

GEORGES MATHERON



LE GISEMENT DE FER DE GARA DJEBILET

EXTRAIT
du «*BULLETIN SCIENTIFIQUE ET ÉCONOMIQUE*
du B. R. M. A. »
N° 2 - Mai 1955

PUBLIÉ PAR LE
BUREAU DE RECHERCHES MINIÈRES DE L'ALGÉRIE
88, Rue Michelet
ALGER

LE GISEMENT DE FER DE GARA DJEBILET ⁽¹⁾

PAR

Georges MATHERON ⁽²⁾

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	53
II. SITUATION GÉOGRAPHIQUE	54
III. GÉOLOGIE GÉNÉRALE	55
IV. STRUCTURE ET GENÈSE DU GISEMENT	56
V. LE MINÉRAI	58
VI. TENEURS ET TONNAGES	59

ILLUSTRATIONS

FIG. 1. — Minéralisation de la Gara Centrale	60
FIG. 2. — Minéralisation de la Gara Ouest	62
CARTE h. t. : Esquisse géologique de Gara Djebilet en face de	64

I. INTRODUCTION

Situé en plein désert et éloigné de toute voie de communication, le gisement de fer de Tindouf est resté ignoré jusqu'à la fin de 1952, époque à laquelle P. GEVIN, Géologue Principal au Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, l'a découvert en levant la carte géologique de la région.

Dès le début de 1953, le Bureau de Recherches Minières de l'Algérie a commencé la prospection de ce gisement dont les réserves sont apparues immédiatement très importantes. En même temps qu'il exécutait des travaux, le B.R.M.A. a fait

(1) Commune Indigène de Tindouf. Territoires du Sud Algérien.

(2) Ingénieur au Corps des Mines, en service détaché auprès du B.R.M.A.

procéder à une étude géologique de détail commencée par J. Y. THÉBAULT, au cours de la campagne 1953-1954, et poursuivie par M. BOURGEOIS à la fin de 1954. Le travail de ces deux géologues est résumé dans l'esquisse géologique au 1/100.000^e qui est annexée au présent article.

II. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le gisement de fer de Gara Djebilet est situé dans les formations du Dévonien inférieur du flanc S du synclinal de Tindouf, à une distance d'environ 135 km au SW de cette agglomération. Les séries primaires qui constituent cette région présentent un pendage très faible vers le N (1° environ), et reposent en discordance sur le socle antécambrien, qui affleure plus au S sous la forme du massif granitique du Yetty. Ce sont des séries sédimentaires de puissance généralement variable, mais n'ayant subi à peu près aucune manifestation tectonique. Le trait le plus saillant de la topographie locale est l'existence d'une grande falaise, regardant vers le S, dont la partie supérieure est constituée par le minerai lui-même, et qui s'abaisse progressivement vers l'E, pour disparaître à l'extrémité NE de la Gara Centrale.

Une piste de 200 km relie Tindouf au chantier de la Gara Djebilet au voisinage duquel une piste d'envol a été également aménagée. Les difficultés d'accès de cette région jointes à la nécessité de créer de toutes pièces le réseau d'évacuation, obligent à une étude très serrée de la rentabilité du gisement. Cette étude a été entreprise par la SOGEI⁽¹⁾ qui envisage comme débouché soit le port d'Agadir, soit un autre port que l'on ouvrirait plus au Sud.

Le point d'eau le plus important de la région est celui d'Aouinet Legraa, qui assure un débit d'environ 5m³/jour d'une eau excellente, mais se trouve à une quarantaine de kilomètres de la Gara Centrale. A l'extrémité NE de la Gara Ouest se trouve un autre point d'eau, Hassi Djebilet, mais son débit est malheureusement très faible (500 l/jour). Dans le cadre d'un projet d'exploitation de ce gisement le problème de l'eau demanderait à être étudié de très près.

(1) Société Générale d'Exploitations Industrielles, 4, rue d'Aguessau, Paris (8^e).

III. GEOLOGIE GENERALE

En l'absence de toute manifestation tectonique, une étude géologique de cette région se borne à établir une échelle stratigraphique et à suivre les variations de faciès et de puissance des différentes couches. Elle met surtout en évidence le caractère littoral de la sédimentation. C'est à proximité du rivage du continent émergé du Yetty que se sont déposés les termes de la série primaire, y compris le minerai de fer lui-même. La carte géologique au 1/100.000° ci-jointe illustre les relations très simples de ces formations.

Sur le socle *antécambrien* se sont déposées successivement les formations suivantes, décrites d'après J. Y. THÉBAULT et M. BOURGEOIS :

1. *Cambro-ordovicien*. Grès grossiers. Leur puissance, minima entre les deux Garas (5 m), augmente rapidement vers l'W et vers l'E (100 m à Aouinet Legraa).

2. *Gothlandien*. Schistes et grès fins. Leur puissance diminue d'W en E (transgression vers l'E).

3. *Gédinien et Sigénien*. La série comprend deux termes de bas en haut :

- Schistes et grès fins feuilletés avec un niveau oolithique ferrugineux qui fournit un bon repère stratigraphique.
- Série grés-schisteuse surmontée d'un banc de grès ocre, grossiers, à stratification entrecroisée, prenant vers l'E où ils reposent en discordance sur les termes précédents, une allure nettement transgressive. Au-dessus, argiles et grès du mur.

4. *Emsien*.

- La base n'est autre que le banc principal de minerai oolithique surmonté du « minerai du toit » présentant des intercalations argileuses de forme cylindrique, correspondant peut-être à d'anciennes tiges de plantes. Le minerai du toit devient de plus en plus conglomératique vers le S, et prend une allure transgressive.
- Grès fins et quartzites ferrugineux. C'est le terme de passage latéral du minerai, à l'E et à l'W des Garas. La tran-

sition est en général très brutale comme s'il y avait eu une modification très rapide dans l'espace des conditions de la sédimentation. Elle s'accompagne d'une diminution de la puissance. J. Y. THÉBAULT l'interprète par la topographie sous-marine ancienne (passage de bas-fonds, favorables au dépôt des oolithes, à des hauts-fonds où les conditions physico-chimiques ne permettaient pas ce dépôt).

- Grès et calcaires gréseux à *Spirifer pellicoï*. Ils constituent le toit du minerai dans la Gara Ouest, se prolongent entre les deux Garas mais disparaissent dans la Gara Centrale et réapparaissent plus à l'E.
- Mince dalle de calcaire violacé à articles de Crinoïdes, absente à la Gara Centrale.

5. Eifélien.

- Grès roses à *Spirifer cultrijugatus*.
- Quartzites ferrugineux à éclat brillant.
- Argiles et marnes à *Spirifer speciosus* et passées de calcaire coquillier.
- Banc calcaire à polypiers.

Le *Tertiaire* est représenté par des lambeaux de hammad.

Au *Quaternaire*, se sont formées des éluvions qui couvrent parfois les affleurements.

Sans chercher à suivre dans le détail l'évolution de la paléogéographie locale, nous retiendrons seulement l'abondance des faciès transgressifs et conglomératiques, qui indique une assez grande mobilité de la ligne du rivage dévonien. Des émergences partielles ont pu se produire après le dépôt des oolithes, qui expliqueraient les irrégularités dans le degré d'oxydation du minerai.

IV. STRUCTURE ET GENESE DU GISEMENT

Le gisement proprement dit est constitué de trois lentilles occupant le même niveau stratigraphique (base de l'Emsien) et s'alignant selon un axe E-W, parallèlement à la direction de l'ancienne ligne de rivage. Ces trois lentilles, ou

« Garas » que l'on appelle simplement Gara Ouest, Gara Centrale (ou Gara Djebilet proprement dite) et Gara Est, sont constituées d'un minerai oolithique, dont la nature sédimentaire n'est mise en doute par personne. Les Garas Ouest et Centrale montrent, sur la falaise qui les limite au S, une puissance d'une dizaine de mètres et couvrent en affleurement des superficies de 34 et 72 km² respectivement. En raison du faible pendage N, les couches minéralisées s'enfoncent vers le N sous les termes supérieurs, de sorte que l'extension véritable du gisement est certainement plus vaste encore. Un levé magnétique au magnétomètre aéroporté, dont l'interprétation n'est pas encore achevée, permettra de la préciser. Dès maintenant on peut dire que la largeur de la Gara Centrale est de l'ordre de 5,5 km au lieu des 3,5 km visibles en affleurement. Cette Gara se prolonge également en longueur de quelques km au-delà de la limite NE des affleurements. Malheureusement, l'intensité des anomalies semble liée davantage à la teneur en minerai magnétique (magnétite et maghémite) qu'à la teneur en fer, ou même à la puissance de la couche, de sorte que l'évaluation du tonnage et des teneurs donnée plus bas, ne concerne que la zone reconnue par puits et sondages, zone assez vaste d'ailleurs.

Le mur argilo-gréseux du minerai est extrêmement constant. Le toit au contraire est très variable. J. Y. THÉBAULT interprète ainsi cette particularité :

« Les conditions physico-chimiques nécessaires au dépôt du minerai et à la formation d'oolithes n'ont pas cessé de jouer sur toute l'étendue des lentilles au même moment. Ici le minerai pouvait continuer de se déposer, alors que plus loin, pour des questions de milieu, d'agitation des eaux, de profondeur, de courant, etc... le dépôt du minerai n'était plus possible, et se déposaient des calcaires ou des grès. »

L'origine des impressionnants tonnages de fer rassemblés dans les Garas est certainement attribuable au lessivage du massif granitique antécambrien du Yetty qui devait émerger au Primaire. J. Y. THÉBAULT écrit à ce sujet :

« Les accidents ferrugineux ne sont pas rares dans la région, à tous les étages. Seules varient dans les sédiments l'étendue des concentrations, les puissances et les teneurs. Le gisement reconnu est un cas extrême... Il apparaît donc que les eaux de la mer étaient toujours for-

tement chargées en fer, transporté, suivant le schéma classique, à la mer, à l'état ferrique, par les cours d'eau, pour y être réduit à l'état ferreux. »

Les oolithes se seraient formées sur place, sur des bas-fonds proches de la côte et occupant l'emplacement actuel des Garas.

En dépit de sa structure générale relativement simple, le gisement apparaît comme assez complexe, en ce qui concerne la composition minéralogique du minerai et, d'un point de vue pratique, la répartition des teneurs. Cette complexité, dont les deux paragraphes qui suivent ne peuvent donner qu'une idée schématique, doit être attribuée à la grande variabilité des conditions physico-chimiques contemporaines de la formation du gisement et immédiatement postérieures à celle-ci. Si l'on se souvient que la Gara Centrale s'étend sur une longueur d'au moins 20 km, et si l'on ajoute à cela la position littorale de cette zone au moment du dépôt, il n'y a rien d'étonnant à ce que les conditions de la sédimentation ne soient restées constantes ni dans l'espace, ni dans le temps. L'évolution ultérieure n'a pu qu'accentuer les différenciations originelles, des émerisions partielles au Dévonien aussi bien qu'un lessivage inégal à une époque plus récente, ayant sans doute provoqué une oxydation d'intensité variable dans les différentes parties du gisement.

V. LE MINERAI

Mlle DEUDON, du Service Minerais de l'IRSID⁽¹⁾, décrit en ces termes la structure du minerai :

« Le minerai de la Gara Djebilet est un minerai sédimentaire oolithique, qui a subi des phénomènes d'oxydations, peut-être accompagnés d'actions thermiques. Les oolithes sont constituées par la sidérose et la chlorite, mais on ne peut affirmer que la sidérose ne résulte pas d'une première altération de la chlorite. Ensuite, sidérose et chlorite ont été oxydées en Fe_2O_3 et Fe_3O_4 avec éventuellement passage intermédiaire de goethite. »

Suivant l'intensité de l'oxydation, de la martitisation de la magnétite en oligiste, etc... on doit s'attendre à trouver tous

(1) Institut de Recherches de la Sidérurgie, 185, rue Président-Roosevelt, Saint-Germain-en-Laye.

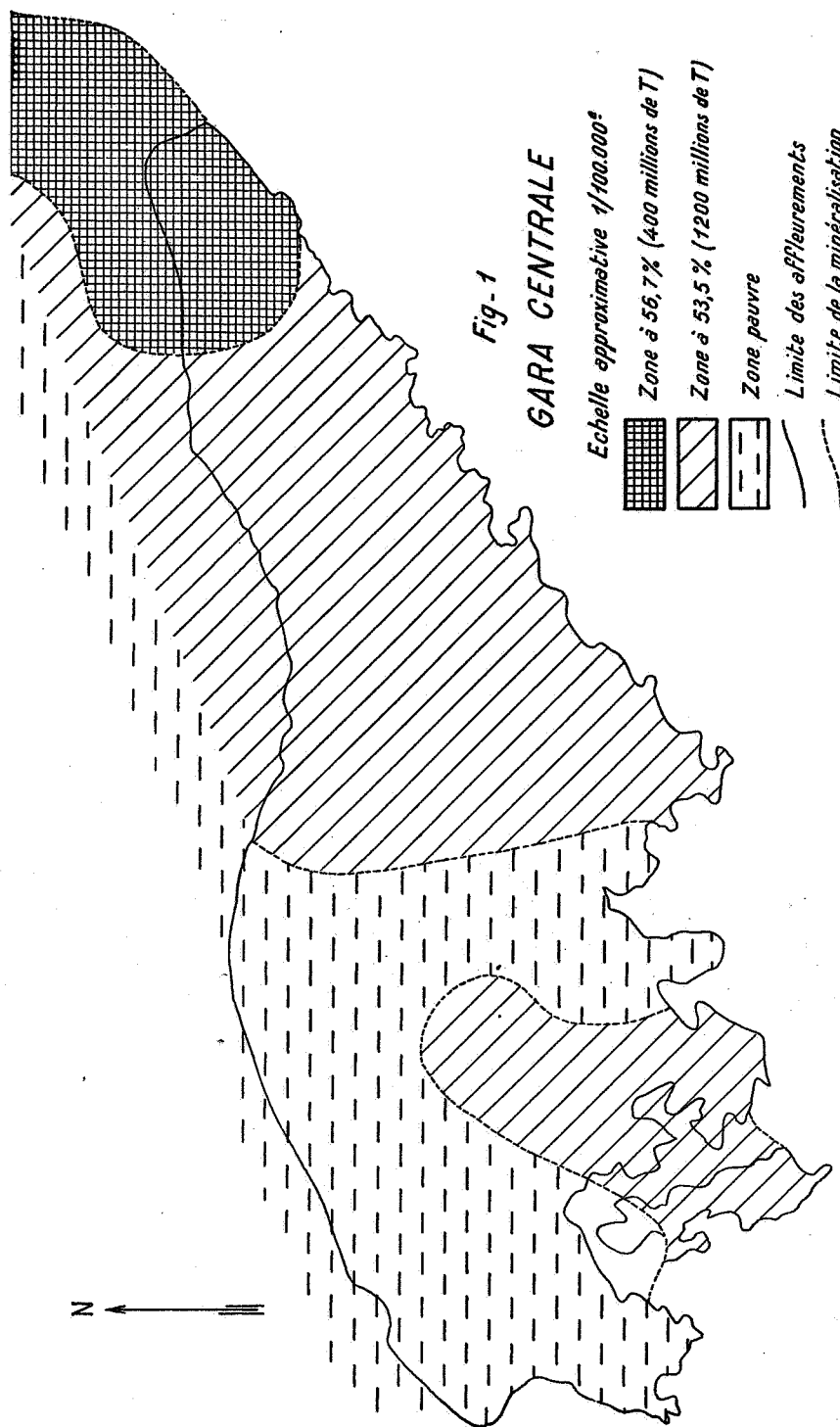
les types intermédiaires entre le minerai chloriteux, généralement pauvre et situé à la partie inférieure de la couche, et les minerais oxydés. Parmi ces derniers, on distingue sur le terrain un minerai oolithique violet, relativement poreux et à oolithes bien visibles, et un minerai compact plus dur, à éléments plus fins et à oolithes mal conservées. Cette distinction est indépendante du magnétisme du minerai : la répartition de la magnétite et du Fe^2O^3 ferromagnétique (maghémite) ne paraît pas obéir à une loi simple. La gangue est siliceuse et accessoirement calcaire, lorsque de la calcite de néoformation s'est déposée dans les fissures du minerai. Signalons la présence de phosphore, à des teneurs de l'ordre de 0,6-0,8 %, et qui, selon Mlle DEUDON, serait due à l'existence de phosphates de fer. Il s'agit donc d'un minerai semi-phosphoreux.

A titre d'exemple, nous reproduisons ici une analyse complète, qui peut être considérée comme assez représentative.

Fe^2O^3	79,4 %	(Fe : 55,6 %)	CuO	0,002 %
Mn^2O^3	0,10 %	Mn : 0,07 %)	PbO	0,007 %
SiO^2	6,2 %		ZnO	0,045 %
Al^2O^3	6,4 %		NiO	0,004 %
TiO^2	0,17 %		CoO	0,0005 %
CaO	0,94 %		As^2O^3	0,048 %
BaO	0,02 %		Cr^2O^3	0,004 %
MgO	0,09 %		V^2O^5	0,08 %
SO^3	0,20 %	(S : 0,08 %)	CO^2	0,90 %
P^2O^5	1,38 %	(P : 0,60 %)	H^2O	4,10 %

VI. TENEURS ET TONNAGES

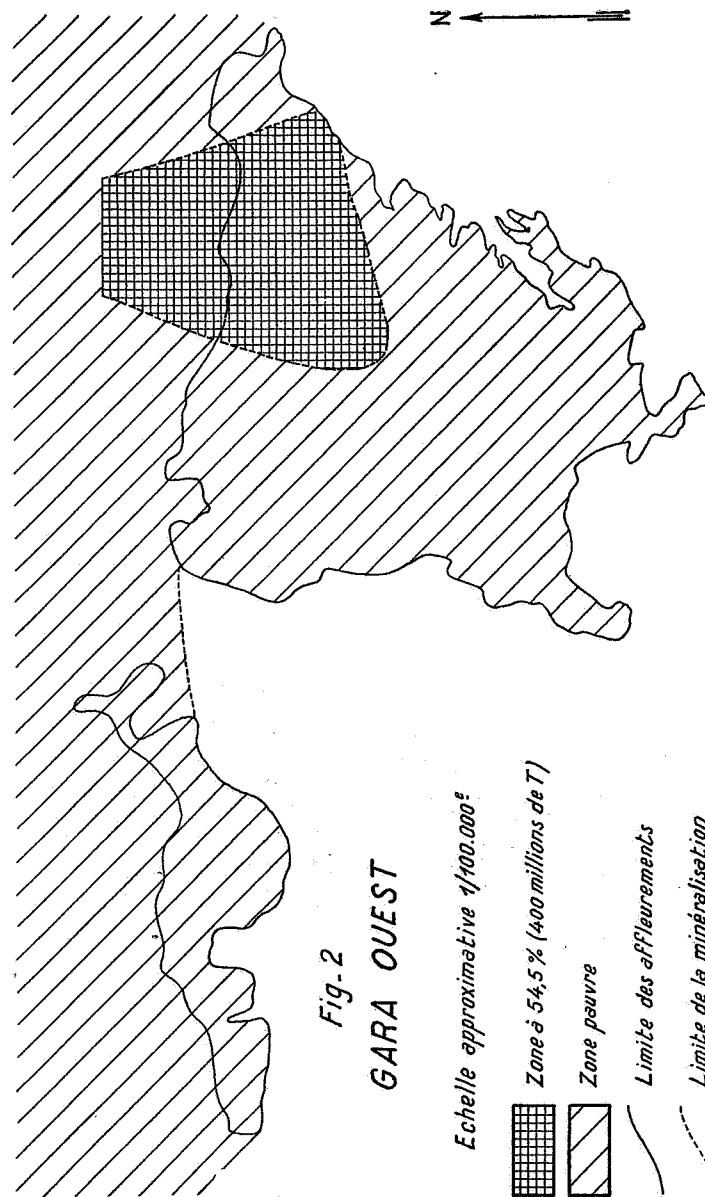
L'étude statistique de la répartition des teneurs montre que le gisement ne peut pas être considéré comme homogène. Tout se passe en effet comme si, sur un fond général de minéralisation relativement pauvre, se différenciaient des couches lenticulaires plus riches, à l'intérieur desquelles se délimitaient à leur tour d'autres lentilles encore plus riches de sorte que le gisement doit être considéré comme la superposition de plusieurs gisements emboîtés, les plus pauvres ayant naturellement la plus grande extension géographique. Si l'espacement des puits (2 km) n'a pas permis de délimiter avec



précision ces différentes zones pour l'ensemble du gisement, l'étude détaillée d'une zone plus restreinte, comme celle du puits 35 où une trentaine de sondages ont été forés à la maille de 500 m, montre avec certitude la validité de cette conception. La richesse particulière de cette zone (56,7 %) est due, en effet, à l'existence d'une couche continue de minerai compact à 58,75 % et de 7 m environ de puissance moyenne, que l'analyse statistique permet aisément de distinguer des couches à 53,5 % qui l'encadrent et dont l'extension géographique est plus vaste. Du point de vue pratique, cette couche à 58,75 % jointe aux portions des couches à 53,5 % qu'il sera sans doute nécessaire d'enlever simultanément, représente 400 millions de tonnes à 56,7 %. Etant données les conditions économiques très strictes dans lesquelles l'exploitation doit être envisagée, il est hors de doute que seule cette zone, la plus riche reconnue actuellement, pourrait assurer la rentabilité du gisement. Schématiquement, le tonnage actuellement reconnu, peut se décomposer comme suit :

	Tonnage minerai en millions de tonnes	Teneur	Tonnage métal en millions de tonnes
GARA CENTRALE	950	38 %	360
	500	48 %	240
	1.185	53,5 %	632
	400	56,7 %	226
			Total 1.458
GARA OUEST	405	54,5 %	222
	405	51,5 %	208
	330	41,8 %	138
	170	30,1 %	52
			Total 620

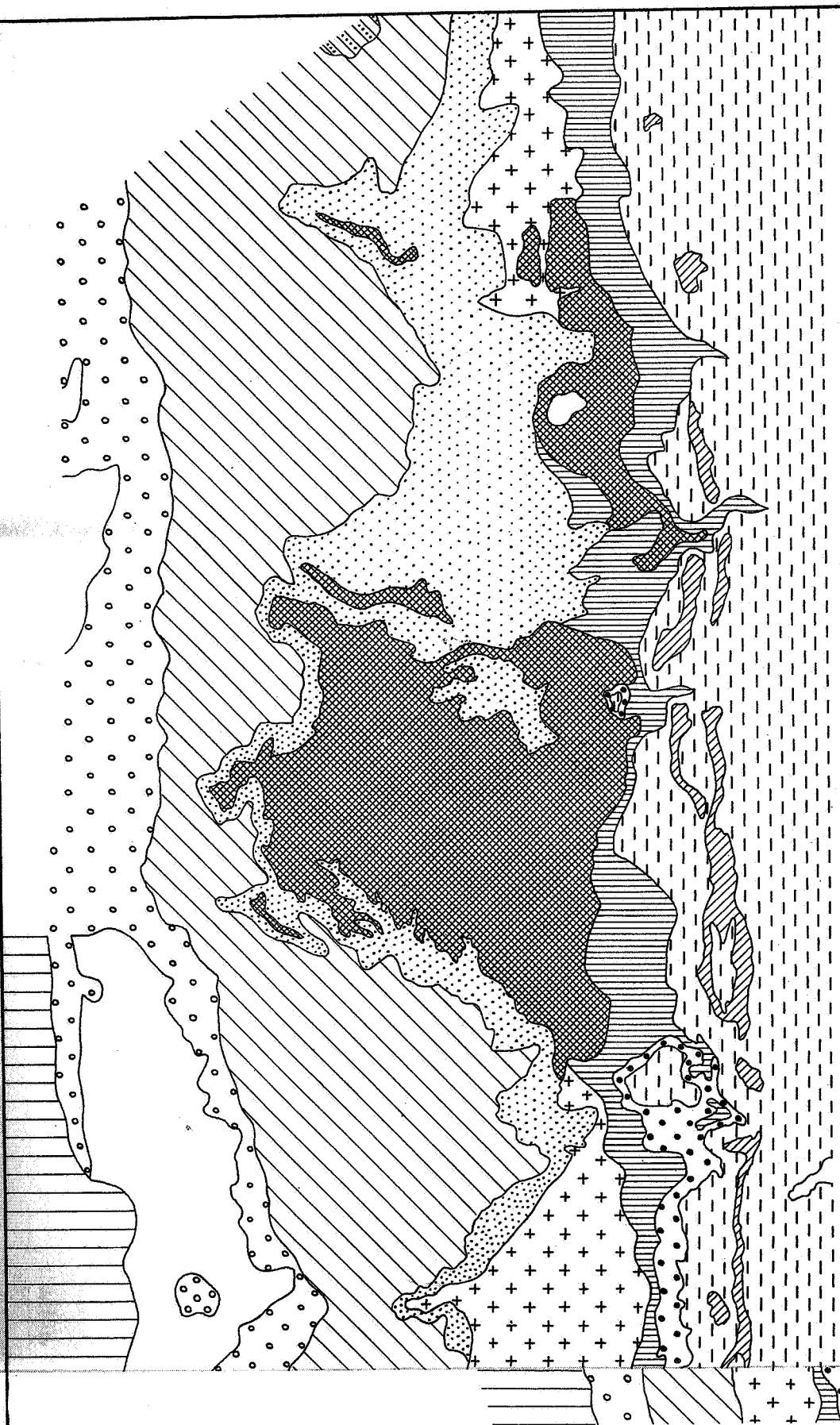
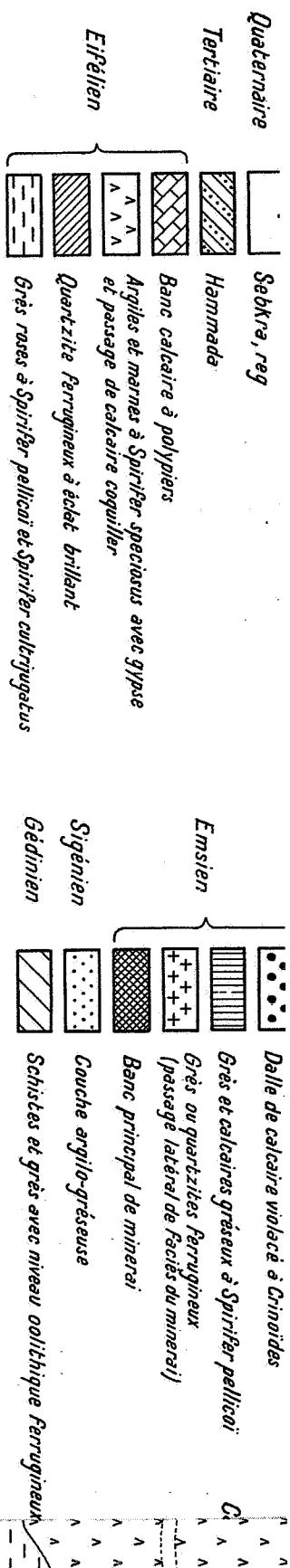
Les réserves reconnues en fer métal dépassent donc deux milliards de tonnes. Il faudrait y ajouter les tonnages probables (120 millions de tonnes de fer métal dans la Gara Ouest) et possibles (au moins 500 millions de tonnes pour l'ensemble des trois Garas car dans la Gara Est on n'a pas jusqu'ici fait de travaux). En ce qui concerne les tranches pauvres, ces chiffres sont certainement inférieurs à la réalité, les éluvions ayant été souvent négligées, et certains puits ayant été arrêtés



après la traversée de la couche principale, mais sans avoir atteint le mur. Du point de vue pratique, d'ailleurs, seules les tranches à teneurs supérieures à 50 % présentent de l'intérêt. Les tonnages en effet étant pratiquement illimités, le problème est plutôt de délimiter une zone à teneur assez élevée pour assurer la rentabilité de l'exploitation, et à cet égard un point de plus en fer est sans doute plus important que cent millions de tonnes supplémentaires.

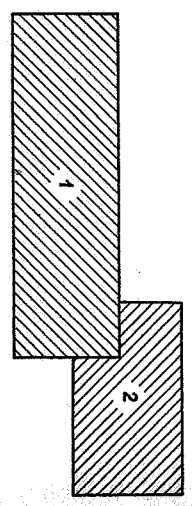
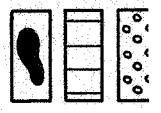
Les figures 1 et 2 schématisent, pour chacune des deux Garas principales, la répartition des teneurs. Elles ne constituent qu'une toute première approximation. Les limites Nord de la minéralisation n'ont pas été indiquées, mais elles se trouvent largement au-delà des limites d'affleurement. Les figurés conventionnels n'ont été portés que sur les zones où l'on est sûr de l'existence de minerai, soit qu'il ait été reconnu par puits ou sondages, soit que l'intensité des anomalies magnétiques le suggère avec quasi certitude, en l'absence d'interprétation quantitative complète. La Gara Centrale montre une zonalité remarquable, qui se traduit en gros par un enrichissement progressif vers le NE aboutissant à l'extrémité NE de la zone reconnue, au magnifique panneau de 400 millions de tonnes à 56,7 % dont il a été question plus haut (zone du puits 35). Le recouvrement de cette zone est compris entre 3 m (au S) et 29 m au NE. Sa valeur moyenne dans la moitié S de la zone est de 8 m, la puissance moyenne est d'une quinzaine de mètres. En ce qui concerne la Gara Ouest, qui n'a fait l'objet que d'une quinzaine de puits, il n'a pas paru possible de délimiter les zones avec la même précision. On a seulement distingué la zone des puits 103-104-105, qui représente 400 millions de tonnes à 54,5 % sous un recouvrement de 6 m environ, de sorte que le figuré intitulé zone pauvre représente ici à la fois un tonnage à 51,5 % et un tonnage dont la teneur est de l'ordre de 30 à 40 %.

Il n'est donc pas exagéré de dire, pour conclure cet article, que le véritable problème de Gara Djebilet, de nature économique, est de savoir si le marché mondial est capable d'absorber l'énorme production, qui seule assurerait la rentabilité d'un gisement aussi éloigné.

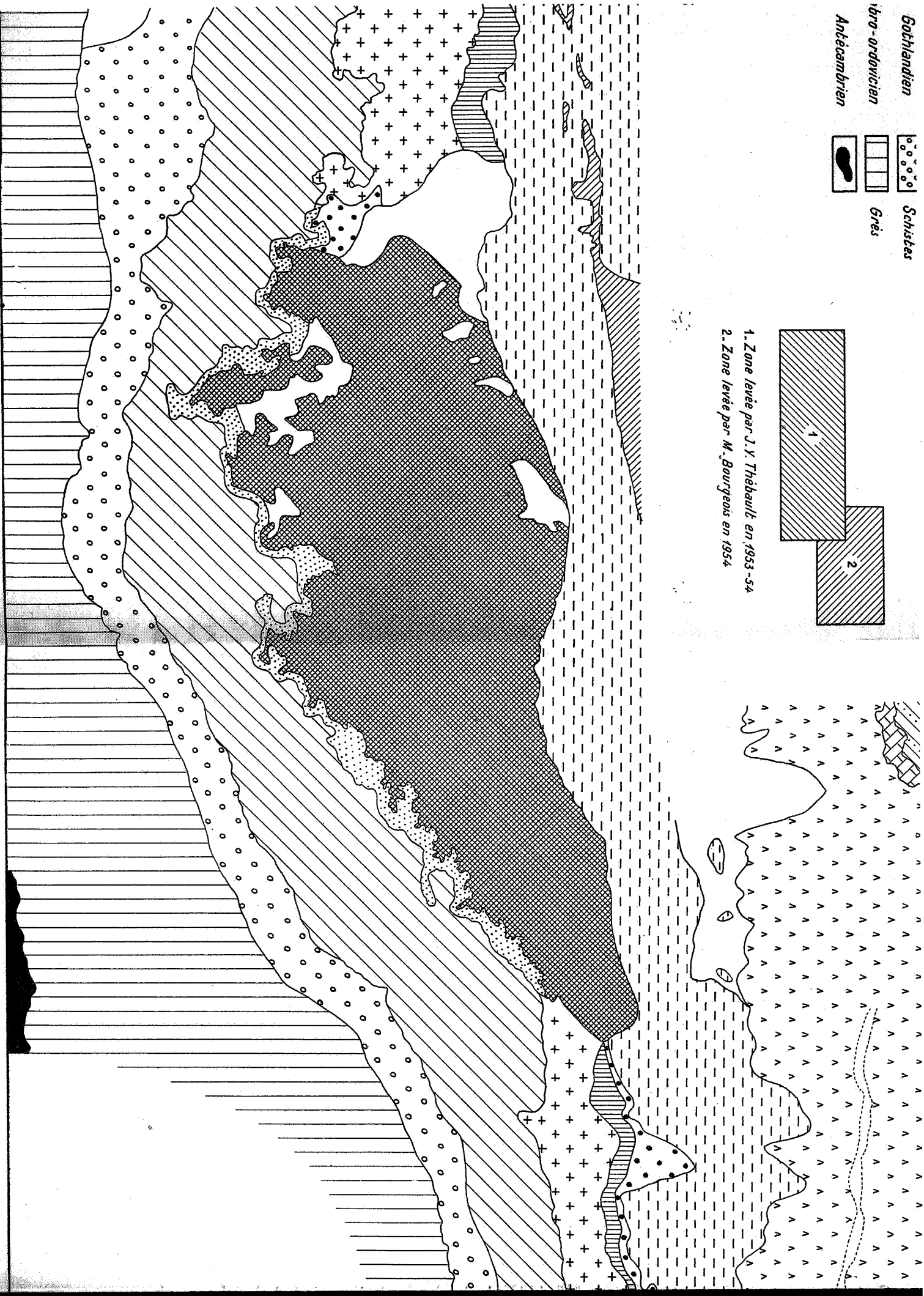


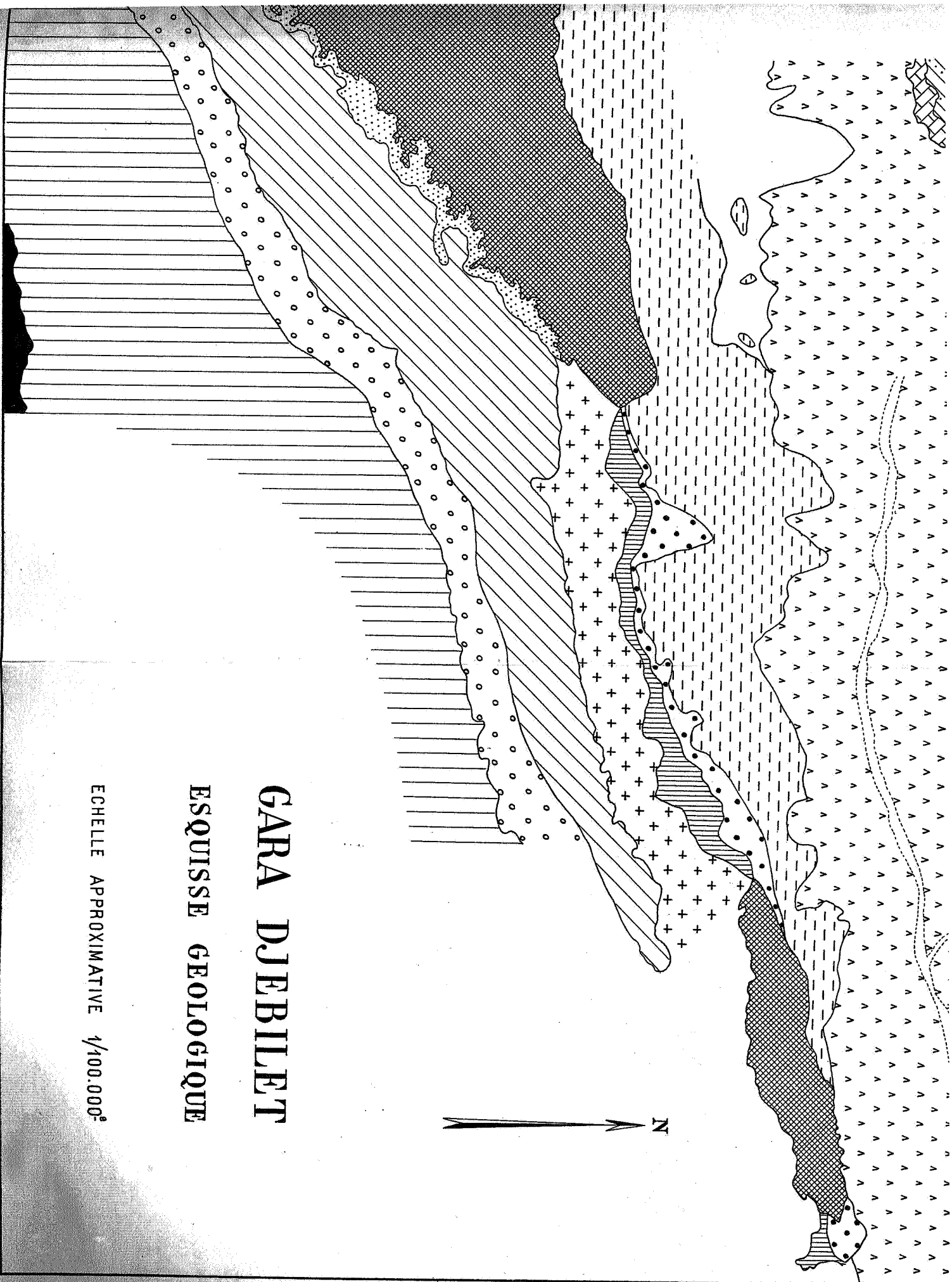
Gothlandien
 Pro-ordovicien
 Antécambrien

Schistes
 Grès



1. Zone levée par J.Y. Thébaud en 1953-54
 2. Zone levée par M. Bourgeois en 1954





GARA DJEBILET

ESQUISSE GEOLOGIQUE

ECHELLE APPROXIMATIVE 1/100.000^e