1-1-3 Moyens d'exploration

L'étude géologique et l'étude géochimique ont été menées selon un quadrillage de 500 m et l'indice minéralisé de 16 emplacements a été recherché. Les études géologique, géochimique et la méthode électromagnétique transitoire (TEM) ont été appliquées selon un quadrillage de 200 m. En outre, l'indice minéralisé a été recherché dans 6 emplacements, des tranchées exécutées dans 17 points et des échantillonnages pris dans 17 autres endroits. Dans la région de Séfa Nangue, 7 tranchées ont été excavées et 18 études par échantillonnage ont été effectuées. Les études entreprises par année ainsi que les analyses effectuées en laboratoires sont présentées dans le tableau 1.

1-1-4 Durée des études et personnel

La durée de planification des études ainsi que la liste des membres de la délégation chargée des modalités de l'accord sont présentées au tableau 3. Le programme des études en site ainsi que la liste des membres de la mission d'étude sont présentés dans le tableau 4.

Tab.3 Liste des membres de la consultation préalable pour l'étude

Contrepartie Japonaise		Contrepartie Nigérienne	
Sakasegawa, Toshio	(MMAJ)	Abdoulrazck Amadou	(MME)
Kagawa, Hiroaki	(MMAJ)	Gaouri Ousmane	(ONAREM)
Maeshima, Masamichi	(MMAJ)	Oumarou Hamadou	(MME)
Suzuki, Tetsuo	(MMAJ)	Mohamane Ouarkou	(ONAREM)
Takamoto, Kosuke	(MMAJ)	Amadou Biry Kouly	(ONAREM)
Minowa, Atsuhiko	(MMAJ)	Aksar Abdoukarim	(ONAREM)
Shiokawa, Satoshi	(MMAJ)	Ogura, Nobuo	(ONAREM)
Osame, Atsushi	(MMAJ)	Madou Ibrahim Laouane	(ONAREM)
		Issaka Ibrahim	(ONAREM)
		El Hamet Mai Ousmane	(ONAREM)
		Ari Chériff Ari	(ONAREM)
		Ari Koura Mahamadou	(ONAREM)

Tab.4 Liste des membres de l'équipe sur terrain

Phase	Attribution	Contrepartie Japonaise	Contrepartie Nigérienne
Première 1992-1993	Chef de mission	Nakashima, Kiyoharu (SCC)	Ari Shériff Ari (ONAREM)
		Kawai, Masakazu (SCC)	Amadou Issa (ONAREM)
	Géologique et géochimique	Hase, Masahiro (SCC)	Issoufu Sanda (ONAREM)
		Nonami, Atsumu (SCC)	Souleymane Salifou (ONAREM)
		Willamson Steve Luke (SCC)	Iro Dogo Galadima (ONAREM)
		Ii, Hiroyuki (SCC)	Issaka Nomao (ONAREM)
	Géophysique	Shiokawa, Yuichi (SCC)	Ibrahim Hassne (ONAREM)
		Katsuta, Mitsuru (SCC)	Idi Tambari (ONAREM)
			Samba Hima (ONAREM)
	Sondeur	Kudo, Shinichi (SCC)	Salou Issaka (ONAREM)
		Tabata, Toshio (SCC)	Mamane Ousmane (ONAREM)
		Fujishiro, Hideyuki (SCC)	Yero Amadou (ONAREM)
Konno, Takeshi (SCC)		Amadou Mouhamed (ONAREM)	
Deuxième 1993-1994	Chef de mission	Nakashima, Kiyoharu (SCC)	Ari Shériff Ari (ONAREM)
			Abdoulkarim Boureima (ONAREM)
	Géologique		Amadou Issa (ONAREM)
			Manou Doutchi (ONAREM)
			Mamane Ousmane (ONAREM)
Sondeur	Narita, Toshiharu (SCC)	Yero Amadou (ONAREM)	
	Konno, Takeshi (SCC)		
Troisième 1994-1995	Chef de mission	Miyajima, Hiroshi (SCC)	Ari Shériff Ari (ONAREM)
		Nagao, Takaaki (SCC)	Idi Tambari (ONAREM)
	Géologique		Sibiacou Iro Chabla (ONAREM)
			Manou Doutchi (ONAREM)
			Ousseini Amadou (ONAREM)
	Sondeur	Narita, Toshiharu (SCC)	Mai Boukar Arouma (ONAREM)
		Fukushima, Sachio (SCC)	Yero Amadou (ONAREM)
		Suekawa, Hideyoshi (SCC)	Lompo Alassane (ONAREM)
		Maruyama, Masaru (SCC)	Seydou Bonzougou (ONAREM)
	Chauffeur		Amadou Mohamed (ONAREM)
		Djibrilla Hamani Morou (ONAREM)	
		Manou Ibrah (ONAREM)	

N.B.: SCC: Sumiko Consultants Co., Ltd.

1-2 Aperçu de la région d'étude

1-2-1 Localisation et accès

Secteur de Namaro et Mbanga : Ce secteur est situé à environ 60 km au nord-ouest de Niamey. Les moyens de transport et la durée du voyage entre Niamey et la base sont les suivants: 60 km de Niamey à la base par véhicule (une heure sur bonne route le long de la rive gauche du Niger). Après la base, tous les emplacements du secteur sont accessibles par véhicule 4 x 4. Il faut 50 minutes pour aller de l'hôtel au secteur de Mbanga (25 km).

Secteur de Séfa Nangue : Ce secteur est situé à environ 7 km au nord du village de Déba près de la frontière avec le Burkina Faso. Un camp de base a été établi dans le secteur et le ravitaillement en vivres et en eau a été effectué à partir de Déba. Les moyens de transport et la durée du voyage entre Niamey et le camp de base sont les suivants:

Véhicule à traction sur quatre roues

Niamey - Torodi - Tambolé - Kakou - Déba - Séfa Nangue

160 km (4,5 heures)

Le sentier entre Tambolé et Séfa Nangue a dû être aménagé pour faire passer le camion chargé des équipements de sondage. Le voyage en camion entre Niamey et le camp de base dure huit heures.

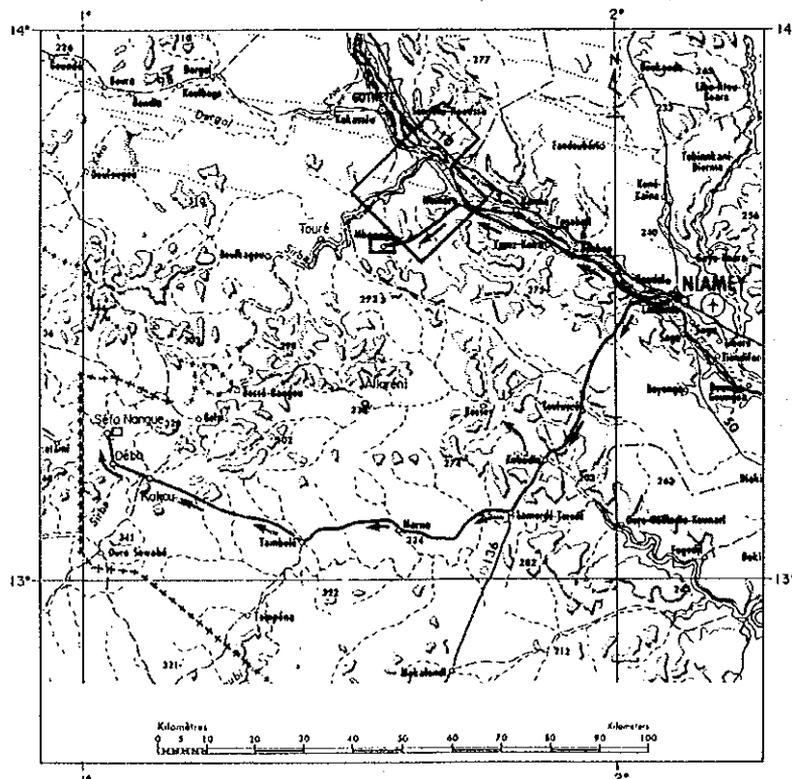


Fig. 2 Accès aux secteurs d'étude

1-2-2 Configuration

Secteur de Namaro et Mbanga : Une plaine de 200-235 m de hauteur occupe presque la totalité du secteur, des collines résiduelles d'une hauteur de 275-295 m étant situées dans la partie centrale et sud. Une dune de 2 km de large traverse la partie centrale, avec une orientation E-W.

Le fleuve Niger s'écoule toute l'année dans la partie nord-est du secteur et un affluent de la Sirba qui s'assèche pendant la saison sèche s'écoule dans la partie nord-ouest du secteur.

Secteur de Séfa Nangue : La partie est de ce secteur est couverte par une plaine latéritique de 245-268 m de hauteur, alors que sa partie ouest montre des pentes douces de 230-250 m de hauteur avec des vallons secs dentritiques. On trouve souvent des pentes abruptes au pied des collines.

1-2-3 Climat et flore

Le climat du Niger est continental et sec et se divise en trois zones du nord au sud: saharien, sahélien et tropical. Le climat et la flore de la région d'étude, présentés à la Fig.3, sont de type saharien nord au nord et sahélien sud au sud. Les températures, l'humidité et les précipitations sont présentées dans le tableau 5.

Secteur de Namaro et Mbanga : Ce secteur appartient à la zone climatique sahélienne sud, c'est-à-dire à une zone sèche (novembre-avril) ou semi-sèche (mai-octobre). Les températures varient entre 35 et 40°C dans la journée et chutent à environ 20°C après la tombée de la nuit.

La flore est celle d'une zone de steppe où se développent des arbustes et des steppes.

Secteur de Séfa Nangue : Ce secteur appartient à la zone soudanienne nord, c'est-à-dire à une zone semi-sèche. Comparées à celles du secteur de Namaro, les températures sont généralement un peu plus basses et les précipitations un peu plus abondantes.

Tab. 5 Température, humidité et précipitation (Niamey)

	Jan.	Feb.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annuel
Temp. (°C)	24,5	27,3	30,6	33,6	33,5	31,1	28,4	27,2	28,1	30,3	27,9	24,8	28,9
Humid. (%)	22	17	18	28	43	55	67	77	73	52	35	26	43
Préc. (mm)	0,0	0,0	1,7	4,1	38,9	98,5	154,5	212,4	113,7	25,2	0,0	0,0	694,0

N.B.: Station: Niamey (18° 41' N, 12° 55' E, Altitude 357m)

Durée observée: Temp. 1951-1980, Humidité 1961-1967, Précip. 1952-1976

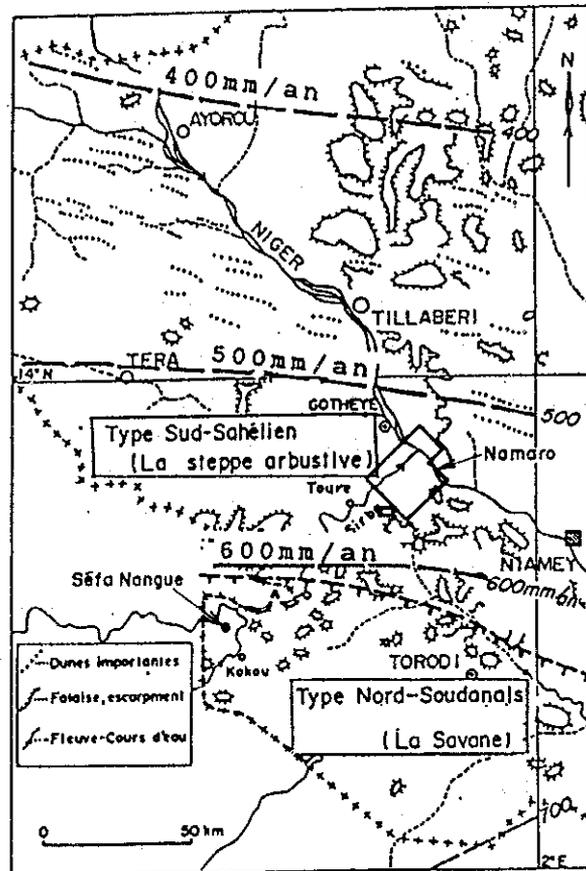


Fig. 3 Climat et végétation en Ouest du Niger

1-3 Rappels

1-3-1 Aperçu sur la géologie

Sur le plan de la géotectonique, la partie Est du craton Ouest africain englobant la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Mali, le Burkina Faso et la partie Sud-Ouest du Niger, s'appelle le domaine géologique Baoulé-Mossi. Il comprend essentiellement des formations du protérozoïque inférieur du groupe birrimien ou leurs équivalents, ainsi que des roches granitiques associées. Le domaine Baoulé-Mossi est célèbre pour l'abondance de gisements aurifères à son sein, notamment ceux de Loulo, Kalana, Syama, Ashanti et Poura. Cette province géologique se divise en deux sous-provinces (Fig.4, Tab.6).

La sous-province birrimienne

La sous-province de Basin-and-Mole

La première comprend la partie sud du Ghana et le bassin de la Comoe en Côte d'Ivoire, et elle est composée essentiellement de roches volcano-sédimentaires métamorphosées du groupe birrimien. La seconde comprend le Burkina Faso et le Sud-Est du Niger, et est composée essentiellement de formations du groupe birrimien ou de leurs équivalents et sont entrecoupées par quelques ceintures granitiques qui ont tendance à s'orienter Nord-Est / Sud-Ouest, ou Nord-Nord-Est / Sud-Sud-Ouest. La partie Sud-Ouest du Niger abrite trois zones du groupe birrimien, adjacentes au Nord-Est au Burkina Faso, et qui s'appellent respectivement, du Nord-Est au Sud-Ouest, la série de Kourki, la série de Téra-Gassa, et la série de Sirba. Les régions du Liptako et de la Sirba, où s'est déroulée l'exploration conjointe nigéro-japonaise, sont situées au Sud-Est de la zone birrimienne de Sirba. La région de Namaro occupe une superficie importante de la partie Nord-Est de la région de Sirba (Fig.5).

Le groupe birrimien, composé essentiellement de roches volcano-sédimentaires, est réparti sur une vaste superficie de la région de Namaro, et il recouvre le socle pré-birrimien (2 953 Ma) de granodiorite gneissique. Des éluvions et des alluvions du quaternaire, de la latérite du tertiaire et des tufs partiellement acides du Crétacé recouvrent uniformément le groupe birrimien. Les roches volcano-sédimentaires birrimiennes sont pénétrées par des roches basiques, granodiorite, andésite, dacite, dolérite et autres roches intrusives.

1-3-2 Gisements connus

L'étude de la géologie et de la minéralisation de la région sud-ouest de la République

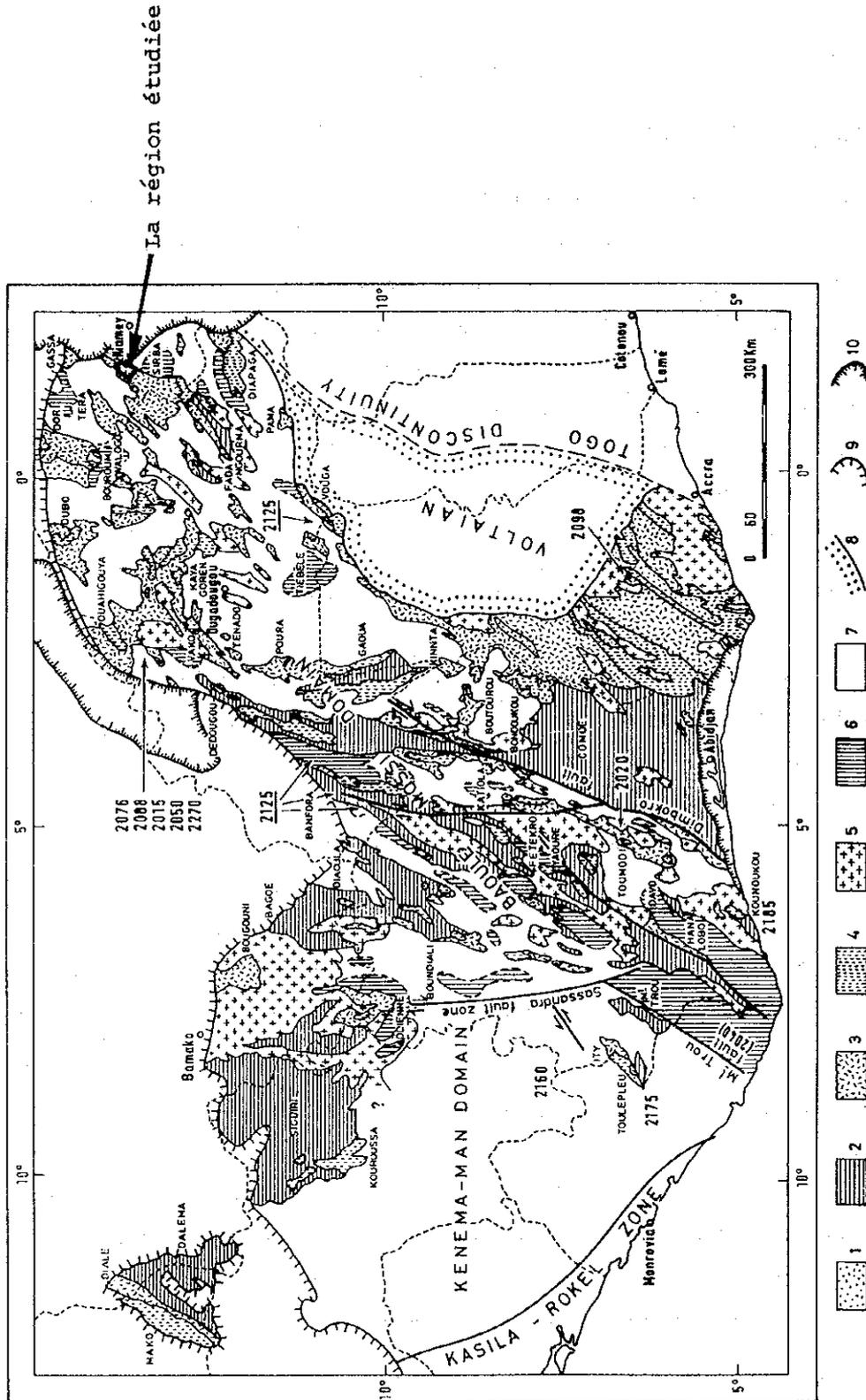
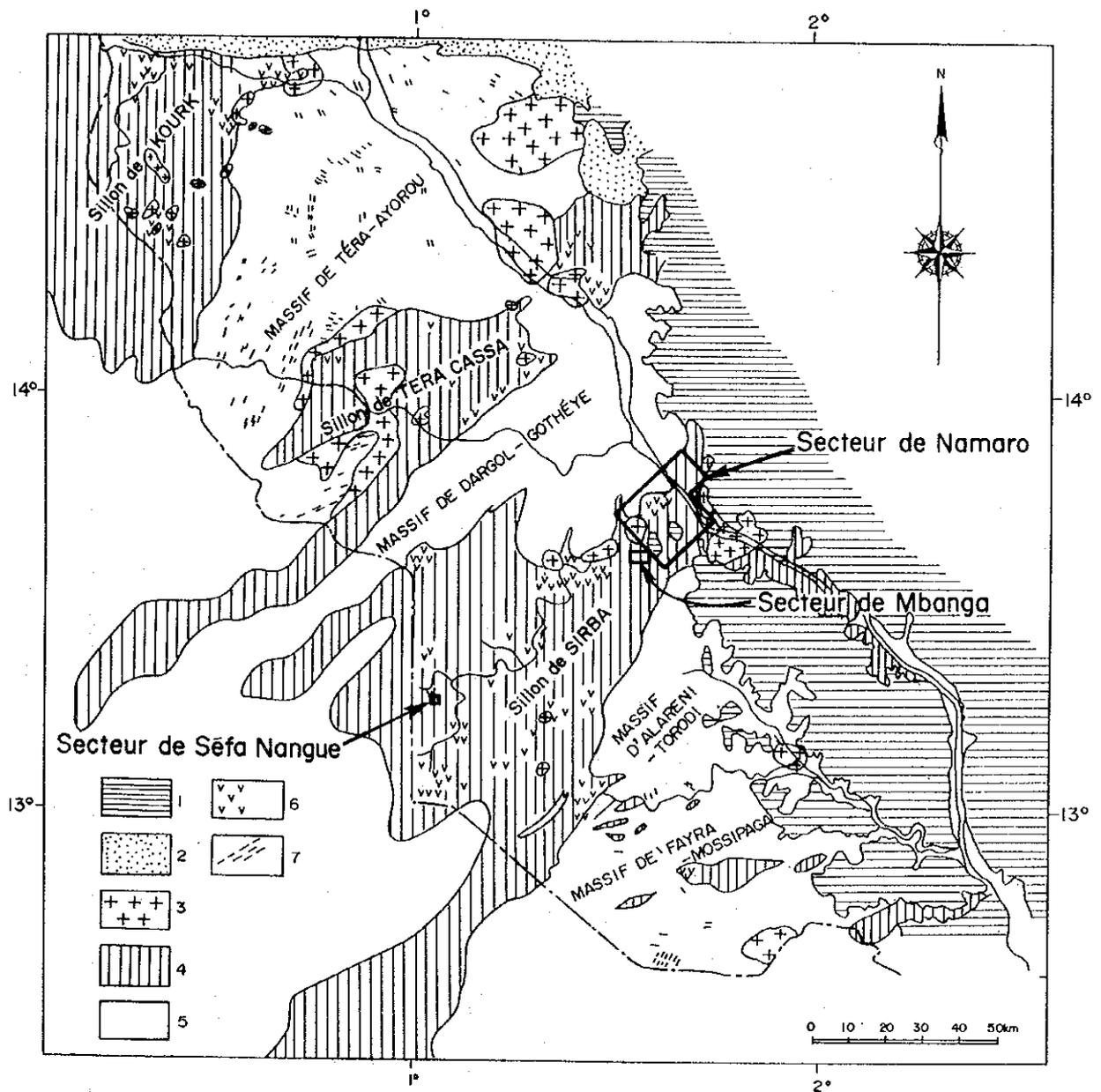


Fig. 4 Esquisse géologique de Baoulé Mossi



LEGENDE

1. Sediments Tertiaires; 2. Sediments Infracambrien
3. Granites post/syn-Birimien; 4. Birimien
5. Granites et Gneiss pre-Birimien; 6. Roches vertes
7. Migmaties

E. Machens, 1973 (Corrigé en partie)

Fig. 5 Esquisse géologique en Ouest du Niger

Tab. 6 Corrélation stratigraphique des formations géologiques du Baoulé-Mossi

Ghana Cahen L. et al (1984)	Côte d'Ivoire Cahen L. et al (1984)	Burkina Faso Hout D. et al (1987)	Niger occidental L'étude actuelle (1994)
Eburnian III	??Tarkwaïen (1800 Ma ~ 1900 Ma)	(1800 Ma ~ 2000 Ma)	(1700 Ma ~ 1900 Ma)
Formation Humi (quartzite et phyllite)	Granites Windéné et Granites Boudoukou	Granites	Granites, Granodiorites
Formation Tarkwa (phyllite)	Série de Kinkéné	? Roches de sédimentaire clastique (2000 Ma ~ 2100 Ma)	
Formation Banket (quartzite et conglomérat)			
Formation Kewese (conglomérat)			
Discordance	Discordance	Discordance	?
Granites syntectoniques et intrusive	Granites Baoulé	(2100 Ma ~ 2200 Ma) Tonalites, Granites	
Formation de basique volcanique	Formation volcano-clastique de Louga=Séries de Inahiri	Formation volcano-sédimentaire Volcanique acide (calco-alkaline)	Roche argileux, gréseux et silicifiée Roches sédimentaires ou pyroclastique
Formation de acide volcanique		Volcanique neutre-mafique et sédimentaire	Volcanique neutre-mafique et sédimentaire
Formation de volcano-psammite		Volcanique mafique (et ultrabasique?) (tholéïte) (~ 2400 Ma)	Volcanique mafique (gabbro ou amphibolite)
Discordance	Discordance		
Formation supérieure et sableux (Flysh psammitique)	Formation Flysh de Kounoukou et Doulayeko paragneiss		
Formation supérieure et argilitieux (Flysh argilitieux)			
Formation moyenne et sableux (Flysh psammitique-argilitieux)			
Formation inférieure et argilitieux			
Formation inférieure et sableux			
Discordance	Discordance		
Formation supérieure et sableux (Flysh psammitique)	Granite gneiss de Niéga-Pauli Plage paragneiss Monogaga	Liberian (± 2700 Ma)	(± 3000 Ma)
Formation supérieure et argilitieux (Flysh argilitieux)		Granites, Migmatites, Roche ultrabasique, Gramulites	Granites, Granite gneiss, Migmatites
Formation moyenne et sableux (Flysh psammitique-argilitieux)			
Formation inférieure et argilitieux			
Formation inférieure et sableux			

du Niger a été commencée par E. Machens (1958-1964). L'exploration a tout d'abord porté sur le sable aurifère, découvert très tôt. Depuis, de nombreux filons de quartz aurifère ont été découverts et l'exploration de la zone minéralisée en minerai aurifère a considérablement progressé.

La minéralisation en or est distribuée dans la région de la formation birrimienne.

La distribution de la formation birrimienne est divisée du nord au sud en trois sillons, Kourki, Téra-Gassa et Sirba. Il existe quelques zones minéralisées importantes comme Mbanga, Tchalkan, Libili, Séfa Nangue, Kokoloukou et Koma Bangou (Fig.6).

- 1) **Zone minéralisée de Mbanga:** l'étude conjointe JICA/MMAJ en 1989-1991 a permis de déceler de bonnes teneurs en or dans les filons de quartz et aux encaissantes de 58,4 g/t et 67,2 g/t au maximum en or.
- 2) **Zone minéralisée de Tchalkan:** Cette zone comporte en général des veinules de quartz aurifère et est largement extraite par les habitants. La teneur des veinules est en moyenne de 3 à 5 g/t d'or. Les résultats des explorations effectuées par PADEM depuis 1990 ne sont pas encore disponibles.
- 3) **Zone minéralisée de Libili:** Cette zone a été étudiée par JICA/MMAJ en 1990 par le biais de forages de 10 m de large et de 300 m de long. Des échantillons de 11,9 g/t d'or ont pu être prélevés. De nombreuses petites zones minéralisées sont situées autour de cette région (domaine encerclant la zone sur 1 à 2,5 km) et une zone anormale claire aurifère a également été observée. PADEM a commencé l'exploration de cette zone par sondages entre autres en 1990 et la poursuit actuellement.
- 4) **La zone minéralisée de Séfa Nangue:** Le secteur Déba dans cette zone a été étudié par ONAREM/ACDI. Le secteur de Séfa Nangue a été ensuite étudié plus en détail par JICA/MMAJ entre 1989 et 1991. Les réserves en minerais ont été estimées à 2 370 000 de tonnes, avec une teneur moyenne de 2,0 g d'or par tonne et de 4,8 tonnes d'or. (Jusqu'à une profondeur de 200 m, la teneur de la coupure est de 0,5 g d'or par tonne).
- 5) **Zone minéralisée de Kokoloukou:** 17 trous de sondages ont été réalisés par ONAREM/ACDI entre 1985 et 1987 qui ont permis de trouver une bonne teneur de 20,7 g d'or par tonne sur une largeur de 1,56 m. La zone minéralisée a 0,4 m de largeur en moyenne sur 450 m de longueur et elle est extraite par les habitants.
- 6) **Zone minéralisée de Koma Bangou:** Les filons de quartz aurifère sont au nombre de 20 sur une superficie de 4,5 km (E-W) et de 3,5 km (N-S). Cent trous de sondages ont été

réalisés jusqu'en 1992 (d'une longueur totale de 9 500 m) et l'exploration se poursuit actuellement.

1-3-3 Historique des études

Comme il a été signalé plus haut, une série de projets d'exploration aurifère a vu le jour dans le Sud-Ouest du Niger en vue de relancer l'industrie des ressources minières du pays qui, à l'heure actuelle, est basée exclusivement sur l'exploitation de l'uranium et d'exploiter d'autres substances minérales. La plupart de ces projets ont été réalisés dans le cadre d'une assistance technique Nations unies, France, Japon, Canada et autres pays du Comité d'aide au développement (Fig.6).

1958-1964 : Etude stratégique et étude géochimique de la région du Liptako, par E.Machens (BRGM).

1964-1965 : Recherche de sable aurifère dans les alluvions et pour minéralisation aurifère par puits, tarières et augettes à main dans la région de la Sirba inférieure, par R.Veux (BRGM).

1968-1975 : Etude stratégique géochimique de la région du Liptako. Etude géologique par échantillonnage des sols près de la Sirba, par le PNUD.

1974-1975 : Etude géochimique du bassin de Téra-Gassa et de la Sirba (superficie 3 500 km², 11 200 échantillons dans la région stratégique et 9 595 échantillons dans la région tactique) par R.Mignon (BRGM).

1981-1988 : Par ONAREM, ONAREM et ACDI:

- Secteur de Touré:

- 1981-1982: étude géochimique par échantillonnage des sols (stratégique et tactique), étude géophysique (magnétique et IP), puits et tranchée.

- 1984-1986: étude par puits et tranchée.

- Secteur de Bolsi-Bossey Bangou:

- 1984-1986: étude par puits et tranchée

- 1986-1988: étude géochimique

- Secteur de Déba:

- 1981-1982: étude géochimique par échantillonnage des sols (4 070).

- 1984-1986: étude géologique, géochimique et géophysique

- 1985-1986: sondage pour le gisement Kololokou (8 trous, 960 m), étude géochimique de la zone anormale.
- 1986-1987: sondage pour le gisement Kololokou (7 trous, 813 m), étude géochimique de la zone anormale.
- 1987-1988: Tranchée pour anomalie géochimique.
- 1985-1987 : Sondage de ONAREM/Géomines (Canada) de la région de Kama Bangou.
- 1988-1993 : Sondage de l'ONAREM dans la région de Kama Bangou.
- 1986-1991 : Etude géologique et géochimique sur la rive droite moyenne (1 500 km²) par DRGM/ONAREM.
- 1989-1991 : Région du Liptako
 Sillon de la Sirba (3 440 km²): Analyse des images du satellite Landsat et étude géologique et géochimique.
 Zone minéralisée de Séfa Nangue et Déba: Etude géophysique et sondage (17 trous, 2 571 m) par JICA et MMAJ/ONAREM.
- 1990-1992 : Etude géochimique et étude de la zone minéralisée du sillon de Téra-Gassa à la partie centrale du sillon de la Sirba, par PADEM.
- 1988-1993 : Etude par sondage ou Région de Koma Bangou.

BRGM: Bureau de Recherches géologiques et minières
 PNUD: Programme des Nations Unies pour le Développement
 ACDI: Agence Canadienne de Développement International
 DRGM: Direction des Recherches géologiques et minières
 PADEM: Projet d'appui au Développement Minier

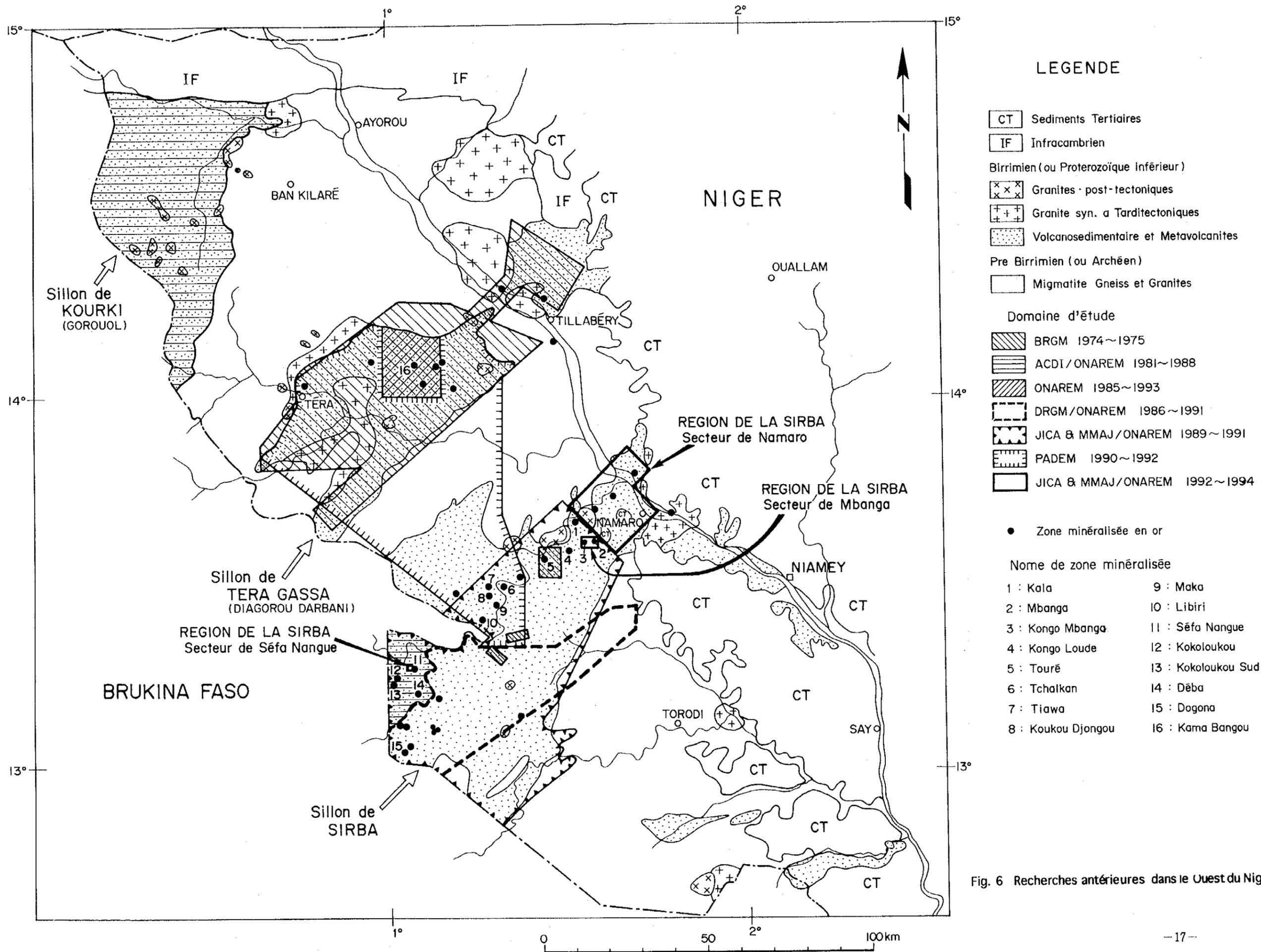


Fig. 6 Recherches antérieures dans le Ouest du Niger

CHAPITRE 2 DETAILS

Chapitre 2 Détails

2-1 Secteur de Namaro

2-1-1 Géologie et tectonique

(1) Géologie

On n'observe que peu d'affleurements de roche dans cette zone car presque toute sa superficie est recouverte d'une couche latéritique, alluvionnaire ou éolienne. Par conséquent, la frontière géologique a souvent été dessinée sur les cartes à partir de suppositions. Les roches de cette zone sont la granodiorite gneisseuse pré-birrimienne, les roches volcaniques, les roches sableuses et pélitiques (intercalées avec des dépôts volcaniques) du groupe des formations birrimiennes, des roches tuf acides et de la latérite tertiaire, une couche éolienne et des alluvions du quaternaire. Les amas sont constitués de roche basique, de granodiorite et de dolérite post-birrimienne. Les ères géologiques sont résumées dans l'ordre chronologique ci-après (Fig.7,8).

Granite gneisseux pré-birrimien : Ces roches s'étendent de manière discontinue dans la partie ouest et nord et sur une bande étroite à l'extrémité est. La structure gneisseuse se présente en général dans la roche et est particulièrement remarquable dans le massif nord. Le massif de roches à l'ouest est faible en structure gneisseuse du fait de sa ressemblance à la granodiorite post-tectonique, sauf pour ce qui est de son indice de couleur un peu plus élevé. L'analyse complète de cette roche, reconnue comme diorite quartzifère ou tonalite au microscope, permet de la classer dans le groupe des tonalites ou des granites I. L'âge (déterminé par Rb/Sr) de ces roches du massif ouest a été estimé à 2953 Ma (± 443 Ma). La structure gneisseuse du massif nord est présente de N55-70° ouest et de 80 NE, ce qui représente une orientation en angle droit pour la schistosité du groupe de formations birrimiennes. Il semble que cette orientation résulte d'un mouvement tectonique antérieur à celui du birrimien.

Groupe de formations birrimiennes : Ce groupe présente de bas en haut des roches méta-volcaniques basiques, des roches méta-volcaniques neutres et des roches sédimentaires normales-volcaniques. Les roches primaires, un peu disséminées dans la partie sud-ouest, sont le basalte à grain grossier, la diabase et le gabbro. Les roches secondaires s'étendent de la partie ouest à la partie nord-ouest en cernant la granite gneisseuse pré-birrimienne et également en petites quantités dans la partie centrale. Elles se présentent quelquefois en couche fine dans les roches sédimentaires et sont

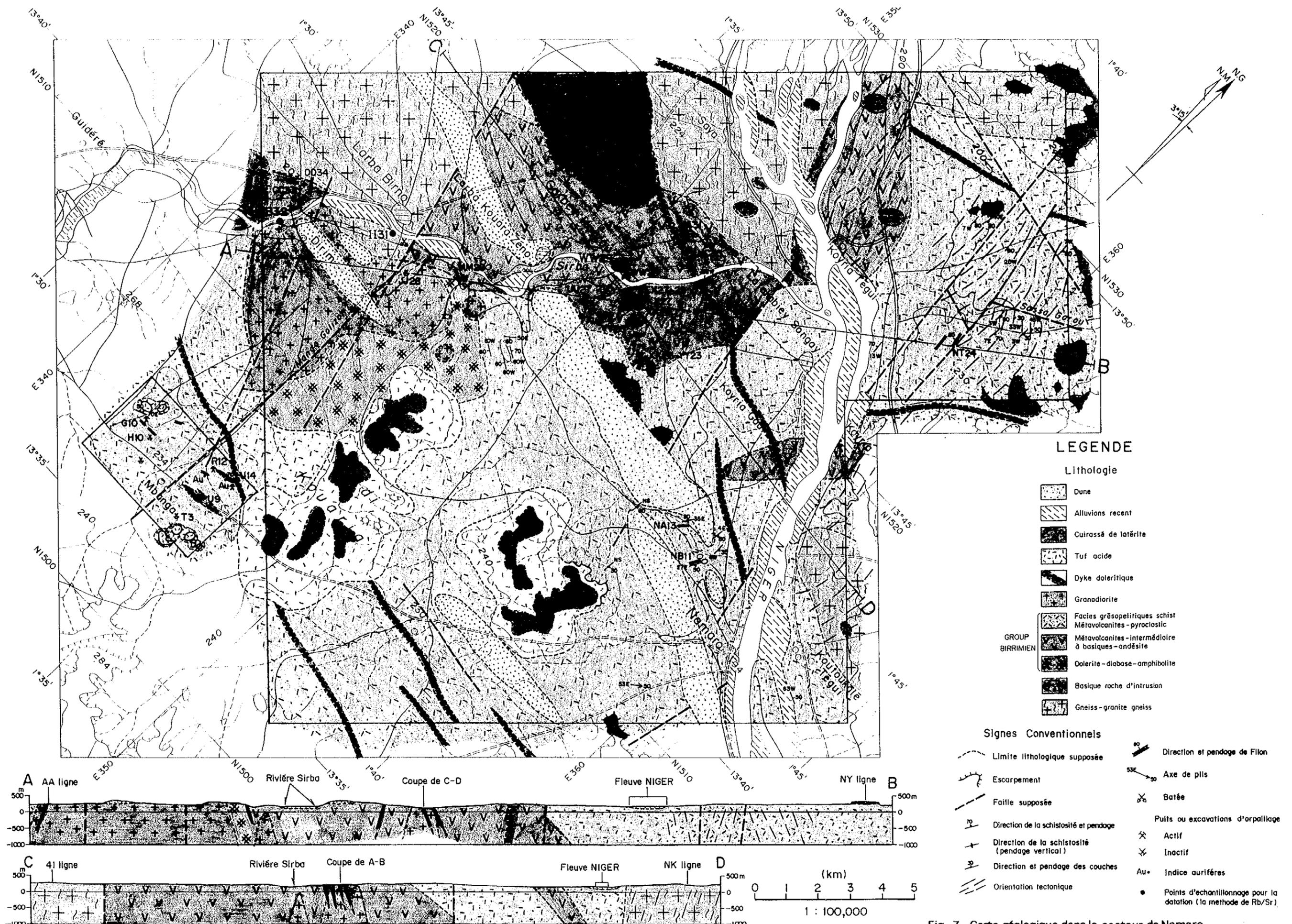
principalement de la lave andésitique avec une faible teneur en phénocrystal et accompagnent en partie les roches andésitiques tachées, la lave basaltique et la couche fine de tuf. Etant généralement de faible structure schisteuse, cette structure est néanmoins beaucoup plus prononcée dans la partie nord où ces roches présentent un faciès de roches vertes ou d'amphibolites. Les roches tertiaires s'étendent plus largement dans le secteur de la partie centrale que dans celui de l'est. Dans ces roches, la couche volcanique est intercalée à la partie supérieure de la formation. La direction des roches varie et passe de NE-SW à la partie sud à N-S dans la partie nord. Elles présentent une structure schisteuse dans la partie est et nord.

Roche basique d'intrusion : La roche basique d'intrusion, trouvée à N139 dans la granodiorite gneisseuse pré-birrimienne, est une roche holocristalline avec abondance de pyroxène à grain grossier et schisteux. La période d'intrusion de cette roche n'est pas encore déterminée mais l'étude menée lors de la seconde année a permis de conclure qu'elle correspondait à la période d'activité volcanique basique du début du birrimien.

Granodiorite post-tectonique : Elle se présente en affleurement dans le granite gneisseux pré-birrimien et les roches méta-volcaniques birrimiennes dans la partie ouest, excepté celle affleurant dans le granite gneisseux pré-birrimien de la partie est. Elle se trouve en grand massif de 7 km de longueur dans la partie sud-ouest, les autres étant de petits massifs de moins de 1 km de long. Il s'agit d'une roche massive à grain moyen, appartenant au groupe de la tonalite et du granite I par analyse complète. Le grand massif situé à la partie ouest et le petit massif situé à la partie ouest du centre indiquent un âge de $1701 \text{ Ma} \pm 517 \text{ Ma}$ et de $1868 \text{ Ma} \pm 239 \text{ Ma}$ respectivement après détermination (Rb/Sr). L'intrusion de granodiorites s'est probablement produite à la fin ou un peu après le mouvement tectonique de la région car, au microscope, les granodiorites ne présentent aucune déformation de structure.

Dolérite : L'analyse de magnétisme aérienne et les photographies aériennes (CIDA, 1976 et 1977) ont révélé que la dolérite était une zone anormale remarquable du point de vue du magnétisme linéaire avec une orientation WNW-ESE et NE-SW qui laisse supposer l'existence de dikes de roche basiques recoupant la formation pré-birrimienne. Les études de cette année ont confirmé la présence de plusieurs dikes ayant une orientation WNW-ESE. La dolérite recoupait le groupe des formations birrimiennes et a probablement affleuré dans les lignes fragiles formées par un mouvement de faille postérieur au mouvement tectonique à la fin du Birrimien.

Tuf acide : Distribué sous forme de plateau, au sud du secteur, il possède un faciès



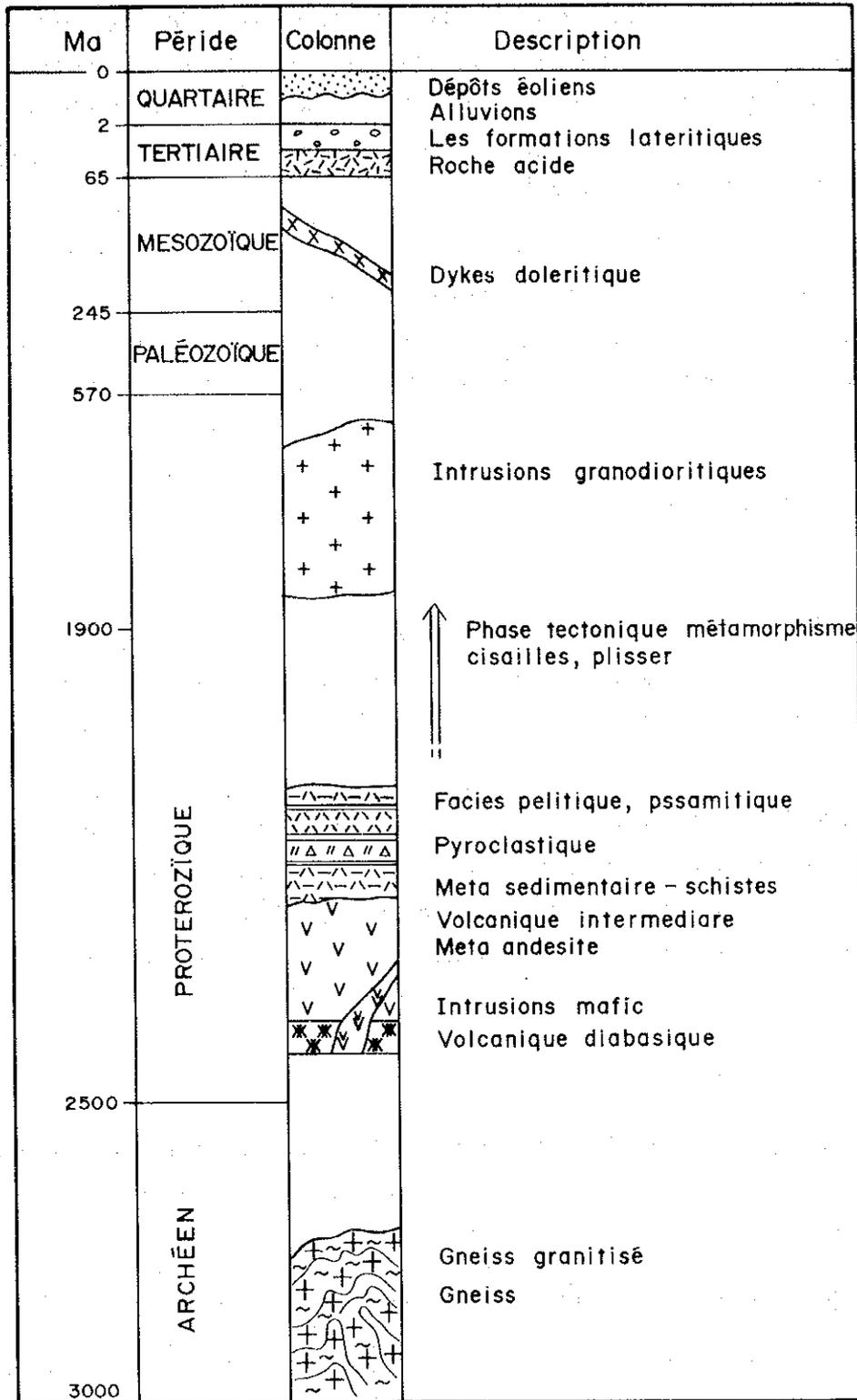


Fig. 8 Stratigraphie schématique dans le secteur de Namaro

gris clair-blanc. Il est généralement fortement argilisé par la kaolinisation au cours de la désagrégation. L'étude microscopique montre du quartz en paillettes, du feldspath potassique et une pâte brune et opaque. La couche de tuf acide correspond à la couche de grès argileux de la formation du groupe continental terminal décrite sur la carte géologique au 1/200 000 ème de E.Machens (1967).

Latérite : La couche latéritique se présente comme suit: Sur un plateau dans les parties sud, ouest et nord-est avec une épaisseur comprise entre 1 et 3 mètres. La latérite sur le plateau montre une couche conglomératique avec galets fins ou moyens consolidés par du fer oxydé accompagnant souvent la couche sous-jacente fortement kaolinisée. Toutefois, la couche latéritique est composée de deux couches: une couche supérieure formée d'un dépôt lâche de galets siliceux couverts de fer oxydé et par des scorites de fer oxydé et une couche inférieure de sol brun rougeâtre.

Alluvions : Ils se trouvent dans le lit ou sur les rives du fleuve Niger et de la Sirba et forment des terrains humides. Ils sont constitués de dépôts argileux ou sableux, avec quelquefois des galets. Leur épaisseur va de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres.

Dépôt éolien : Il couvre presque la totalité de la région et forme les collines meubles dans une zone de 0,7 à 1,5 km de large dans la partie centrale ou sud, avec une orientation E-W. Le dépôt est constitué de sable fin, brun clair, sur une épaisseur de quelques centimètres à 1 mètre dans la plaine et de quelques mètres à 20 mètres sur la colline.

(2) Chimie des roches

La roche granitique prébirrimienne (2), la roche volcanique birrimienne (6) et la roche birrimienne (2) ont fait l'objet d'une analyse. Les figures (Fig.9,10,11,12,13) suivantes présente les caractéristiques de ces différentes roches.

(2)-1 Roche granitique prébirrimienne (numéro d'échantillon: II31B et MM9)

Elle se classe dans le domaine de la tonalite (Fig.10). Elle appartient au groupe I des granites (Fig.11 et 12).

(2)-2 Roche volcanique birrimienne (II24, LL33, NC29, NL31, NZ41 et WX4-1)

Elle se situe dans le domaine du basalte-andésite basaltique (excepté WX4-1, Fig.9). La valeur de K₂O est basse (Fig.9). Le basalte-andésite basaltique appartient dans sa presque totalité au domaine du magma non différencié et on ne peut déterminer si elle s'est différenciée en éléments de tholéiite ou en éléments calcoalcalins mais elle semble se différencier en roche volcanique de la série calcoalcaline (Fig.13).

(2)-3 Roche granodioritique post-birimienne (BB32B et WW29B):

Elle se situe dans le domaine de la tonalite (Fig.10) et appartient au groupe I des granites (Fig.11 et 12).

Tab. 7 Résultat d'analyse des roches entières (Namaro)

		II24	LL33	MM39	NC29	NL31	NZ41	WX4-1	BB32B	II31B	WW29B
SiO ₂	wt%	56.29	55.30	57.47	49.60	50.85	49.89	52.11	61.63	52.79	61.59
TiO ₂		0.53	0.60	0.68	0.65	0.66	0.72	1.77	0.57	0.57	0.52
Al ₂ O ₃		12.64	13.05	18.32	14.13	14.02	13.31	30.08	13.77	12.40	14.73
Fe ₂ O ₃		3.09	3.17	2.81	2.45	3.69	2.16	2.44	2.37	2.26	2.34
FeO		6.20	6.74	4.32	7.83	4.91	8.77	0.25	4.62	8.47	3.96
MnO		0.16	0.16	0.12	0.18	0.21	0.18	0.00	0.16	0.19	0.11
MgO		6.41	5.71	2.76	8.06	7.01	8.72	0.11	3.99	7.36	3.60
BaO		0.02	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.02	0.05
CaO		8.42	9.00	7.31	10.77	14.01	11.56	0.12	5.75	9.27	5.91
Na ₂ O		2.12	2.55	3.97	2.36	1.31	1.43	0.03	2.94	2.09	3.36
K ₂ O		0.41	0.28	0.61	0.11	0.05	0.07	0.02	2.20	0.31	1.36
P ₂ O ₅		0.11	0.11	0.22	0.04	0.04	0.04	0.08	0.23	0.15	0.25
LOI		2.16	1.94	1.76	1.75	1.44	0.71	12.15	1.56	1.87	1.88
TOTAL		98.56	98.62	100.38	97.93	98.21	97.57	99.17	99.85	97.75	99.66
Nb	ppm	5	6	10	5	4	4	31	8	5	7
Rb		16	16	22	6	11	17	<5	55	8	37
Sr		300	160	580	100	140	100	120	320	240	420
Y		<2	<2	5	<2	7	<2	<2	<2	<2	<2
Zr		64	57	157	44	46	47	366	107	44	102
Qz	wt%	15.07	12.22	11.69	0.69	8.27	3.43	51.66	17.76	7.70	18.78
C		-	-	-	-	-	-	29.98	-	-	-
Or		2.42	1.65	3.60	0.65	0.30	0.41	0.12	13.00	1.83	8.04
Ab		17.94	21.58	33.59	19.97	11.08	12.10	0.25	24.88	17.68	28.43
An		23.76	23.33	30.37	27.64	32.23	29.69	0.08	17.88	23.54	21.09
Di		14.05	16.72	3.66	20.71	30.01	22.21	-	7.51	17.44	5.42
Hy		17.42	14.90	9.62	21.46	8.83	24.05	0.30	12.06	22.37	11.02
Mt		4.48	4.60	4.07	3.55	5.35	3.14	-	3.43	3.27	3.39
Hm		-	-	-	-	-	-	2.44	-	-	-
Il		1.01	1.14	1.29	1.23	1.25	1.37	0.53	1.08	1.08	0.99
Ru		-	-	-	-	-	-	1.49	-	-	-
Ap		0.25	0.25	0.51	0.09	0.09	0.09	0.19	0.53	0.35	0.58
TOTAL		96.40	96.40	98.41	95.99	97.93	96.49	87.04	98.13	95.26	97.75

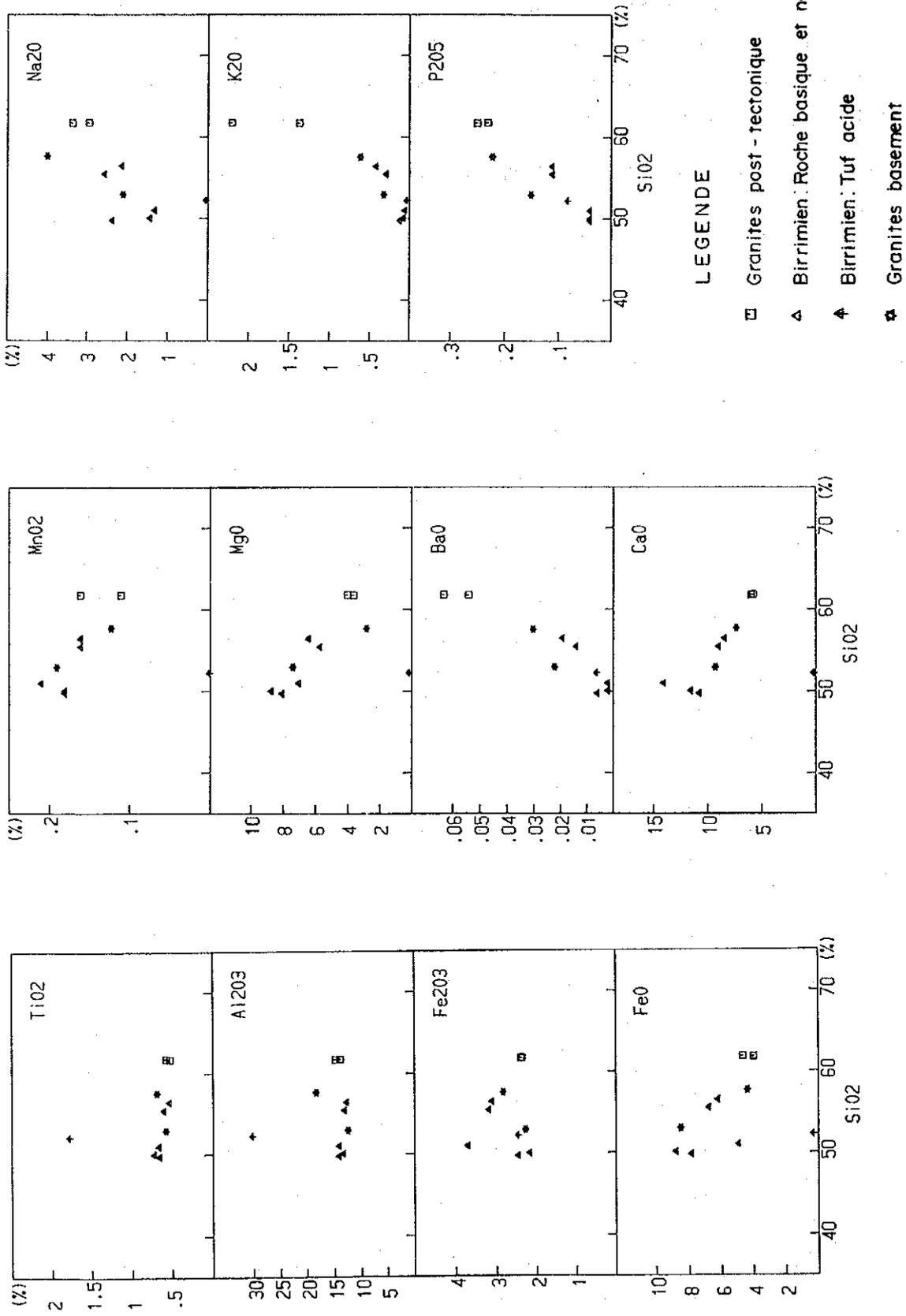


Fig. 9 Diagramme de la variation des éléments principaux en roches magmatiques à SiO₂

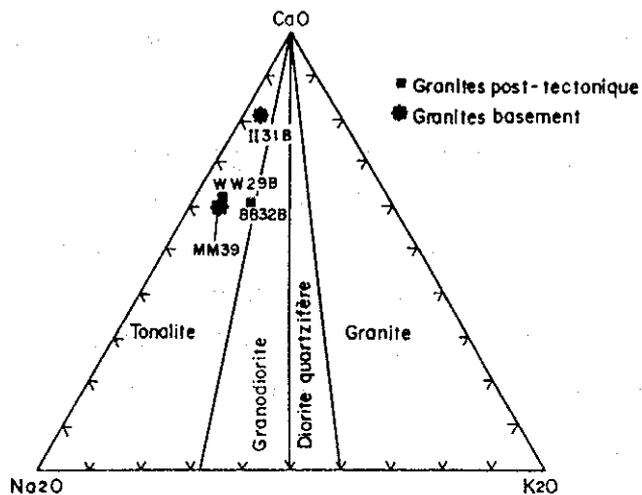


Fig.10 Diagramme triangulaire de Na₂O-K₂O-CaO

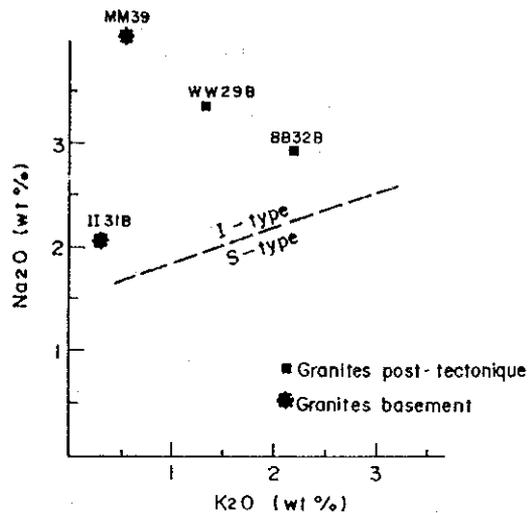


Fig.11 Relation entre Na₂O-K₂O

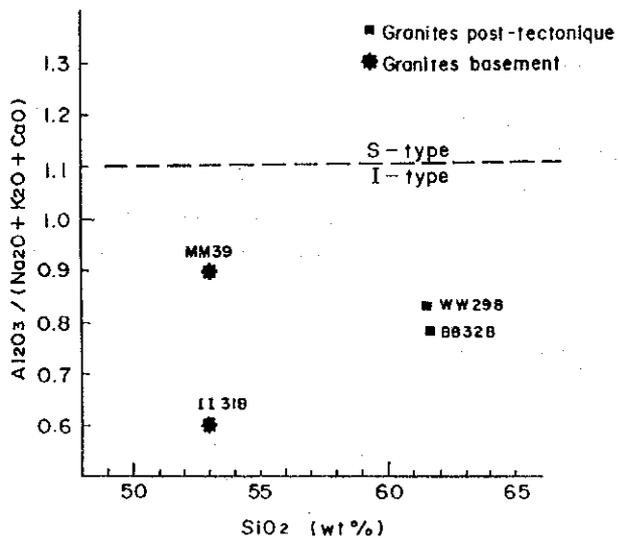


Fig.12 Relation entre Al₂O₃/(Na₂O-K₂O-CaO) et SiO₂

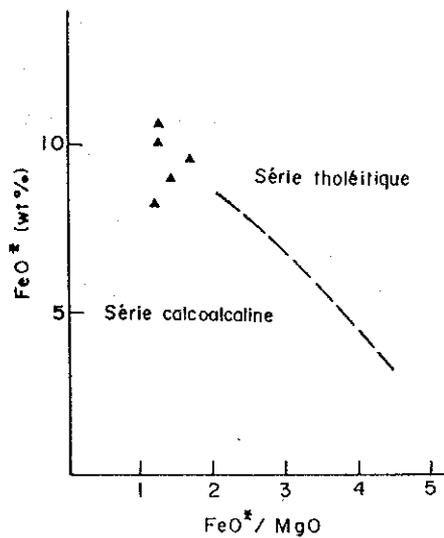


Fig.13 Relation entre FeO et FeO/MgO en roches magmatiques

(3) Détermination de l'âge

Neuf échantillons ont été prélevés (trois échantillons des trois massifs situés dans la partie ouest du secteur de Namaro).

La détermination de l'âge par Rb/Sr a été effectuée par TELEDYNE ISOTOPES, Etats-Unis, de la manière suivante: Analyse de Rb/Sr sur neuf échantillons. Estimation et dessin sur isochrone pour trois massifs. Résultat obtenu satisfaisant et bien dessiné. Toutefois, certaines erreurs sont à remarquer sur les âges calculés, en raison probablement de l'inclinaison de l'isochrone. Le calcul a été effectué par le logiciel "York" en utilisant la méthode des moindres carrés, le ratio Rb/Sr étant standardisé en valeur de 0,1194.

- 1) Numéro des échantillons : II31A, II31B et II31C
Désignation : diorite à quartz et amphibole
Aspect : massif à grain fin, indice de couleur >65%, granuleux (texture de roche plutonique), cristaux d'amphibole agrégés
Emplacement : extrémité ouest de Namaro, rive gauche de la Sirba
Massif : batholitique
Age : 2953 ± 239 Ma
Ere : Précambrien archéen
- 2) Numéro des échantillons : BB32A, BB32B et BB32C
Désignation : tonalité à amphibole
Aspect : plagioclase vert clair (par décoloration), granuleux, à grain moyen, indice de couleur = 25%
Emplacement : bordure sud-ouest de Namaro, rive droite de la Sirba
Massif : batholitique
Age : 1701 ± 517 Ma
Ere : Précambrien protérozoïque
- 3) Numéro des échantillons : WW29A, WW29B et WW29C
Désignation : tonalité à amphibole
Aspect : massif à grain moyen, indice de couleur = 35%, granuleux, formes prismatiques de l'amphibole distinctes
Emplacement : partie centre-ouest de Namaro, rive gauche de la Sirba moyenne
Massif : petit amas
Age : 1868 ± 239 Ma
Ere : Précambrien protérozoïque

(4) Métamorphisme

La formation birrimienne a souffert du métamorphisme régional. Les traces de l'activité hydrothermale initiale ont presque été effacées par une déformation postérieure. L'assemblage des minéraux dans la roche métamorphique située dans le secteur se présente comme suit:

Numero	Roche	Facies de métamorphisme	Assemblage
NZ41	Amphibolite (origine:diabase?)	Amphibolite	hornblende, plagioclase, quartz
NL31	Schiste basique (origine:basalt)	Schiste verte	actinote, épidote albite (chlorite?) minéraux opaques
NC29	Méta-gabbro	Schiste verte?	actinote, plagioclase (albitique), minéraux titanifères, minéraux opaques, préhnite (filon)
II24	Méta-andésite (lave; quartz deuxième)	Schiste verte?	actinote, épidote chlorite, plagioclase minéraux titanifères minéraux opaques, préhnite(?), quartz
LL33	Méta-andésite (origine: basalt)	Schiste verte?	hornblende, plagioclase, quartz, minéraux opaques

(5) Tectonique

La tectonique est très difficile à étudier dans le secteur de Namaro en raison de la couverture de la couche éolienne et latéritique. Le pendage de la roche dans la zone de la Sirba est toujours rapide, mais la direction varie d'est en ouest, comme par exemple les directions ENE, NS et ENE présentant une forme de S renversé. Cette tectonique peut avoir résulté d'un mouvement régional de torsion vers la droite et avoir développé une déformation par cisaillement glissé en droit horizontalement. Le secteur Namaro se situe dans le prolongement nord-est de cette tectonique en forme de S renversé et la direction varie également vers le nord dans le secteur.

Le secteur de Namaro se situe à l'extrémité nord-est de la zone tectonique entre Déba et Namaro qui contrôle l'amas et la minéralisation. On y observe des granodiorites ou des roches basiques et on remarque également des fissures parallèles à schistosité avec une orientation E-W - NE-SW dans la partie relevant de l'étude tactique et une orientation NE-SW - N-S dans la partie étudiée stratégiquement. La totalité de l'orientation correspond à la direction du filon de quartz. Le déchiffrement des images du satellite Landsat TM et des photographies aériennes montre que le linéament dans le secteur de Namaro présente trois directions dominantes en N-S, NNW-SSE, NE-SW et E-W, la direction N-S - NNW-SSE étant particulièrement remarquable en dimension et en nombre et correspondant à la faille observée lors de l'étude géologique et de l'étude électromagnétique aérienne. Le linéament

en E-W correspond à la direction du dike de basalte.

2-1-2 Gisements

Il semble que la zone minéralisée ait été formée dans une zone à faible tectonique, contrôlée par une structure régionale de roche verte de la Sirba, simultanément à l'intrusion de granodiorite. Les filons de quartz ont été formés dans la zone de cisaillement au bord de la granodiorite et le long de la schistosité du groupe de formation birrimienne.

Huit indices exploités et huit filons de quartz vierge ont été confirmés dans la région (Tab.8-(1) à (4), Fig.14-(1) à (3)). L'analyse a fourni les résultats suivants:

Indice AA29 : 11,5 g d'or maximum/t
 Indice UU27 : 2,64 g d'or maximum/t
 Indice XX23-YY23 : 1,27 g d'or maximum/t
 Encaissante MM28 : 0,48 g d'or/t

Les températures de l'homogénéisation des inclusions fluides dans les filons de quartz sont les suivantes:

Quartz primaire à AA29, MM28 et VV26 : 159 - 171°C
 Quartz secondaire à MM28 et VV26 : 158 - 161°C

Toutefois, les températures ci-dessus peuvent être légèrement supérieures en tenant compte de la compensation de pression. En général, les températures de la minéralisation dans le filon de quartz des régions de roche verte varient entre 150 et 630°C en fonction de la profondeur - d'après "The Geochemistry of Gold and its Deposits" de R.W.Boyles, 1979 - et les températures sus-dites sont relativement basses.

L'analyse de diffraction à rayons X de l'éponte du filon a montré des minéraux originels (MO) et des minéraux formés par une intense désagrégation (MD).

	Diorite granitique	Méta- andésite	Pélite psammitique
Quartz (MO)	0	0	0
Séricite (MO)	0	0	0
Kaolin (MD)	0	0	0
Goethite (MD)	0	0	0
Chlorite (MD)		0	
Montmorillonite (MD)			0
Gibbsite (MD)			0

Tab. 8(1) Liste des zones minéralisées du secteur Namaro

	AA29	CC33	DD34	JJ28
Coordonnées	N13° 39' 58" , E 1° 32' 30"	N13° 41' 06" , E1° 32' 04"	N13° 41' 06" , E1° 32' 03"	N13° 41' 35" , E1° 34' 24"
Dimension	Beaucoup de carrières anciennes dans 50m (NS) et 20m (EW).	7m (NS) x 2m (EW)	7m x 2m	20m (NS) x 20m (EW)
Encaissante	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique
Minéralisation				
Filon de quartz	N3° W-17 E, 70-90° W	NS, 90°	N30° W, 90°	Sans filon
Direction et inclinaison	0.1-2.5 m	10 cm	10 cm	Deux puits parallèle au N70° W
Epaisseur	50m+	5m+	5m+	Longueur de puits 10 m +
Langueur en direction	7m+	1m+	1m+	
Langueur en inclinaison				
Minéraux de minerai	Pyrite, or natif, limonite chalcopryrite	Pyrite, or natif ?	Pyrite, or natif ?	Or natif (paillette d'or) ?
Gangues	Quartz	Quartz	Quartz	
Altération	Indistinct par désagrégation	Indistinct par désagrégation	Indistinct par désagrégation	Indistinct par désagrégation
Dimension				
Caractère en mur	Ecrasé un peu			
Silicification				
Température	159.3 °C (primaire)			
Résultat d'analyse				
Minerai (g/t)	Au 0.21-11.5	Au -	Au -	Au -
Encaissante (g/t)	Ag 1.7-3.9	Ag -	Ag -	Ag -
Soi	0.17-0.21	-	-	-
	<1.0 ppb	24 ppb	<1 ppb	<2 ppb
	<0.2 ppm	<0.2 ppm	<0.2 ppm	<0.2 ppm
Porteur de minéralisation	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique
Condition tectonique	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. La zone cisailée au bord du grand massif de diorite granitique post-tectonique.	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. La zone cisailée au bord du grand massif de diorite granitique post-tectonique.	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. La zone cisailée au bord du grand massif de diorite granitique post-tectonique.	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. Partie au bord du grand massif de diorite granitique.

Tab. 8(2) Liste des zones minéralisées du secteur Namaro

	MM28	UU27	VV26	WW29
Coordonnées	N13° 42' 22", E1° 34' 46"	N13° 43' 35", E1° 36' 40"	N13° 41' 06", E1° 32' 03"	N13° 44' 21", E1° 36' 39"
Dimension	Beaucoup de carrières anciennes dans 100m (NS) et 50m (EW), s'étendant sur les deux rives.	Carrières et galets de quartz dans 50m (NS) et 7m (EW), et zone de galets de quartz.	Puits (4m x 4m, 7m de profond) et zone de galets de quartz (50m NS)	15m (NS) x 1m (EW)
Encaissante	méta-diaabase	méta-andésite	de meme que UU27	méta-andésite, diorite granitique
Minéralisation				
Filon de quartz				Sans filon
Direction et inclinaison	N53-73° W, 70-90° W (deux filons)	N17-45° E, 70-75° NW (parallèle à schistosité)	N15° W, 90° (parallèle à schistosité)	N3° E, 90°
Epaisseur	3-90 cm	0.6-1.2m	0.5-1.0m	2-5 cm
Langueur en direction	60m+	50m+	50m+	10m+
Langueur en inclinaison	3m+	5m+	15m+	2m+
Minéraux de minerai	Pyrite (limonitée), or natif ?	Pyrite, or natif ?, limonite	Pyrite, or natif ?, (chalcopyrite)	Pyrite or natif ?
Gangues	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz
Altération				
Dimension				
Caractère en mur	Faible à l'éponte	Faible à l'éponte	Faible à l'éponte	Silicifié le long de mur en quelque dizaines cm de large.
Silicification				
Température	170.7°C (Primaire), 161.2°C (Deuxième)		170.9°C (Primaire), 157.8°C (Deuxième)	
Résultat d'analyse				
Minerai (g/t)	Au <0.03-0.07 Ag <1.7	Au 0.79 - 2.64 Ag <1.7	Au 0.45 Ag <1.7	Au - Ag -
Encaissante (g/t)	0.24-0.48			
Sol	<1.0-27.0 ppb	<0.2 ppm	<19.0 ppb	<0.2 ppm
Porteur de minéralisation	Diorite granitique	de meme que MM28	de meme que MM28	de meme que MM28
Condition tectonique	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. Zone recoupée par diorite granitique post-tectonique.	de meme que MM28	de meme que MM28	de meme que MM28

Tab. 8(3) Liste des zones minéralisées du secteur Namaro

	XX23 - YY23	XX26	XX27	XX27 - XX28
Coordonnées	N13° 43' 27", El° 37' 55"	N13° 44' 00", El° 37' 26"	N13° 44' 12", El° 37' 13"	N13° 44' 13", El° 37' 09"
Dimension	15m X 40m (puits)	1m X 10m	80m X 150m	1m X 15m (deux endroits)
Encaissante	méta-andésite	méta-andésite	méta-andésite, diorite granitique	Diorite granitique
Minéralisation				
Filon de quartz				
Direction et inclinaison	N 30° E, 55-70° W	N20° W, 85° SW (deux filons)	N10-60° E, 40-80° SE (huit filons EW, 60° S (un filon) 14-100 cm 1-100m+	N26-30° E, 70-80° SE (deux filons) 20-50 cm 10m+
Epaisseur	0.5-1.2 cm	15-50 cm	1-100m+	20-50 cm
Langueur en direction	20m+	1-6m+	0.5-2m+	10m+
Langueur en inclinaison	4m+	0.5m+		2-4m+
Minéraux de minerai	Pyrite, or natif ?	Pyrite (limonitée), or natif ?	Pyrite (limonitée), or natif ?	Pyrite, or natif ? (chalcopyrite)
Gangues	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz
Altération	incertaine par intense désagrégation	incertaine par intense désagrégation	incertaine par intense désagrégation	incertaine par intense désagrégation
Dimension				
Caractère en mur				
Silicification				
Température				
Resultat d'analyse				
Minerai (g/t)	Au 1.27	Au 0.07-0.68	Au <0.03-0.17	Au <0.03
Encaissante (g/t)	Ag <1.7	Ag <1.7	Ag <1.7-7.1	Ag <1.7
Sol	<1.0-14.0 ppb	<0.2 ppm	<2.0 ppb	<2.0 ppb
Porteur de minéralisation	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique
Condition tectonique	de meme que MM28	de meme que MM28	de meme que MM28	de meme que MM28

Tab. 8(4) Liste des zones minéralisées du secteur Namaro

	NA13	NA31	NB11	NT24
Coordonnées	N13° 42' 13" , E1° 40' 39 "	N13° 45' 31" , E1° 36' 59"	N13° 42' 03" , N1° 41' 15"	N13° 47' 13" , E1° 42' 11"
Dimension	2m X 15m (affleurement)	5m X 20m (puits)	2m X 50 m (affleurement)	
Encaissante	Grès lamineux à grain fin	meta-andésite (schisteuse)	de meme que NA13	de meme que NA13
Minéralisation				
Filon de quartz				
Direction et inclinaison	N26-30° E, 70-80° SE (deux filons)	N0-15° E, 55-60° E (parallèle à schistosité)	N19-30° E, 55-70° SE (parallèle à schistosité)	N13° W, 85° SW
Epaisseur	10-20 cm	0.2-2m	3-20 cm	0.3-0.5 m
Langueur en direction	10m+	20m+	1-3m+	2m+
Langueur en inclinaison	5m+	10m+	0.5m+	1m+
Minéraux de minerai	Pyrite ?	Pyrite ?	Pyrite ?, or natif ?	Pyrite, or natif ?
Gangues	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz
Altération				
Dimension				
Caractère en mur				Ecrasé et argillisé le long du
Silicification				filon en 50cm de large. quartz.
Température				
Résultat d'analyse				
Minerai (g/t)	Au -	Au <0.03	Au 0.03	Au -
Encaissante (g/t)	Ag -	Ag <1.7	Ag <1.7	Ag -
Sol	1.0 ppb	0.03, 0.03	<0.03	2.0 ppb
Porteur de minéralisation	<0.2 ppm	<0.2 ppm	<0.2 ppm	<0.2 ppm
Condition tectonique	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique	Diorite granitique ?
	Partie au bord sud-est de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. Contrôle tectonique en direction NNE-SSW.	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. Zone recoupée par diorite granitique post-tectonique	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. Faille en direction N-S et schistosité remarquable.	Partie centrale de la zone minéralisée de Liptako entre Déba et Namaro. Faille en direction N-S et schistosité remarquable.

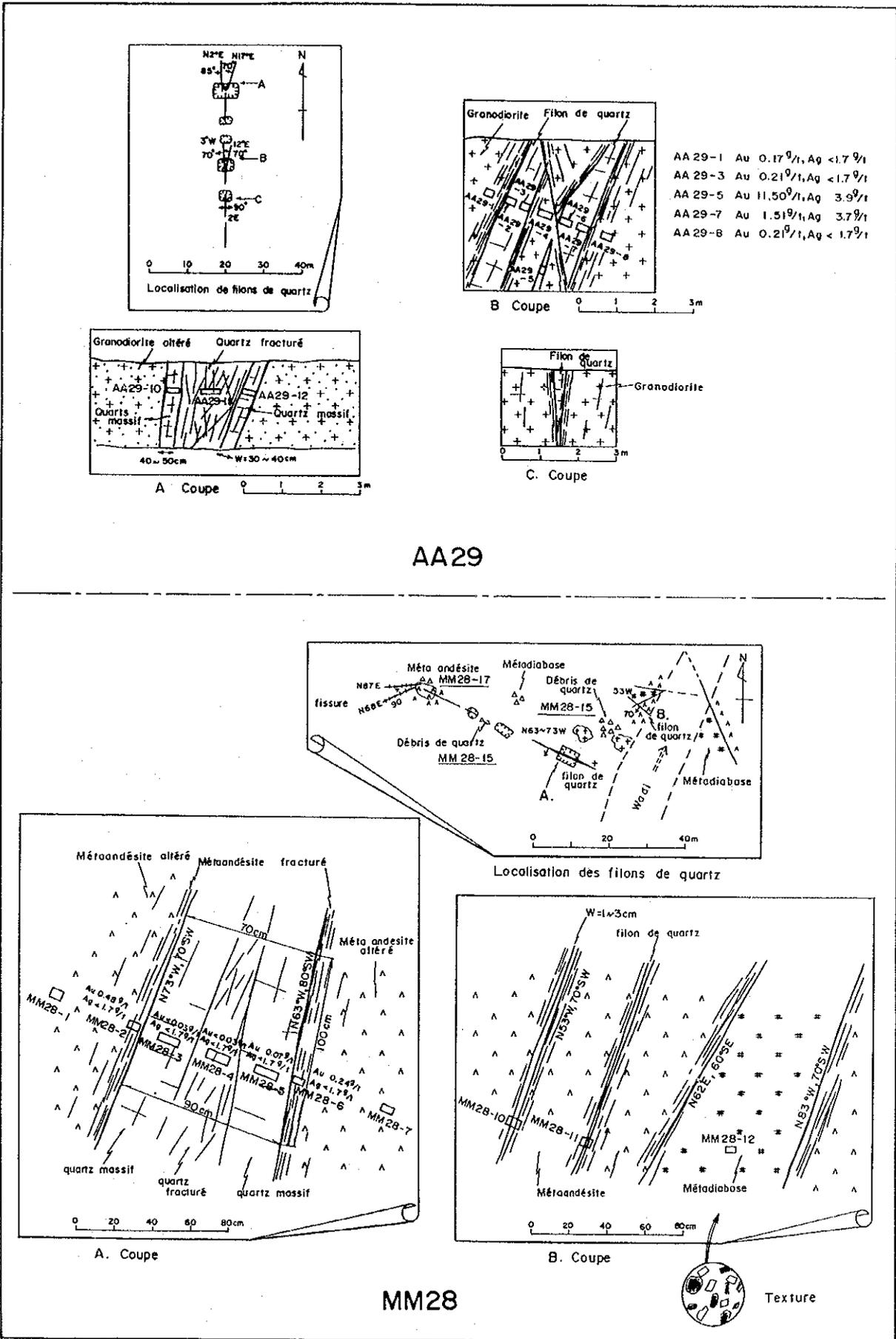


Fig.14 (1) Plans et coupes géologiques des indices aurifères dans le secteur de Namaro

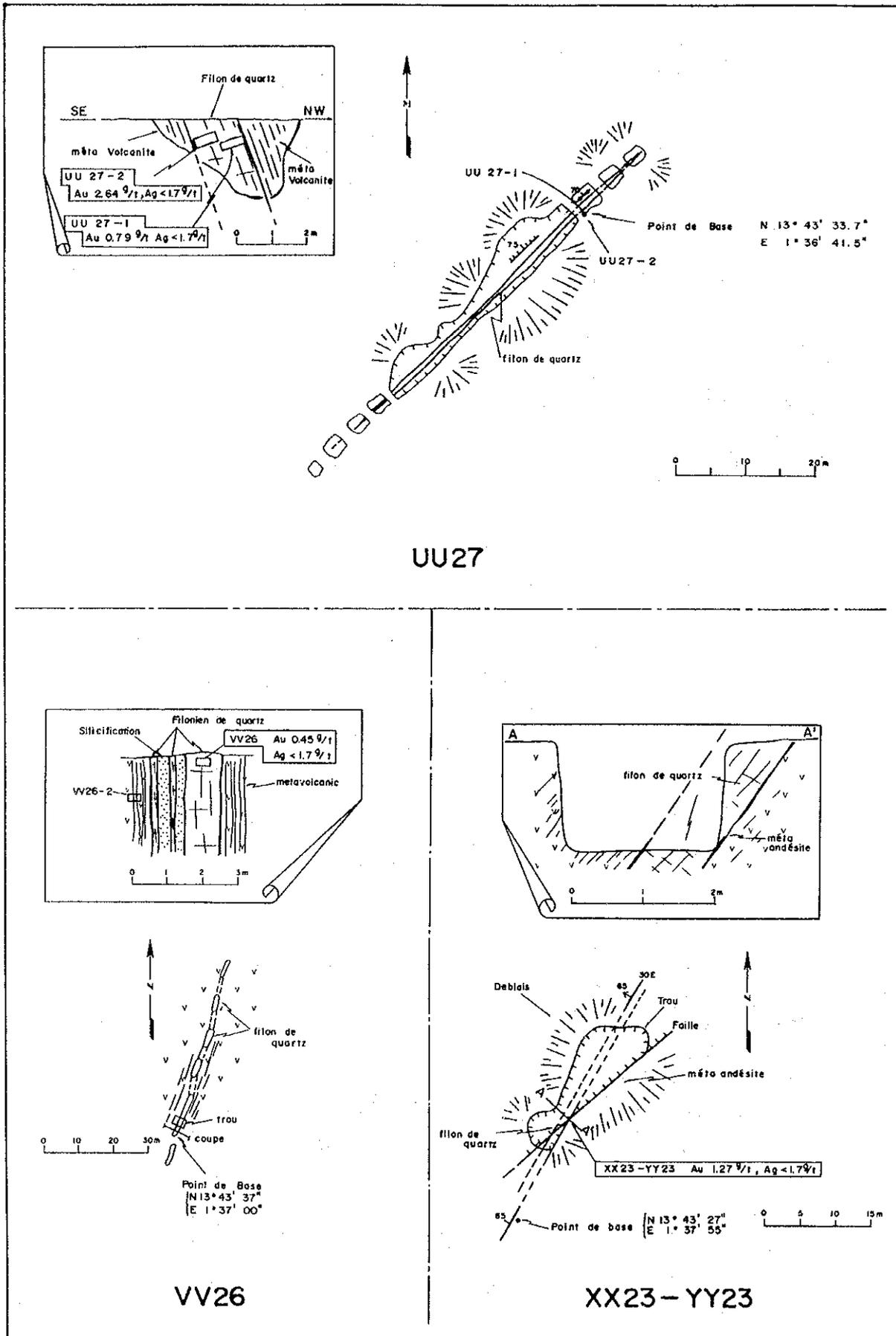


Fig.14(2) Plans et coupes géologiques des indices aurifères dans le secteur de Namaro

2-1-3 Etude géochimique

(1) Echantillonnage et analyse chimique

La position de tous les points d'échantillonnage a été confirmée par GPS.

L'échantillonnage a principalement été effectué par un quadrillage d'intervalle de 500 m x 500 m pour la partie principale mais ce quadrillage a été réduit à 250 m x 250 m pour la zone encerclant des parties minéralisées à l'ouest de la région.

Tous les échantillons ont été généralement obtenus à partir de la couche B, déposée entre 30 et 40 cm en dessous de la surface, tamisés à l'aide de tamis avec mailles de moins de 80 et ramenés sous forme de deux échantillons de 100 g. L'un de ces échantillons a été analysé, l'autre est conservé au laboratoire de l'ONAREM.

Méthode d'analyse chimique

Nombre d'échantillons : 1707

Eléments à analyser : Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb et Se

Tab.9 Méthode d'analyse géochimique

Unit	Description	Méthode	Limite de détection	
			inférieure	supérieure
Au ppb	Fuse 30g sample	FA-NAA	1,0	10.000
Ag ppm	HNO ₃ -aqua regia digest	AAS-BKGD CORR	0,2	100
As ppm	HNO ₃ -aqua regia digest	AAS-HYDRIDE/EDL	1,0	10.000
Cu ppm	HNO ₃ -aqua regia digest	AAS	1,0	10.000
Se ppm	HCl-KClO ₃ digest, extrac	AAS-BKGD CORR	0,2	100
Pb ppm	HNO ₃ -aqua regia digest	AAS-BKGD CORR	1,0	10.000
Sb ppm	HCl-KClO ₃ digest, extrac	AAS-BKGD CORR	0,2	1.000
Zn ppm	HNO ₃ -aqua regia digest	AAS	1,0	10.000

(2) Etude statistique

Une analyse monovariée a été effectuée dans laquelle les valeurs en dessous de la limite de seuil ont été remplacées par la moitié de la valeur de la limite de détection. Pour l'argent (Ag) et le sélénium (Se), où presque tous les échantillons (>90%) montrent des valeurs en dessous de la limite de détection, le calcul statistique n'a pas été effectué.

(2)-1 Matrice de corrélation

Il existe une corrélation positive entre huit éléments dans lesquels la corrélation entre

Cu et Zn indique une valeur de 0,773, les autres éléments ne présentant que de faibles valeurs (inférieures à 0,4). La corrélation pour l'or (Au) est entièrement basse (Cu=0,320, Sb=0,285 et Zn=0,274).

Tab.10 La matrice de corrélation (Namaro)

	Au	As	Cu	Pb	Sb	Zn
Au	—					
As	0,225	—				
Cu	0,320	0,096	—			
Pb	0,081	0,022	0,083	—		
Sb	0,285	0,219	0,134	0,158	—	
Zn	0,274	0,086	0,773	0,141	0,074	—

(2)-2 Etablissement des anomalies géochimiques

Des histogrammes et des courbes de fréquence cumulée ont été établies sur six éléments excepté deux, Ag et Se, qui montrent à 90% des valeurs au-dessous du seuil de détection (Fig.27 et 28). Afin d'établir les anomalies géochimiques, un graphique de distribution des fréquences cumulée (anomalies+fonds) a été élaboré et la valeur de seuil a été déterminée en utilisant la méthode M.Ohtsu (1984).

Tab.11 Valeurs statistiques pour chaque élément (Namaro)

Elément	Valeur			Déviation standard	Valeur "seuil"	Anomale géochimique	
	max.	min.	moyenne			Classe-A	Classe-B
Au	314	0,5	0,95	0,487	11, 50	Au \geq 50	50 > Au \geq 1
(Ag	0,8	0,1	0,10	0,025)	—	—	—
As	150	0,5	0,88	0,364	25	As \geq 25	—
Sb	21	0,1	0,15	0,254	0,55, 2,5	Sb \geq 2,5	2,5 > Sb \geq 0
Cu	1360	0,5	6,84	0,368	30, 60	Cu \geq 60	60 > Sb \geq 3
Pb	30	0,5	0,68	0,273	?	—	—
Zn	178	2,0	10,7	0,251	45,110	Zn \geq 110	—
(Se	0,4	0,1	0,10	0,035)	—	—	—

N.B.: Unit; Au:ppb, les autres:ppm, Déviation standard:logarithme)

(3) Résultat de l'analyse statistique

Les anomalies de chaque élément ont été classifiées en utilisant les valeurs de seuil et les valeurs statistiques standard et une carte des isoteneurs a été établie (Fig.15-1 à 6).

Zone anormale en or (Au) : Le groupe des anomalies, classe A et B, se trouve autour de la Sirba (AA35, DD26, MM28 et XX25), dans la partie sud (CC6 et GG3), dans la partie est (NT24) et dans la partie centrale (PP18). Les anomalies situées le long de la Sirba se distribuent au bord du massif de diorite granitique ainsi que celles de NC12 qui se trouvent aux affleurements de la zone minéralisée. Toutefois, l'anomalie CC6 est indépendante de la zone minéralisée. Les emplacements dont les valeurs sont inférieures au seuil de détection et largement répandues sont situés sur la dune, la couche de latérite, le dépôt fluvial et le gneiss granitique (Fig.15-1).

Zone anormale en argent (Ag) : Deux échantillons, NK15 (0,3 ppm) et NJ15 (0,8 ppm) indiquent des valeurs inférieures à la limite de détection.

Zone anormale en arsenic (As) : Les anomalies DD26, MM28, NC12 et CC6 se superposent aux anomalies en or dans lesquelles la valeur la plus élevée de 150 ppm est obtenue à partir de CC6, les autres présentant une valeur de 40-90 ppm. Aucune anomalie d'arsenic n'a été décelée dans la zone anormale en or autour de XX25 (Fig.15-2).

Zone anormale en antimoine (Sb) : Les anomalies en Sb, classe A et B, se distribuent de FF3 dans la région sud (la valeur la plus élevée est de 21 ppm). Elles correspondent à peu près aux anomalies en or de classe B, mais il n'y a aucun affleurement de la zone minéralisée. Une anomalie isolée de classe A se trouve dans DD26 et quelques petites anomalies de classe B se trouvent à proximité de MM29, NT30 et LL12 (Fig.15-3).

Zone anormale en cuivre (Cu) : Les anomalies en Cu s'écartent en général de celles en Au. Plusieurs anomalies groupées se distribuent dans les régions nord et ouest, comme DD26, YY30 et NZ33, montrant des valeurs plus élevées de 60 à 100 ppm. La valeur de 1360 ppm à DD26 est exceptionnellement distincte. Ces anomalies se trouvent dans ou autour de roches volcaniques neutres ou acides de la formation birrimienne. Dans la région sud de petites anomalies de classe B ont été décelées (Fig.15-4).

Zone anormale en plomb (Pb) : Une valeur supérieure à 6 ppm a été relevée pour les anomalies à AA24, RR7, UU41 et NJ15 (Fig.15-5).

Zone anormale en zinc (Zn) : Des anomalies de classe A et B (dont la valeur la plus élevée est 178 ppm) se trouvent autour de NJ15 (partie est de la région centrale). Les

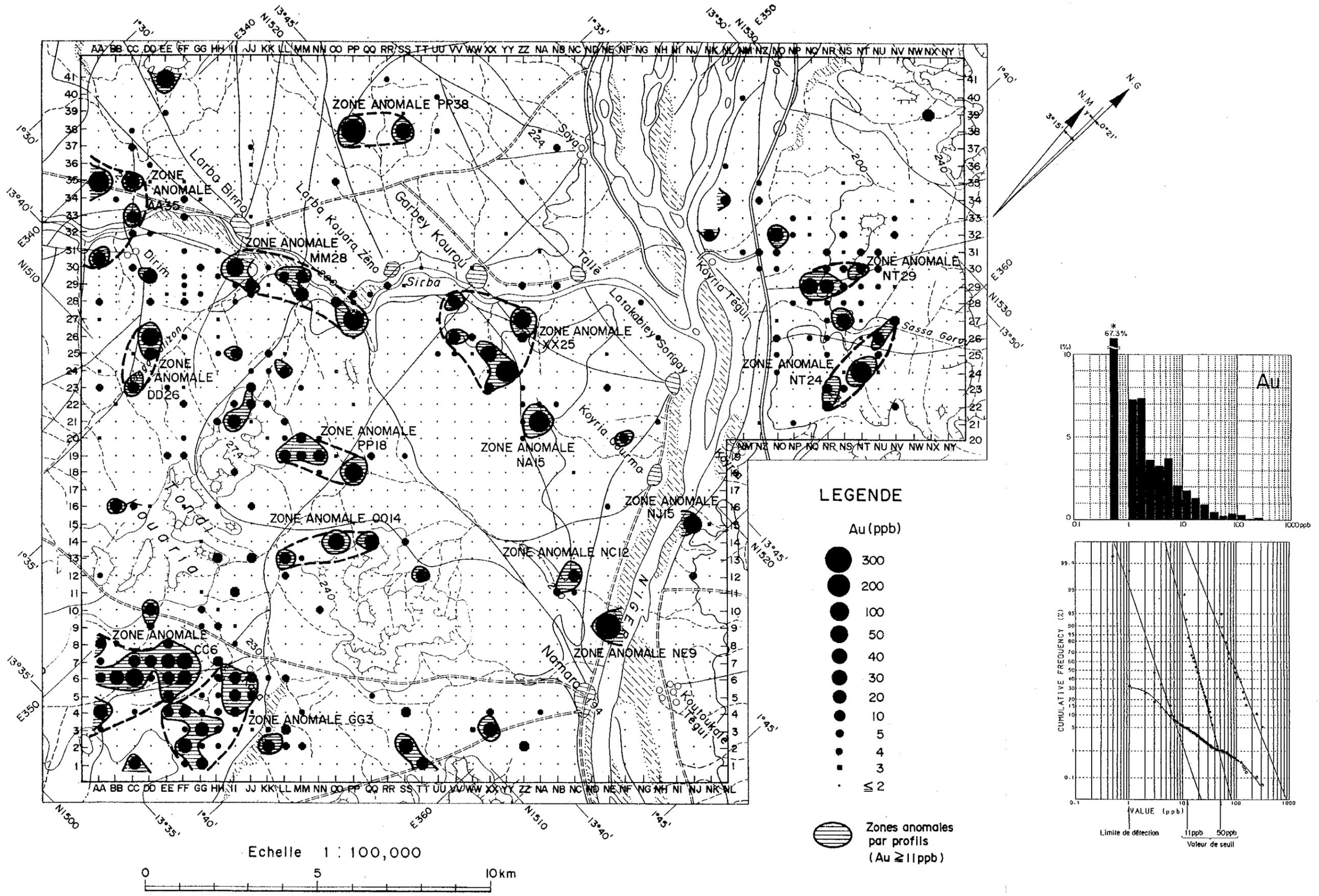
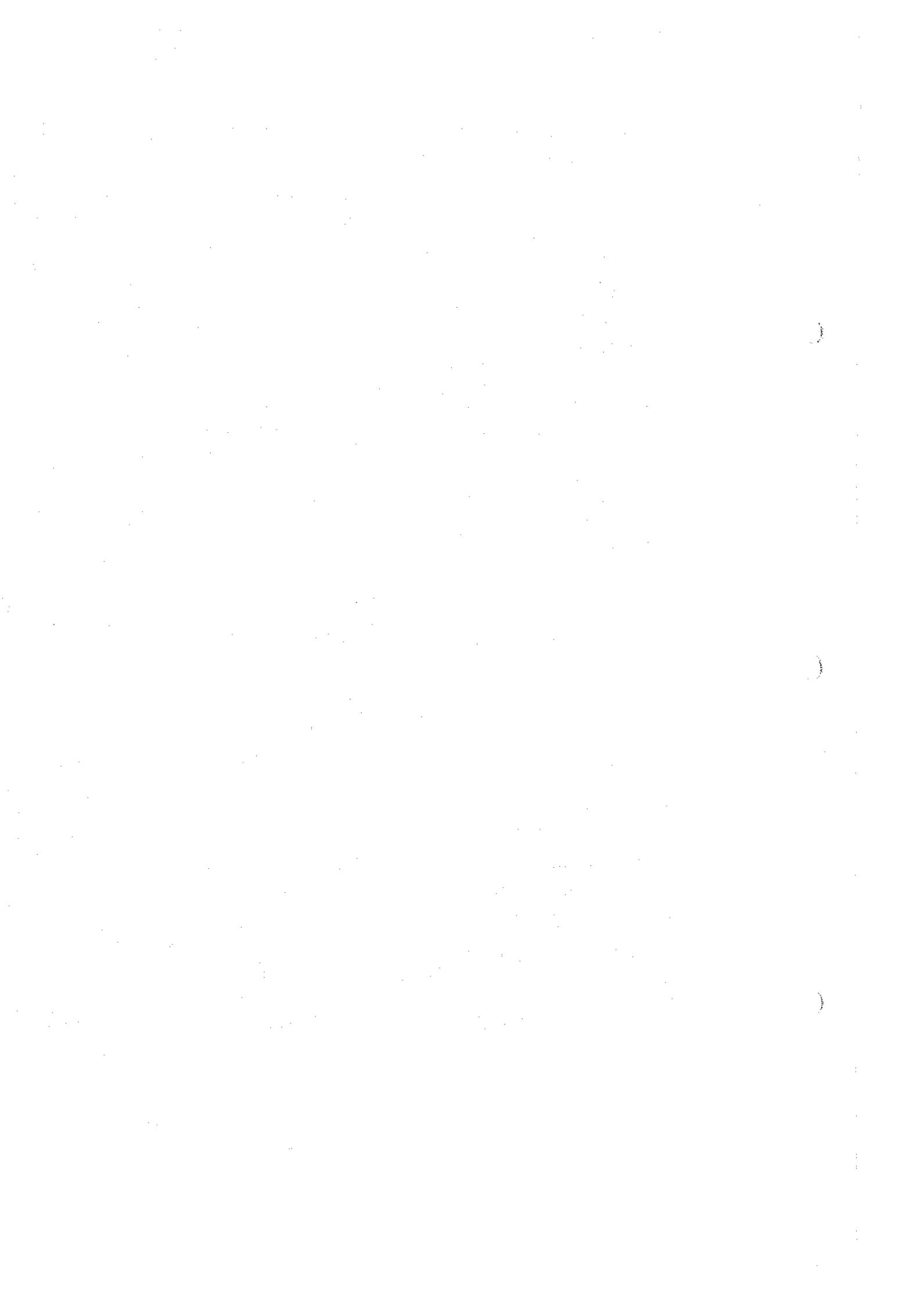


Fig.15-1 Anomalie géochimique du Au dans le secteur de Namara



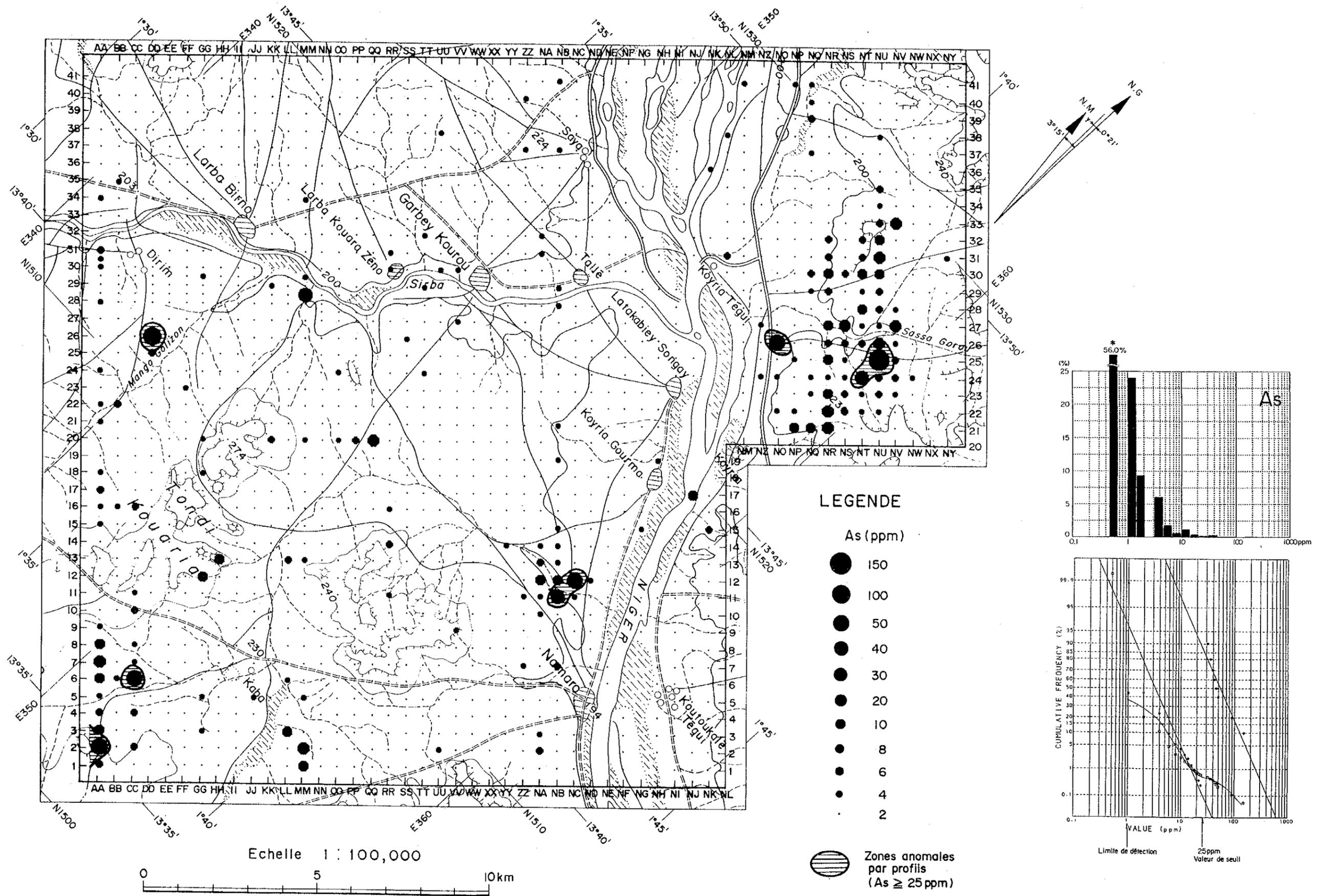
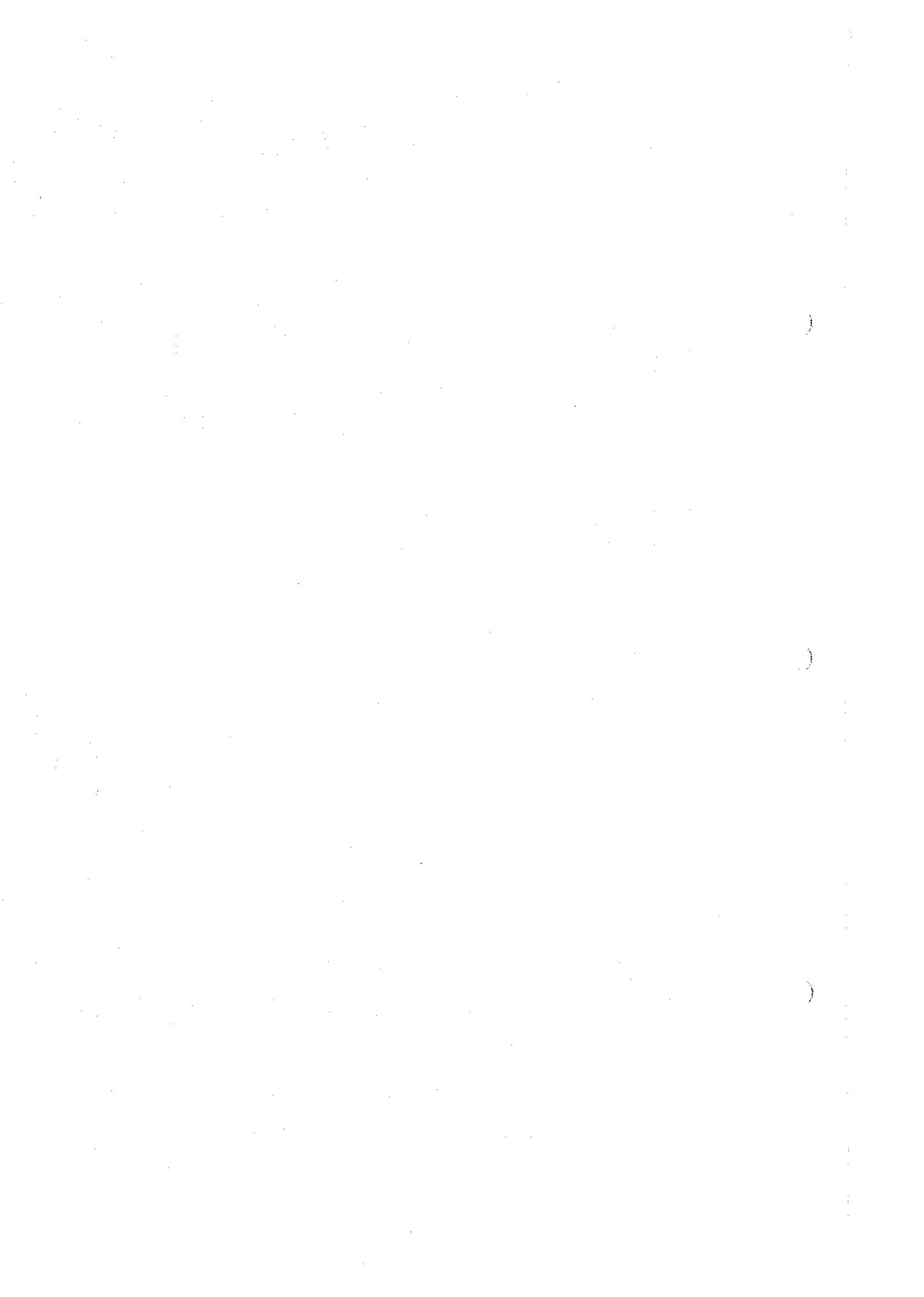


Fig.15-2 Anomalie géochimique du As dans le secteur de Namara



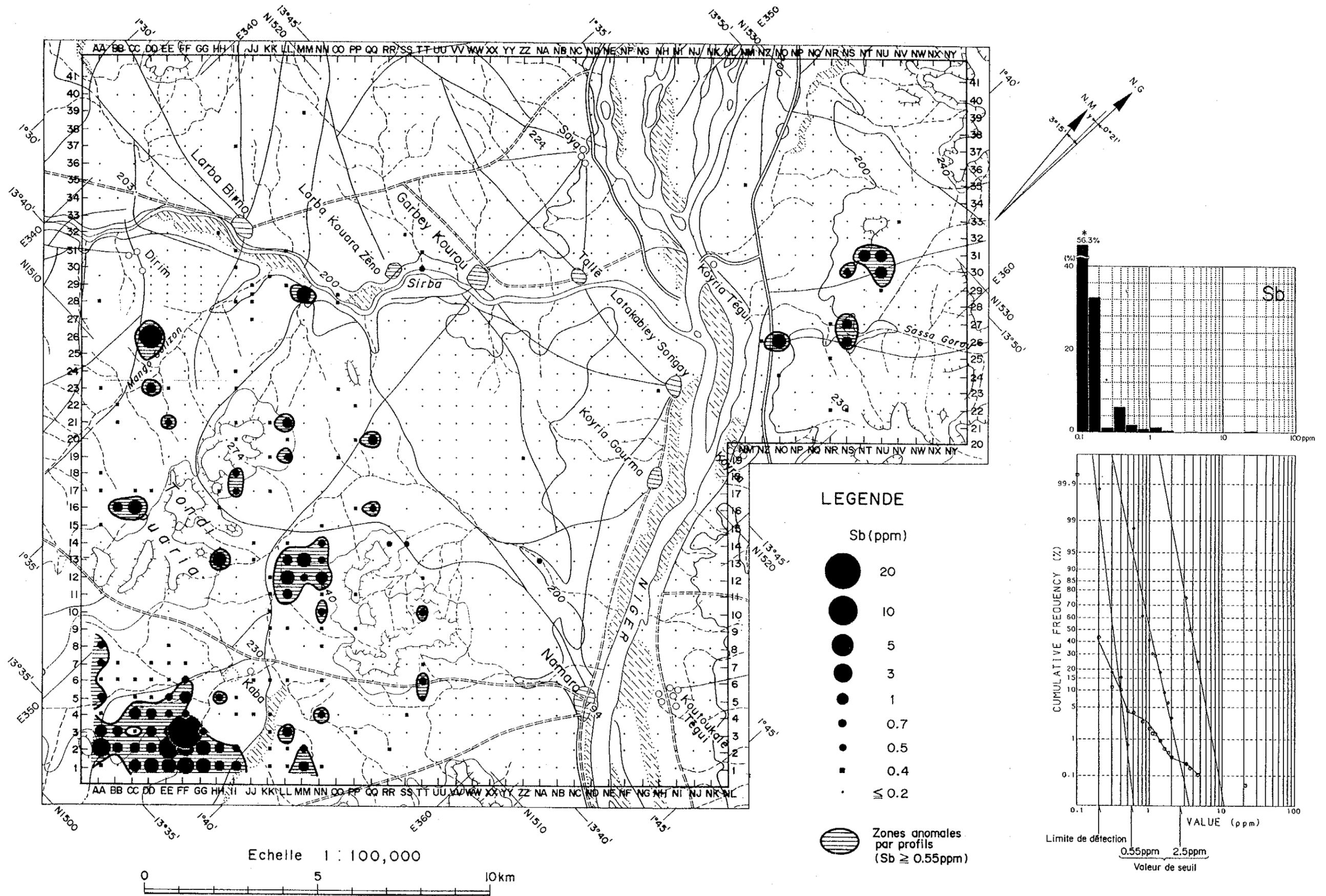
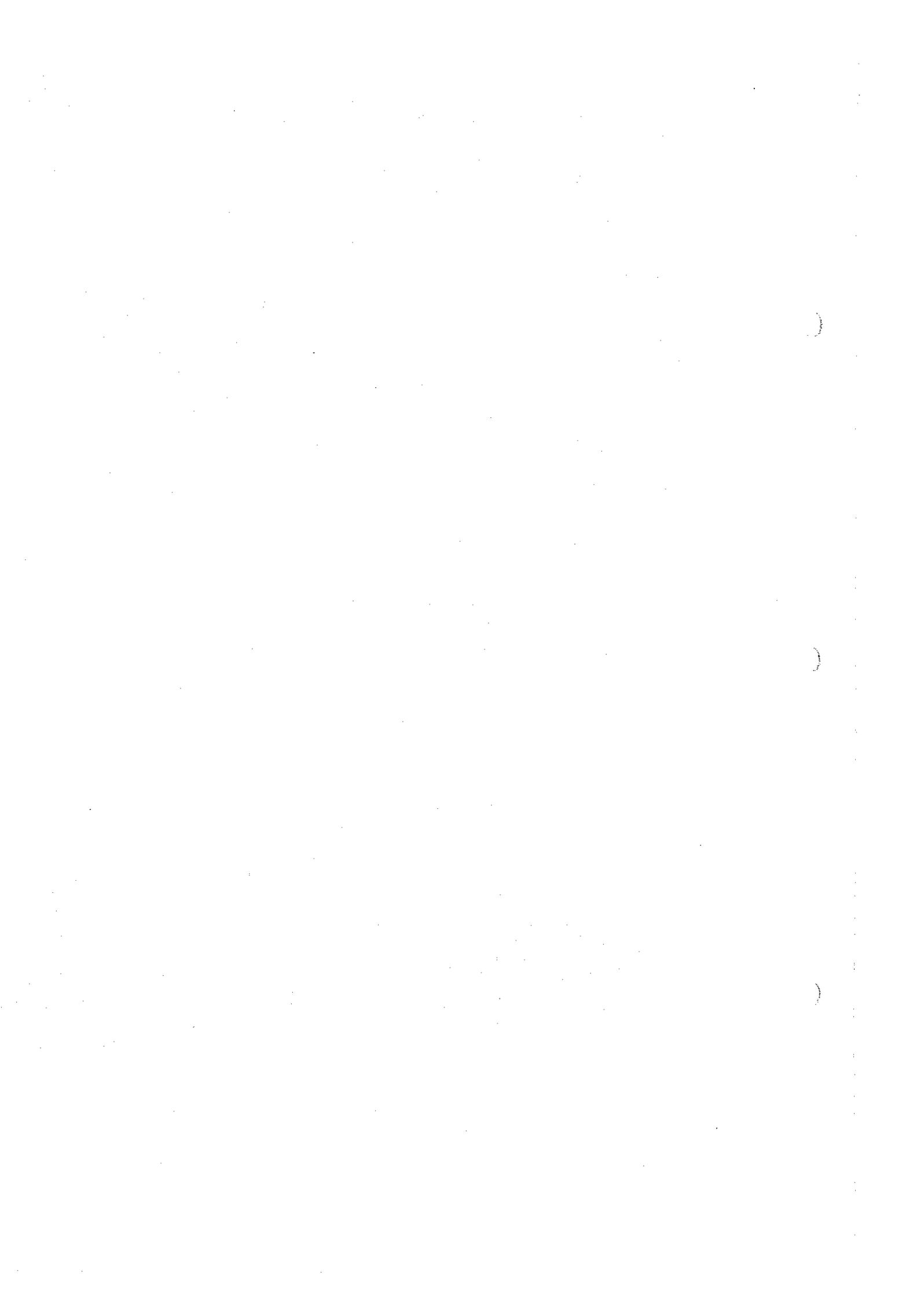
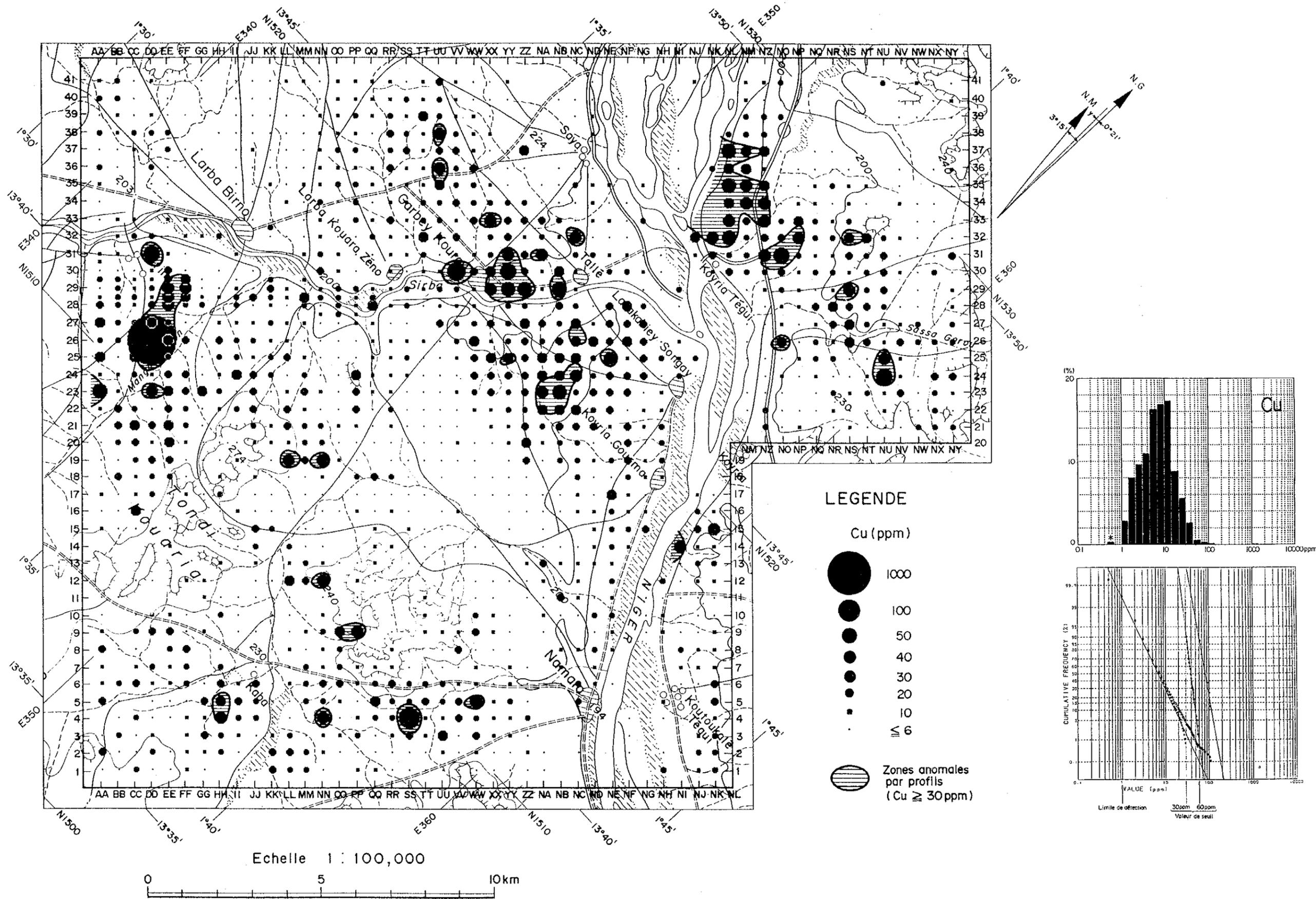


Fig.15-3 Anomalie géochimique du Sb dans le secteur de Namaro





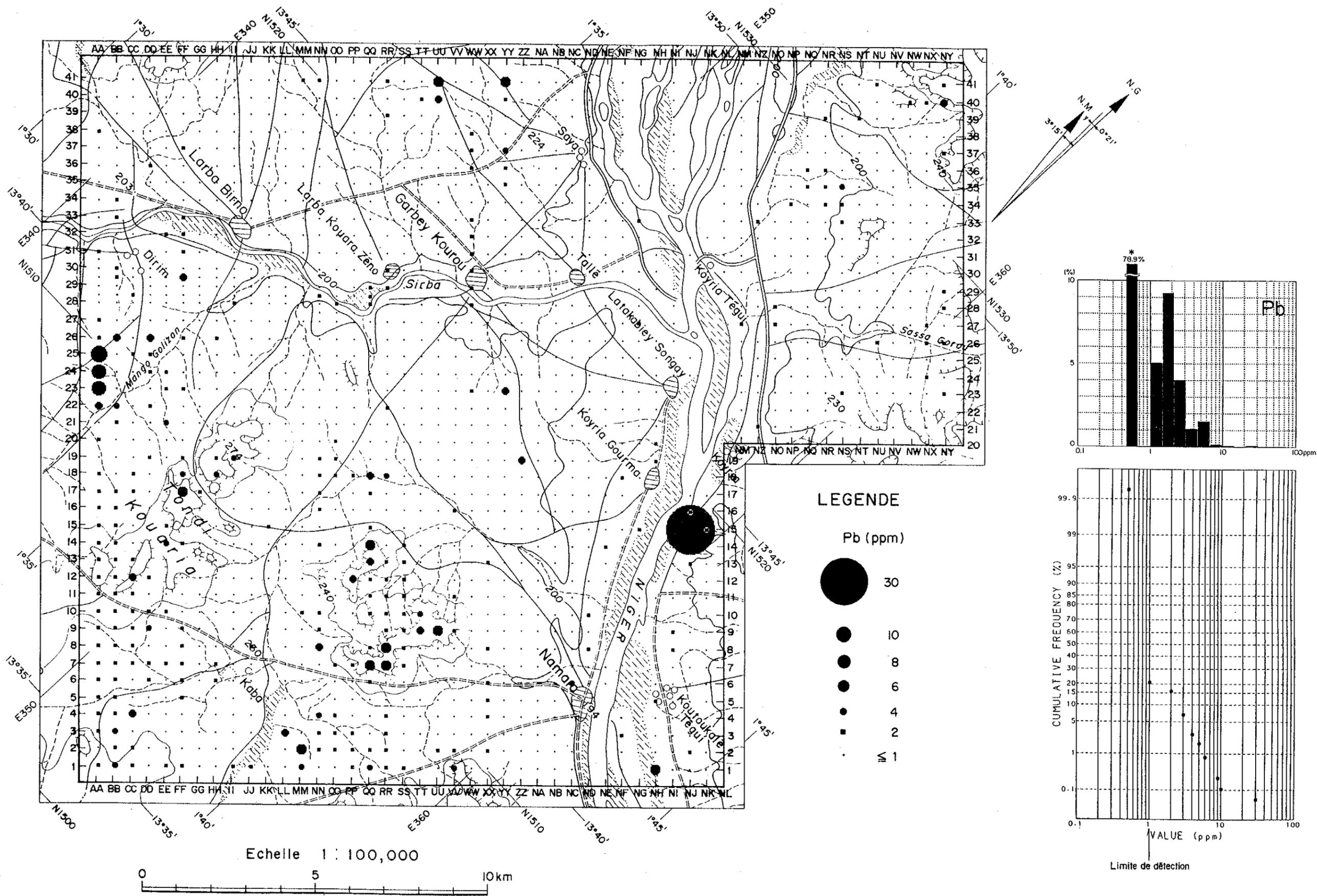


Fig.15-5 Anomalie géochimique du Pb dans le secteur de Namara

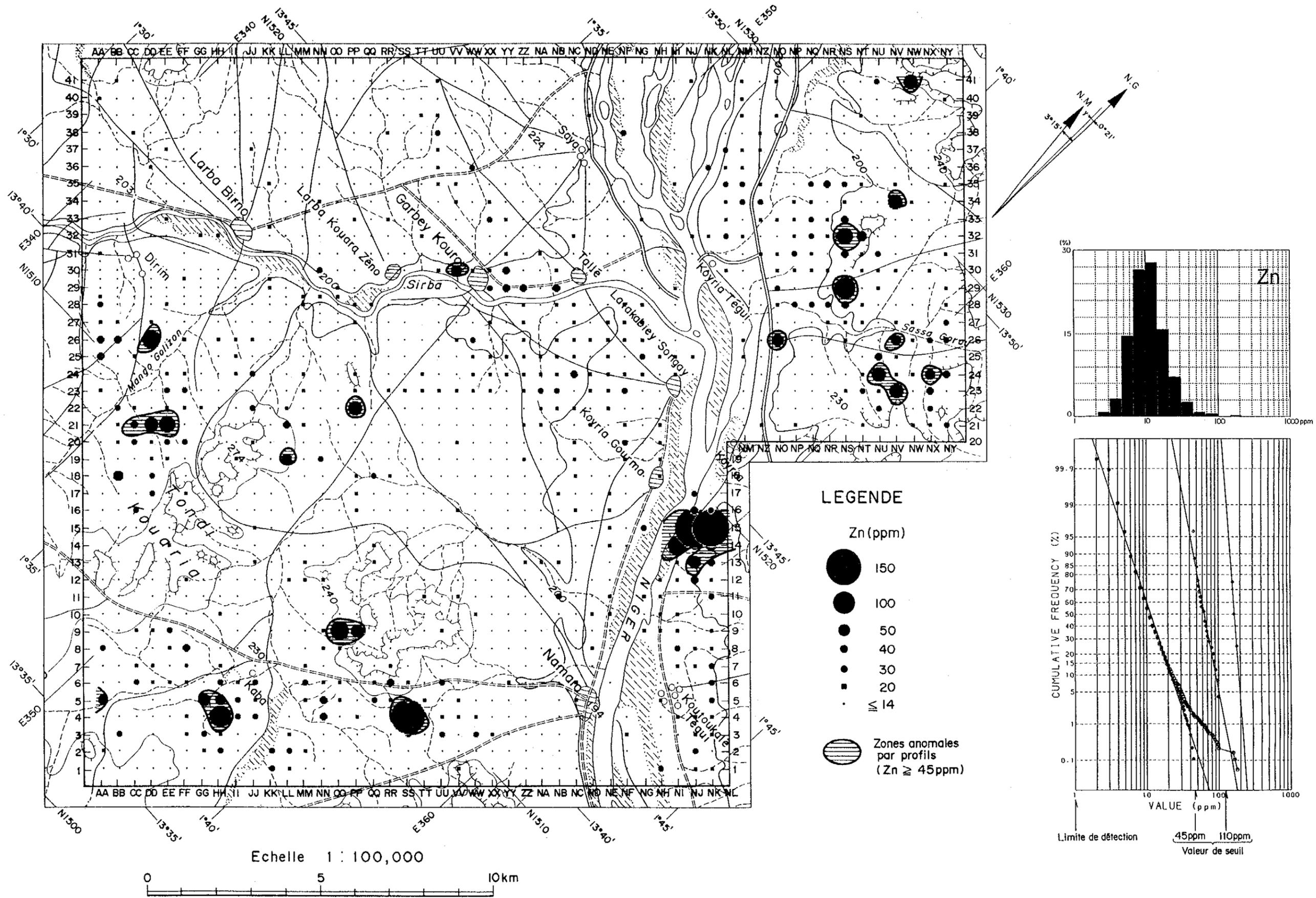
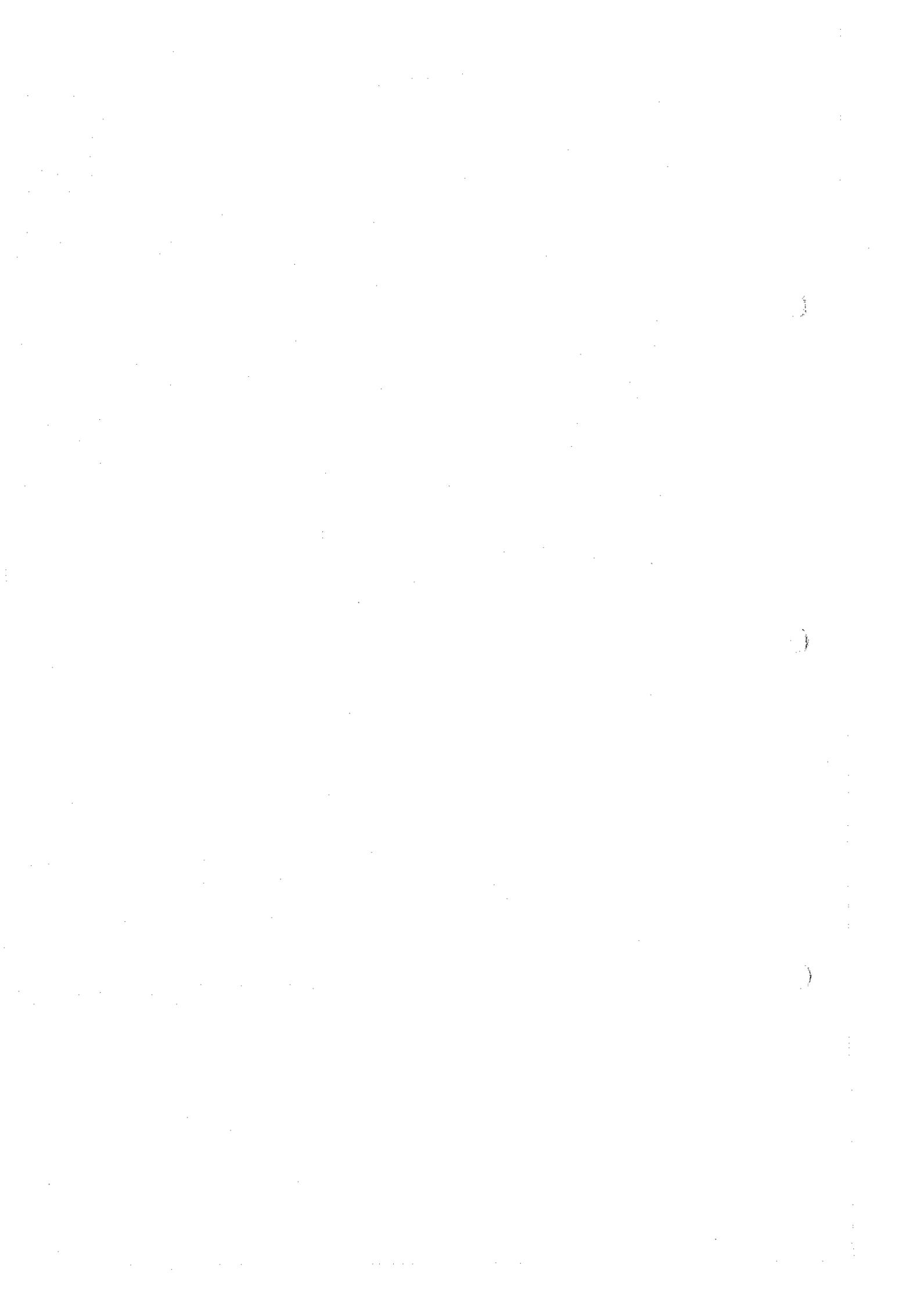


Fig.15-6 Anomalie géochimique du Zn dans le secteur de Namara



anomalies de classe B se trouvent également autour de NS29, NU24, HH4 et DD21. Elles correspondent à peu près aux anomalies en Cu (Fig.15-6).

Les anomalies géochimiques en or correspondent bien aux zones minéralisées avec filons de quartz excepté quelques anomalies au sud ou isolées montrant de hautes valeurs anormales. Les positions des anomalies de la région ouest correspondent au bord ou au pourtour de la diorite granitique. La relation entre les autres éléments et deux choses, les anomalies en or et les zones minéralisées, n'est pas étroite. On peut penser avec raison qu'il existe une relation entre le cuivre et la distribution des roches méta-volcaniques du groupe de formation birrimienne. Il y a en outre quelques différences entre l'or et le cuivre selon les types et les périodes de minéralisation.

2-1-4 Analyse synthétique

(1) Géologie et tectonique

Les roches observées dans ce secteur sont les suivantes: granite gneisseux pré-birrimien (roche de fond), roche méta-volcanique et roche sédimentaire sableuse et pélitique avec couches volcaniques appartenant au groupe des formations birrimiennes, superposées sur la roche pré-birrimienne, la roche de tuf acide tertiaire - crétacé la latérite tertiaire, le dépôt éolien et les alluvions, composant la couche superficielle. La roche basique, la granodiorite et la dolérite post-birrimienne apparaissent sous forme d'amas. La granite gneisseuse pré-birrimienne s'étend dans la partie ouest et nord et à l'extrémité est, et présente généralement une structure schisteuse.

L'analyse microscopique montre que le massif de cette roche, situé à l'ouest, appartient à la diorite quartzique ou à la tonalite, l'analyse complète montrant qu'il appartient à la tonalite et au granite de type I et qu'il ressemble à la granodiorite, roche intrusive. L'âge de ce massif a été déterminé être de $2953 \text{ Ma} \pm 443 \text{ Ma}$ et, malgré l'importante marge d'erreur pour ce qui est de la datation, on a pu confirmer que les granites dataient de l'Archéen, ère antérieure au birrimien.

La roche méta-volcanique, qui constitue la couche inférieure dans le groupe de formations birrimiennes, s'étend continuellement dans la partie ouest et apparaît dans de faibles proportions dans la partie centrale. La roche sédimentaire sableuse ou pélitique s'étend plus largement dans le secteur et présente un aspect schisteux provenant de grès ou de pélite, accompagnant la couche volcanique. La formation birrimienne a sabie du

métamorphisme régional de la faciès du schiste vert et amphibolite. Cette roche s'étend en inclinaison vers l'est et la couche volcanique intercalée est moindre plus supérieure. L'amas basique recoupe le granite gneisseux pré-birrimien situé dans la partie nord. L'étude de 1990 laisse supposer qu'il a été mis en place par l'activité volcanique basique du début du Birrimien. Par ailleurs, le groupe de formations birrimiennes semble avoir été formé entre 2.200 Ma et 2.000 Ma lors du protérozoïque inférieur.

La granodiorite post-tectonique présente des intrusions dans la roche méta-volcanique birrimienne ou pré-birrimienne. La roche est à grains moyens, granuleuse et massive et appartient au domaine de la tonalite et du granite I. Le grand massif situé dans la partie ouest indique un âge de $1701 \text{ Ma} \pm 517 \text{ Ma}$, alors que le petit massif situé dans la partie centre-ouest indique un âge de $1868 \text{ Ma} \pm 239 \text{ Ma}$ par détermination Rb/Sr et malgré l'importante marge d'erreur pour ce qui est de la datation, on peut supposer, en raison également du fait qu'aucune structure de déformation n'a été observée au microscope dans la granodiorite, que l'intrusion s'est produite à la fin ou après le principal mouvement tectonique de la région, c'est-à-dire à la fin ou après le Birrimien. Plusieurs dykes de dolérite mézoïque mézoï que orientés WNW-ESE ont été confirmés.

D'après les documents relatant les études antérieures, les tufs acides disséminés qui forment le plateau de la partie sud peuvent être datés entre le tertiaire et le crétacé.

La latérite s'étend dans la partie centre-sud, ouest et nord-est sur le plateau et montre un aspect de conglomérat (1 à 3 m d'épaisseur). La latérite se trouve quelquefois au pied du plateau, dans le sillon ou dans le lit de l'oued. Cette couche a été formée au tertiaire.

La zone de roches vertes, incluant le secteur de Namaro, présente une forme de S renversé provenant du mouvement régional de torsion sur la droite. Le secteur de Namaro se situe à l'extrémité nord-est et l'orientation géologique varie de NE-SW dans la partie sud ayant fait l'objet d'une étude tactique et de N-S dans la partie nord stratégiquement étudiée. Le secteur de Namaro se situe également à l'extrémité nord-est de la zone tectonique entre Déba et Namaro. On y observe la granodiorite ou le basalte en grain grossier ainsi que des fissures parallèles à schistosité avec une orientation E-W - NE-SW à la partie ayant fait l'objet d'une étude tactique et une orientation NE-SW - N-S à la partie stratégiquement étudiée. Toute l'orientation correspond à la direction du filon de quartz.

(2) Gisements

Seize indices minéralisés ont été découverts parmi lesquels neuf faisaient l'objet d'une extraction. La partie au bord (AA29, MM28) ou à proximité (UU27, XX23, XX27) de la granodiorite située sur la rive droite de la Sirba contient une quantité considérable de filons de quartz ou de zone d'épandage de fragments de quartz. La teneur la plus élevée en minéral d'or dans chaque indice est comprise entre 1,3 et 11,5 g par tonne (11,5 g/t-AA29).

Les températures d'homogénéisation des inclusions fluides de quartz sont comprises entre 160 et 170°C et les gisements d'or qui ont accompagné les roches vertes du Précambrien appartiennent donc au type des basses températures.

On suppose par conséquent que la zone minéralisée a été formée dans une zone faible en tectonique, contrôlée par la structure régionale de roche verte de la Sirba et par intrusion simultanée de granodiorite. Les filons de quartz étaient formés dans la zone de cisaillement au bord de la granodiorite et le long de la schistosité du groupe de formations birrimiennes.

(3) Relation entre anomalie géophysique et zone minéralisée

Huit éléments indicatifs - Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb et Se - ont été analysés parmi lesquels trois éléments, Ag, Sb et Se ont montré pour la plupart des valeurs inférieures à la limite de détection. La corrélation entre l'or et les autres minerais est faible, inférieure à 0,4, et élevée entre Cu et Zn, supérieure à 0,8. La zone bien minéralisée ne correspond à la zone anormale géochimique que dans le cas de l'or, et l'on peut conclure que l'or seul indique la zone minéralisée.

(4) Analyse synthétique

Les zones anormales en or géochimiques, à savoir CC6 et GG3, dans la région ayant fait l'objet d'une étude stratégique sont largement répandues et se situent sur le prolongement des gisements de Mbanga. Elles ressemblent aux zones minéralisées de Séfa Nangue dans lesquelles les zones anormales géochimiques en As, Sb, Cu et Zn se superposent ou sont adjacentes. Aucun gisement de surface n'ayant été relevé jusqu'ici, on peut espérer la présence d'un gisement caché.

Les zones anormales en or, XX25, AA35 et MM28, situées le long de la Sirba à l'ouest, sont favorables à l'exploration pour ce qui est des zones anormales en or géochimiques, de

l'envergure des anciens puits d'extraction, des filons de quartz et des zones d'épandage de fragments de quartz, et en outre de la teneur en or de zones minéralisées connues.

XX25: elle se situe autour de groupes de granodiorite (amas), avec de nombreuses anomalies géochimiques de classe A. Une teneur en or de 2,64 g d'or par tonne a été révélée par analyse chimique du minerai.

AA35: elle se trouve dans le massif de granodiorite et l'analyse chimique du filon de quartz a révélé une teneur en or de 11,5 g d'or par tonne.

MM28: elle est répartie assez largement autour du massif de granodiorite et le sol est généralement riche en or (maximum 155 ppb).

Après l'étude synthétique sur la géologie et l'exploration géochimique, le tableau 18 présente les classements A, B et C de priorité des études à effectuer à l'avenir pour chacune des régions comprenant une zone anonale géochimique et une zone minéralisée.

Tab.12 L'ordre de la priorité d'exploration (Namaro)

Zone	Anomale géochimique					Minéralisation		Priorité	
	Au (Max)	G/M/P	As	Sb	Cu Zn	Point	Au (Max)		
AA35	135ppb	grand	×	×	×	×	AA29, CC33, DD34	minerai: 11,5ppm encaissante: 0,21ppm	A
CC6	72ppb	grand	○	△	×	△	—	—	A
DD26	105ppb	moyenne	○	○	○	△	—	—	B
GG3	30ppb	grand	×	△	△	△	—	—	A
MM28	155ppb	grand	△	△	×	×	JJ28, MM28	minerai: 0,07ppm encaissante: 0,48ppm	A
OO14	56ppb	moyenne	×	○	△	×	—	—	C
PP18	96ppb	moyenne	×	×	△	△	—	—	C
PP38	245ppb	moyenne	×	×	×	×	—	—	C
XX25	123ppb	grand	×	×	△	×	[UU27, VV26, WW29 XX23-YY23, XX26 XX27, XX27-28]	minerai: 2,64ppm	A
NA21	123ppb	petit	×	×	×	×	—	—	C
NC12	22ppb	petit	○	×	×	×	NA13, NB11	minerai: 0,03ppm	C
NE9	314ppb	petit	×	×	×	×	—	—	B
NJ15	91ppb	petit	×	×	○	○	—	—	C
NT24	143ppb	moyenne	○	×	△	△	NR24	—	B
NR29	44ppb	moyenne	×	○	△	△	—	—	C

N. B. : G/M/P: grand/moyenne/petit. ○: trouvé, △: trouvé partiellement, ×: pas trouvé)

2-2 Secteur de Mbanga

2-2-1 Géologie et tectonique

(1) Géologie

Le secteur de Mbanga est une petite zone située à l'extrémité sud-ouest du secteur de Namaro et sa majeure partie présente des caractéristiques identiques à ce secteur. Consulter le paragraphe 2-1-1 (1) "Géologie du secteur de Namaro" pour ce qui est de l'étude géologique détaillée, de la chimie des roches, des ères géologiques et de l'action métamorphique.

Comme il a été dit précédemment, dans le secteur de Mbanga, les roches volcano-sédimentaires du groupe birrimien sont réparties sur une vaste superficie et sont intrudées par de la granodiorite, de la dolérite, de l'andésite, de la dacite et d'autres roches ignées. Recouvrant en discordance les roches volcano-sédimentaires et ignées, des tufs acides, appartenant au "continental terminal" forment localement de petites collines de type "mesa". La latérite s'y rencontre abondamment en surface. Les dépressions topographiques sont remplies d'alluvions (Fig.16).

Les roches volcano-sédimentaires birrimiennes se composent essentiellement de laves d'andésite et de roches pyroclastiques, intercalées par endroits de tufs acides, de grès tufacés, de grauwacke, de pélite, d'une alternance de chert et tuf. Les roches du groupe birrimien sont plus ou moins schisteuses et elles ont subi un métamorphisme de faciès de schiste vert.

Les roches ignées en intrusion dans le groupe birrimien et composées de diorite, de dolérite, d'andésite et de dacite, forment des amas et des dykes. A l'exception des corps à diorite, elles sont de petites dimensions et ne sont pas identifiables comme unités géologiques cartographiables en surface. Bien que les minéraux métamorphiques du faciès de schiste vert soient formés à l'intérieur de ces roches intrusives, la schistosité n'est pas apparente.

Les tufs acides, qui forment des collines de type "mesa", sont extrêmement altérés et révèlent des parties de couleur brun clair à blanche aux affleurements. En général, ils sont stratifiés horizontalement et ont plus ou moins subi une kaolinisation résultant de leur exposition à l'air.

La couverture de latérite se compose d'agrégats d'oxyde de fer et de silicates, remplis de matrices de matériaux sableux ferrugineux et donne une apparence d'amas. La latérite se