

## Occurrences antimonifères du Massif Hercynien Central Marocain: Essai comparatif, hypothèse génétique et perspectives d'exploration

### [ Antimoniferous Occurrences of the Moroccan Central Hercynian Massif: Comparative test, genetic hypothesis and exploration prospects ]

*Lotfi Fouad<sup>1</sup> and Chaïb Mustapha<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Faculté polydisciplinaire Taroudant, Université Ibn Zohr, Exploration et Gestion des Ressources Naturelles et Environnementale: EGERNE Hay El Mohammadi (Lastah), BP. 99, 271, CP. 83000 Taroudant, Morocco

<sup>2</sup>ONHYM, 5 Avenue Moulay Hassan BP. 99, Rabat, Morocco

---

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** In Morocco, the antimony indices and deposits are divided into three regions: Central Morocco which contains the majority of the indices, the Rif, the Tazekka and Tamlelt massifs. These mineralizations are mainly hosted in Paleozoic terrains, sometimes near outcrops of Hercynian granites outside their aureole of contact metamorphism. They are in most cases in the form of stibine with fracture filling. Antimony deposits are vein-like and belong to several morphological types: deposits of large fractures opposing those of small fractures to which a particular type can be attributed, including that of cracks, and stratiform deposits with mineralization disseminated within the rock sedimentary host.

The pattern of distribution of antimoniferous mineralization in Central Morocco clearly shows their dependence on granite massifs. Lithological control is a key trap for the distribution of mineralization. The preferential alignment of these mineralizations is generally following the major fractures including two tectonic axes of NE-SW direction (Smala-Achemeche; Pays Zaïan-Haut Oued Beht), with a high frequency in the vicinity of the Carboniferous terrains and those of the pre-Carboniferous basement which constitutes the essential element of the search for new mineralized zones. In fact, it is the hearts of the anticlines as well as their flanks that are the best mineralized. Brittle tectonics played an essential role either at the local level of the deposit, or at the regional level of faulted anticlinal folds in determining the distribution of antimoniferous mineralization in the various massifs. The age of emplacement of antimoniferous mineralization is similar to the different massifs having been deposited at the end of the Hercynian orogeny.

**KEYWORDS:** Central Morocco, Hercynian, Antimony.

**RESUME:** Au Maroc, les indices et gîtes d'antimoine se répartissent en trois régions: Le Maroc Central qui renferme la majorité des indices, le Rif, les massifs de Tazekka et Tamlelt. Ces minéralisations sont encaissées essentiellement dans des terrains paléozoïques, parfois à proximité d'affleurements de granites hercyniens à l'extérieur de leur auréole de métamorphisme de contact. Elles sont dans la plupart des cas sous forme de stibine à remplissage de fractures. Les gisements d'antimoine sont filoniens et appartiennent à plusieurs types morphologiques: les gîtes de grandes fractures opposant ceux de petites fractures aux quels peut-on attribuer un type particulier dont celui des fissurations, et les gisements stratiformes à minéralisation disséminée au sein de la roche encaissante sédimentaire.

Le schéma de répartition des minéralisations antimonifères dans le Maroc Central met en toute évidence leur dépendance avec les massifs granitiques. Le contrôle lithologique constitue un rôle primordial de piège pour la répartition de la minéralisation. L'alignement préférentiel de ces minéralisations est généralement suivant les grandes fractures dont deux axes tectoniques de direction NE-SW (Smala-Achemeche; Pays Zaïan-Haut Oued Beht), avec une grande fréquence au voisinage des terrains carbonifère et ceux du socle antécarbonifère qui constitue l'élément essentiel de la recherche de nouvelles zones minéralisés. En fait ce sont les cœurs des anticlinaux ainsi que leurs flancs qui sont les mieux minéralisés. La tectonique cassante a joué un rôle essentiel soit au niveau local du gîte, soit au niveau régional des plis anticlinaux faillés dans la détermination de la répartition de la minéralisation antimonifères dans les divers

massifs. L'âge de mise en place de ces minéralisations est semblable aux différents massifs ayant été déposée à la fin de l'orogénèse hercynienne.

**MOTS-CLEFS:** Maroc Central, Hercynien, Antimoine.

## **1 INTRODUCTION**

La quasi-totalité des gisements d'antimoine sont rangés en catégorie de type filonien. En plus de ce dernier type, il existe d'autres types dont les plus importants sont les gisements stratiformes et ceux en stockwerks. Les gîtes filoniens sont toujours liés à une zone de fracturation s'étendant sur plusieurs kilomètres dont l'exemple le plus prépondérant est celui de la Bolivie et de la Chine. Les gîtes stratiformes sont rencontrés dans divers pays. Ils sont de moindre fréquence et d'importance. La minéralisation se concentre soit dans une roche carbonatée, soit au contact d'une roche imperméable sus-jacente (argiles-schistes). Les gisements d'antimoine sont largement répartis à travers le monde, leurs réserves sont plus souvent limitées. En fait, la discontinuité de ses gisements et leur grande distribution marquent un net trait des caractéristiques de la plus part des gisements d'antimoine connus.

Les gisements d'antimoine de faible extension traduisent leur faible rentabilité et surtout les gisements à forte teneur en impuretés pénalisante, sont sensibles à la conjoncture économique. A la base de ces deux critères (taille, impureté) et en fonction des périodes de demandes normales et accrues, une classification en trois catégories de rentabilité économique des gîtes d'antimoine a été établie par Lilley [1]:

- Gisements à minerais purs et à exploitation aisée en période normale,
- Gisements rentables en périodes normales avec des teneurs considérables en métaux précieux,
- Gisements rentables uniquement en périodes de demandes accrues

La plupart des grands gisements d'antimoine "stibine" présentent une origine hydrothermale des solutions ayant servi à leur mise en place. En faibles quantités, ce minéral peut avoir lieu en relation avec l'activité magmatique. Les gisements antimonifère des gîtes stratiformes généralement encaissés dans les formations de calcaire, montrent une mise en place par métasomatose, et le métal a été acheminé par des solutions hydrothermales [2].

La stibine présente un point de fusion et de volatilisation très bas. Elle se forme préférentiellement à des températures très basses, probablement inférieures à 200°C (gîtes épithermaux). Dans des conditions de hautes températures, l'antimoine a tendance à se combiner à d'autres éléments chimiques et de former d'autres sulfures plus complexes et plus stables. En règle générale, la stibine n'est pas associée aux roches magmatiques dont son antimoine dérive. L'antimoine a tendance à migrer plus loin de sa source magmatique par rapport aux autres métaux. En rappel du schéma classique de distribution des éléments par rapport au foyer magmatique, l'antimoine muni des minéraux mercurifères ont tendance à occuper l'auréole la plus externe par rapport au foyer magmatique plus chaud.

## **2 DESCRIPTION REGIONALE SOMMAIRE DES MINERALISATIONS ANTIMONIFERE DU MAROC**

Au Maroc, de nombreux indices et gîtes d'antimoine ont été inventoriés surtout au Maroc Central et le Rif dont Kosakevitch [3] en a répertorié plus de 170. L'exploitation minière de ce métal a débuté en 1924 et représentait 2% de la production mondiale en période favorable (69-70), mais en période de basse conjoncture, le minerai marocain trouvait difficilement preneur car il est pollué en éléments pénalisants (Pb + As), ce qui a contraint presque toutes les exploitations à la fermeture. Le caractère artisanal des exploitations avec des installations de traitement rudimentaires a contribué dans cette faillite.

## **3 RÉPARTITION DES MINÉRALISATIONS ANTIMONIFÈRES MAROCAINS**

Les gisements d'antimoine actuellement connus au Maroc sont encaissés dans des terrains paléozoïques, et sont rapportés à l'orogénèse hercynienne [4]. La majeure partie des gîtes et indices est concentré dans le massif du Maroc Central, tandis que les minéralisations de stibine sont connues également plus au NE dans le massif de Tazzeka, et à l'W dans la Méséta côtière (entre Rabat, Casablanca et Rommani). Par ailleurs une série de gisements sont localisés au nord du Maroc, au niveau du massif paléozoïque interne du rif. En dernier lieu, au niveau de la boutonnière paléozoïque et précambrienne du Haut Atlas, deux gisements ont été découverts au voisinage de Bou Arfa. On signale que sous diverse forme de minerais complexes, mais ne forme pas de gisements propres, l'antimoine est aussi présent dans de nombreux autres minerais incorporés dans d'autres minerais (ex. cuivre gris signalé dans divers point du Maroc, valentinite du Roc Blanc [5], pyrargyrite et stéphanite d'Azegour dans le Haut Atlas [6]; [7].

## 4 MASSIF HERCYNIEN DU MAROC CENTRAL

### 4.1 CONTEXTES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DU MAROC CENTRAL

La Méséta marocaine constitue la chaîne hercynienne du Maroc septentrional. Sa partie occidentale englobe trois massifs principaux qui sont du sud au Nord: *les Jebilet, les Rhamnas et le Maroc Central* ou le *Massif hercynien Central*. Ce dernier, présente à sa partie Ouest une étroite zone de continuité avec les Rhamnas, qui sont séparés par les bassins célèbres des phosphates. Il occupe la zone septentrionale de la méséta marocaine où les terrains s'étagent depuis le précambrien jusqu'aux faciès conglomératiques rouges du permien. Le Maroc Central est formé par une vaste zone d'affleurement de terrains paléozoïques. Il représente une mégafenêtre de terrains paléozoïques recouverts en discordance majeure par des terrains d'âge plus récent allant des formations triasico-liasiques, tertiaires, jusqu'aux terrains quaternaires. Les séries antécarbonifères (schistes et quartzites, calcaires) sont recouvertes en discordance par des terrains carbonifères (schistes et calcaires du viséen et flysch du namurien probable). Ces séries affleurent à la faveur de bombements anticlinaux et synclinaux, et se trouvent souvent en contact par des failles avec des terrains carbonifères largement développées dans les zones synclinales. Les affleurements du précambrien n'apparaissent que de façon locale, au niveau de quelques boutonnières (région de Goaïda) ou dans les horsts tels que celui de jbel Lahdid. Ces rares affleurements témoignent du plongement vers le NW du carton africain [8]. La couverture de ce socle hercynien est formée soit de calcaires d'âge mésozoïque du Moyen Atlas, soit de formations mésozoïque et cénozoïque du plateau où se situent les grands gisements de phosphate.

### 4.2 SÉRIES STRATIGRAPHIQUES DU MAROC CENTRAL

Le Maroc Central apparaît comme un vaste bombement, constitué par une succession d'anticlinoriums et synclinoriums séparés par des mégafailles qui ont joué en limite de bassins au carbonifère, et en cisaillement lors des compressions tardi-hercyniennes [9].

Durant le paléozoïque inférieur, se sont déposés des sédiments de plate-forme sur un socle précambrien mal connu, formant une épaisse série cambro-ordovicienne. Cette dernière montre, à sa base, des calcaires parfois associés à des roches volcano-détritiques, puis des schistes et des quartzites formant les principaux affleurements des anticlinoriums de bled Zayane, et de l'anticlinorium Khouribga-Oulmès. Au silurien une vaste transgression glacio-eustatique a donné des dépôts de schistes noirs à graptolites très similaires à ceux connus en Europe.

Les symptômes précurseurs de l'orogénèse hercynienne ne font leur apparition qu'au paléozoïque moyen, notamment, au dévonien inférieur, provoquant des subsidences différentielles et des dépôts de carbonates récifaux sur des rides [10]. La phase bretonne se manifeste entre le Fammenien et le Viséen supérieur par la formation de grands plis déversés vers l'Est et développant une schistosité de flux.

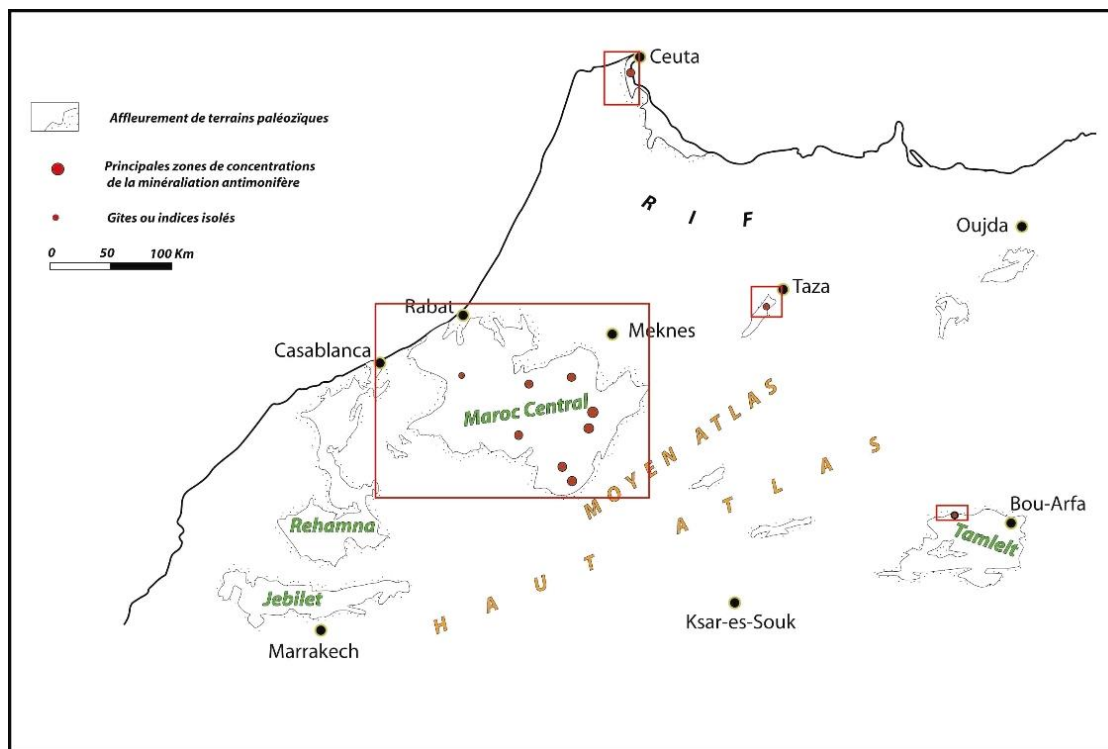


Fig. 1. Schéma de répartition des minéralisations antimonifères au Maroc

Au viséen supérieur, une transgression générale a eu ayant donné une épaisse série pélitique. Celle-ci comporte à la base des conglomérats et des calcaires. Elle passe progressivement à des flyschs viséo-namuriens d'extension considérable.

Un volcanisme acido-basique, associé à cette sédimentation dans les Jebilettes, est pressenti également au Maroc Central. La deuxième phase majeure de plissement dite namuro-westphalienne (phase asturienne) a eu lieu avant le dépôt du westphalien supérieur. Elle est accompagnée de chevauchements, de schistosité et d'un métamorphisme épizonal. Le relâchement des contraintes compressives est sans doute à l'origine de la mise en place des microdiorites et de l'ensemble des stocks granitiques calco-alcalins du Maroc Central exprimés aux environs de 290 MA [11].

Le stéphano-autunien est caractérisé par une activité volcanique différenciée, associée à des molasses conservées dans des bassins de bordure du Maroc Central [12].

De grands décrochements morcellent l'ensemble du domaine varisque sur lequel repose en discordance le trias argilo-détritique à grands épanchements basaltiques (ouverture de l'atlantique).

#### **4.3 APERÇU STRUCTURAL**

L'ensemble Nord-Mesétien, défini précédemment est composé de cinq grandes zones structurales [13]. Elles sont caractérisées par un ensemble de plis de très grandes ampleurs et de mégafailles ayant joué en limite de bassin au carbonifère et en cisaillement lors des compressions tardi-hercyniennes. La structure du Maroc Central est dominée par l'existence d'une importante unité anticlinoriale complexe orientée NE [14]; [15]. Elle est marquée par l'anticlinorium de Kouribga-Oulmès intrudé par le batholite granitique d'Oulmès, flanquée de deux vastes synclinoriums d'âge carbonifère: le synclinorium Rommani-Oullada, orienté ENE, et le synclinorium de Fourhal-Telt, d'extension NE percée par l'intrusion granitique du Ment. A l'extrémité orientale du Massif Central, plusieurs massifs anciens constituent une deuxième grande unité anticlinoriale nommée l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou, localisé qui marque la zone du pays des Zayane avec ses minuscules stocks granitiques intrusifs de Jbel Aouam.

Le Maroc Central constitue une portion de la chaîne hercynienne présentant la particularité de ne pas avoir été perturbé par les mouvements alpins.

De grands accidents longent les flancs des principales zones anticlinoriales; tel est le cas de l'importante fracture Smala-Oulmès, de direction générale NE, situé e sur le flanc E de l'anticlinorium Kouribga-Oulmès, ou de celles ayant relevé en horst tous les terrains antécarbonifère dans la moitié Sud de l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou [15]; [16]; [17]. En outre, le flanc septentrional du synclinorium de Rommani Oulada s'appuie contre un accident EW qui a relevé au Nord de Tiflet les séries antécarbonifères et qui est presque entièrement caché sous la couverture post carbonifère [3].

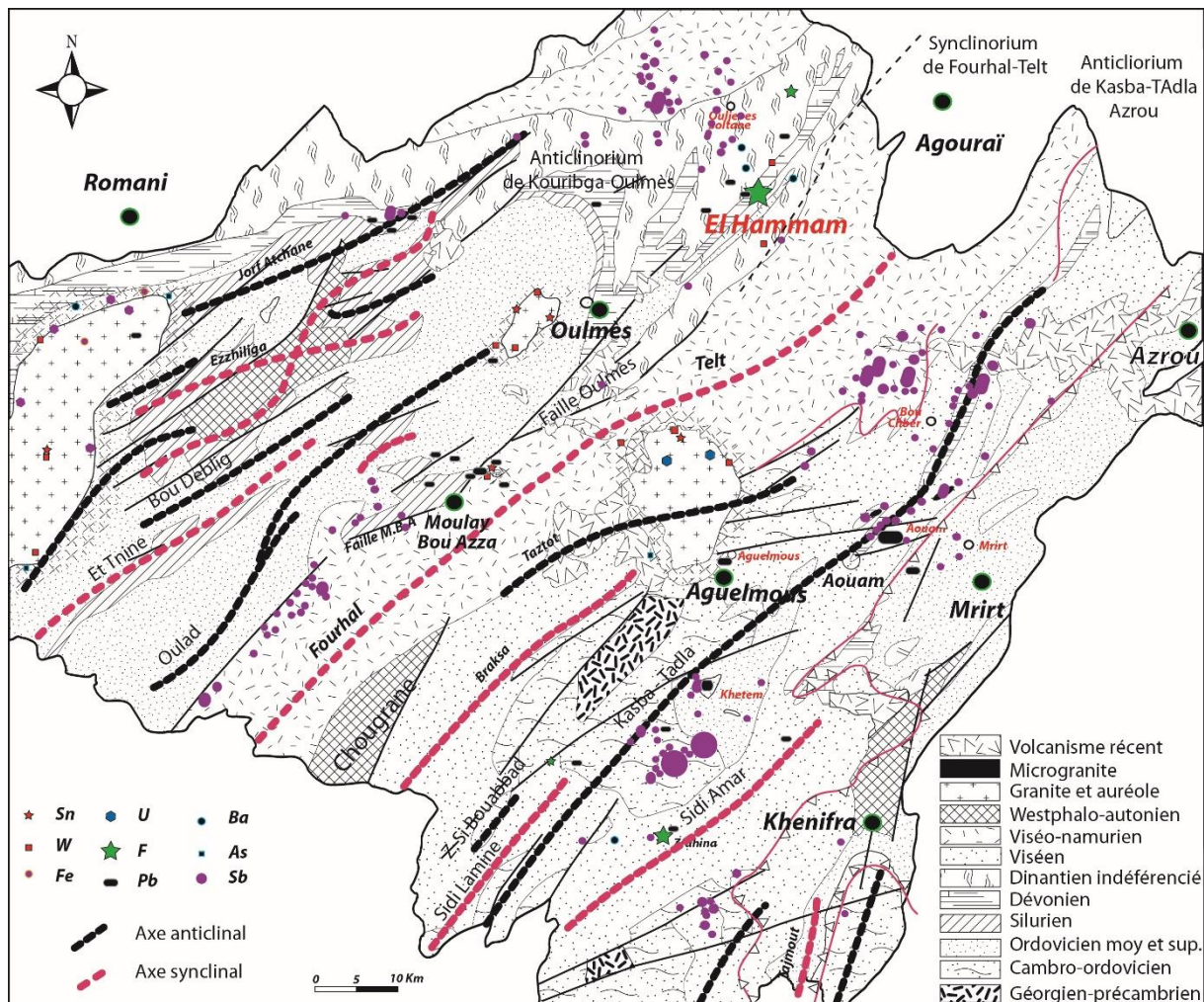


Fig. 2. Carte géologique, gîtologiques et des structures majeures hercyniennes du Maroc Central [18]

#### 4.4 LE MAGMATISME DU MAROC CENTRAL

Le massif Central marocain, principale unité hercynienne de la méséta occidentale constitue l'encaissant de roches magmatiques, aussi bien plutoniques que subvolcaniques. On connaît trois principaux massifs intrusifs d'âge stéphaniens dans les terrains primaires du Maroc Central, ils sont d'âge (Fig. 2):

- Le granite de Zaër daté de 280±15MA. [19],
- Le granite de Ment daté de 280 MA [20],
- Le granite d'Oulmès daté de 291±7MA [19]

Egalement dans ce massif, d'autres granites de moindre importance de superficie sont connus, tels que celui de Moulay Bouazza et celui de Jbel Aouam. En outre des études gravimétriques [21] ont mis en évidence l'existence d'un massif granitique enfoui à Jbel Achemèche (El Hammam).

Une comparaison des granites du Maroc Central à été établie par Sonnet et Jèbrak [22]; [23], ces massifs ont fait l'objet d'autres études réalisées par un ensemble d'auteurs, qui ont montré que les granitoïdes du Maroc Central sont des granites crustaux avec une légère tendance granodioritique calco-alcaline.

La mise en place des granites est à l'origine de développement d'auréoles de métamorphisme de contact dont l'importance est tributaire de la dimension et du niveau de mise en place du massif granitique. On estime que la profondeur de mise en place est relativement faible pour le granite d'Oulmès et les pointements d'El Hammam et Moulay Bouazza, par rapport aux autres massifs granitiques.

Les roches magmatiques filoniennes, très fréquentes, longent des zones de fractures de direction générale NE. Elles sont formées de roches basiques en faibles proportions, plus souvent de roches acides, de textures et de compositions variables. Tous ces roches sont rangées et désignées sous deux ensembles: roches doléritiques et roches micrgranitiques [24]. Ces roches filoniennes mafiques

doléritiques fréquentes dans les terrains carbonifères, sont antérieures en occurrence aux batholites granitiques du massif Central qui les métamorphisent parfois [14]. La mise en place des roches microgranitiques, postérieurs à ceux doléritiques précéderait celle des granites [24]; [25]; [26]. Les roches filoniennes ne produisent qu'exceptionnellement une transformation de terrains encaissants, qui, d'ailleurs reste très limitée [26].

#### **4.5 ESQUISSE GÏTOLOGIQUE DU MAROC CENTRAL**

Le Maroc Central constitue une vieille région minière du Maroc, Saadi [27] signale que les exploitations de plomb argentifère du Jbel Aouam ont fonctionné dès le X<sup>ème</sup> siècle. Plus récemment le Maroc Central a fourni essentiellement du plomb et du zinc, de l'étain-tungstène, du fer, du manganèse, de l'antimoine, et ces dernières années de la fluorine et de la barytine.

Les minéralisations antimonifères sont très abondantes dans les terrains paléozoïques du Maroc Central et se répartissent pour la plupart à la périphérie de l'anticlinorium de Khouribga-Oulmès et, dans l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou. Elles suivent en majeure partie l'alignement NE qui s'étend entre la couverture crétacé au sud et le haut cours de l'oued de Beht au nord dans la région de Mrirt [25]; [26], puis la région de Tourtit [28]. La disposition des minéralisations antimonifères apparaît en nette liaison avec les grands accidents. Cette constatation est bien apparente au niveau des gîtes qui logent la fracture de Smala-Oulmès. En outre l'alignement NE des gîtes de l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou, jalonné d'injections de roches éruptives, semble traduire une importante fracturation NE. La stibine représente le minéral d'antimoine le plus abondant. Elle est encaissée sous forme de très nombreux filons dans les roches schisteuses ou sous forme d'imprégnations dans les calcaires du Viséen [3]; [29]. Les quelques 25000 tonnes produites par le Maroc Central proviennent surtout du district de Timekhdoudine (Champ de Kef en n'Sour) et celui de Tourtit-Masser Amane.

Outre les minéralisations d'antimoine, les gîtes d'étain et le tungstène sont très présents dans le Maroc Central, ce qui constitue une véritable province à étain et tungstène puisque ces deux minerais sont toujours rencontrés auprès de plusieurs granites du Maroc Central, en particulier au sud du granité d'Oulmès. La mine d'El Karit a été fermée en 1973, après avoir produit 650 tonnes de concentré de cassitérite SnO<sub>2</sub>.

Le plomb-zinc-argent a néanmoins constitué la principale production en valeur du Maroc Central. Le district filonien du Jbel Aouam est l'un des producteurs de Pb-Ag du Maroc, avec 12 à 15000 tonnes de Pb Métallique produit par an. D'autres filons sont également connus, en particulier ceux de Moulay Bou Azza.

La fluorine constitue en valeur la deuxième production du Maroc Central, grâce à l'important district d'El Hammam. Les autres indices sont beaucoup moins importants sous forme d'indices fissuraux centimétriques.

La barytine fait l'objet d'exploitations artisanales depuis longtemps. Les gîtes sont de deux types, tantôt des filons de socle, associés à la fluorine, du Pb-Zn, de l'antimoine, tantôt d'importantes imprégnations dans les carbonates de la base de transgression viséenne, telle que celles de Guertila, Bou Oussel, et Aberki.

Le fer provient de trois gîtes. Ait Amar, Tiflet et Boulhaut. Seul le premier a eu une certaine importance puisque 4 millions de tonnes de minerais à 46% ont été produits entre 1937-1955. Cette production a été extraite d'un niveau oolithique de l'ordovicien.

La production du manganèse est très limitée, 400 tonnes ont été produites à partir des dolomies manganisifères du Boulbab, près de la ville de Mrirt.

### **5 UNITE METALLIFERE ET MORPHOLOGIE DES CORPS MINERALISES DU MAROC CENTRAL**

#### **5.1 UNITÉS MÉTALLIFÈRES RÉGIONALES**

L'étude de la répartition des gîtes antimonifères a permis de définir quelques unités métallifères antimonifères. Ces dernières ont été subdivisées en quatre grands groupes d'unités régionales marquées par des extensions approximatives suivantes [3]:

*Aire métallifères sup. à 100 km*

*District métallifère 10 à 100 km*

*Champ métallifère 1 à 10 km*

*Corps minéralisé inf. à 1 km.*

On se référant à cette classification, l'*aire antimonifère marocaine* est localisée au niveau des Mésétas hercyniennes de la partie NW du domaine atlasique. Cette aire comporte plusieurs districts et quelques champs et gîtes isolés. Cependant le *district antimonifère rifain* se trouve dans un noyau hercynien du domaine rifain. Dans le massif de Tazzeke et de la méséta côtière, quelques *champs antimonifères* peuvent être définis avec des limites imprécises dû à la répartition complexe des gîtes antimonifères.

Dans le massif hercynien du Maroc Central, les minéralisations antimonifères se localisent d'une part le long presque toute la bordure de l'anticlinorium de Kouribga-Oulmès et d'autre part le long du vaste alignement tectonique de direction NE de l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou. Par conséquent les gisements du Maroc Central peuvent être réunit en deux grands districts antimonifère. Le *district d'Oulmès* qui comporte tous les gisements de l'anticlinorium de Kouribga-Oulmès et le *district de Khénifra* auquel appartiennent les gîtes qui s'alignent suivant l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou. Au sein de chaque district, se distingue un certain nombre de champs antimonifères.

## 5.2 MORPHOLOGIE DES CORPS MINÉRALISÉS

### 5.2.1 TYPOLOGIE DES CORPS MINÉRALISÉS

Dans la plupart des cas, la minéralisation antimonifères sous forme de stibine forme le remplissage de fractures. De ce fait, Morin [28] avait défini les gîtes de grandes fractures opposant ceux de petites fractures aux quels peut-on attribuer un type particulier dont celui des fissurations. En dernier lieu, on ajoute les gisements stratiformes dont la minéralisation est sous forme de dissémination au sein de la roche encaissante sédimentaire.

### 5.2.2 GÎTES FILONIENNES DE GRANDES FRACTURES

Ce type de gîtes est en grande partie localisé au niveau du haut cours de l'oued Beht. Ces gîtes témoignent de leurs grandes importances perspectives économiques (ex. Masser Amane, Tourtite, Ich ou Mellal). Les fractures sont généralement orientées EW d'extension peut atteindre plusieurs kilomètre. Ces fractures affectent le flysch viséo-namurien, recoupant les structures anticlinales de direction NE. Au niveau de ces fractures, les zones de broyage sont matérialisées par une puissance variant de 1 à 20 m, présentant une minéralisation plus ou moins abondante en stibine.

### 5.2.3 GÎTES FILONIEN DE PETITES FRACTURES

Ce type de gîte montre une grande dispersion. Les fractures minéralisées montrent une extension réduite allant de quelques dizaines de mètres voir quelques centaines de mètres. Les gisements attribués à ce type, se répartissent suivant des alignements qui peuvent se poursuivre sur plusieurs kilomètres, qui traduisent des zones de fracturations, pouvant correspondre à d'important du socle profond. Les fractures minéralisées se répartissent en essaim de filons subparallèle ou sécant. Les filons minéralisés sont de puissance variable, présente tantôt un remplissage tardif en stibine et des minéraux de la gangue, tantôt une zone de broyage de 0,5 à 2 mètre similaire à celles des grandes fractures.

#### 5.2.3.1 GÎTES DE FISSURATION MICROGRANITIQUE

Les gîtes réunis dans le type nommé de fissuration, se distinguent des autres types de fractures, sont directement liés aux propriétés mécaniques et à la nature de la roche encaissante. Les gîtes sont constitués par un réseau de fractures minéralisé de très faible extension localisé soit au contact des roches compétentes microgranitiques et les schistes avoisinants. Ce type de gîte est caractérisé par une fréquente fissuration de la roche encaissante, qui peut conduire à la dispersion d'une partie importante de la masse minéralisée sous forme de fines veinules formant un réseau irrégulier en stockwerk plus ou moins intense.



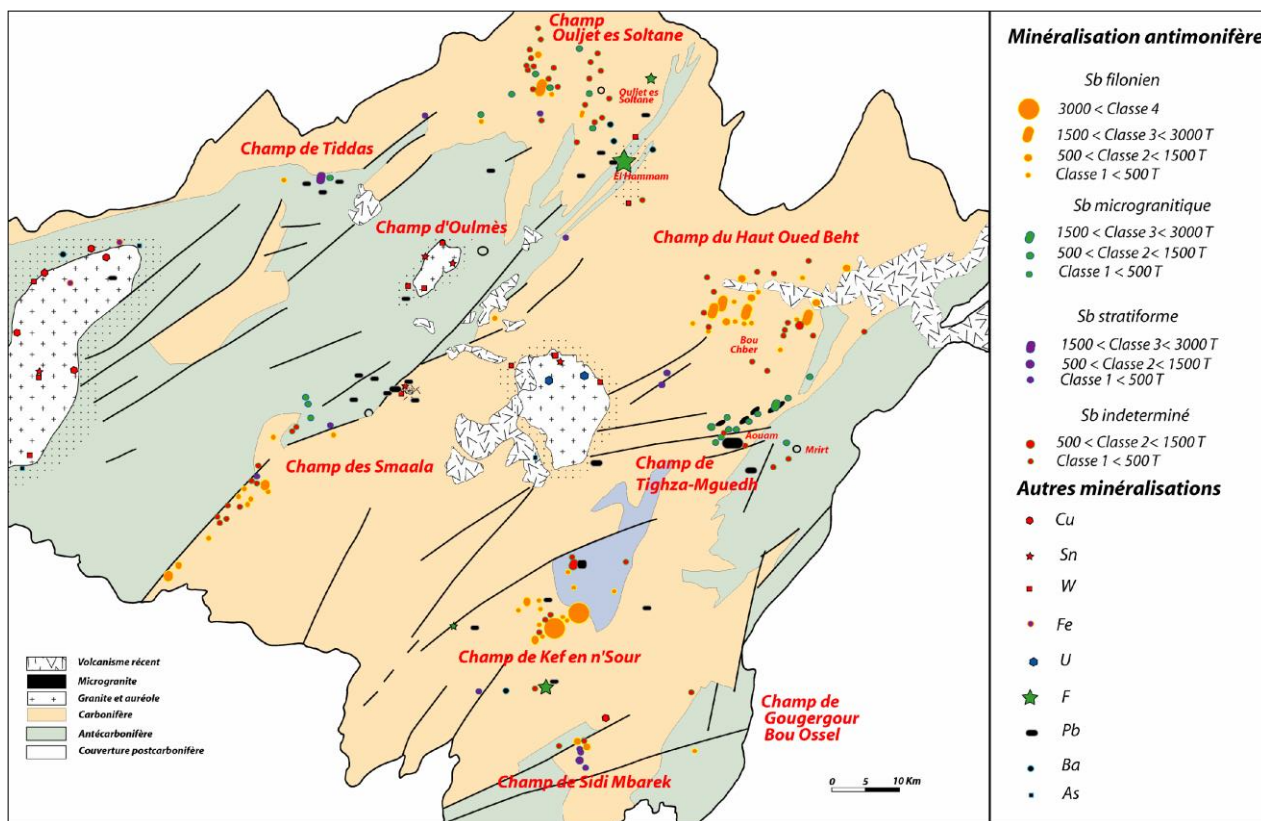


Fig. 3. Carte géologique simplifiée, de répartition et de classification typique des gîtes et indices antimonifères du Maroc Central

### 5.2.3.2 GÎTES STRATIFORMES

Les gîtes attribués à ce type stratiforme sont moins abondants. Ils sont encaissés en majeure partie au niveau des calcaires viséens (ex. Aberki, Sidi El Mokhtar). Les gîtes peuvent atteindre plusieurs kilomètres d'extension. Les bancs calcaires sont entièrement remplacés par la silice (calcaire silicifié). La minéralisation en stibine n'est connue que dans les parties silicifiées des bancs calcaires. Cette minéralisation est formée de cristaux automorphes regroupés en assemblages radiés dispersés dans la masse de la roche sous forme de remplissage des fractures ou de diaclases de faible ouverture.

## 6 AGE ET HYPOTHESE METALLOGENIQUES DE LA MINERALISATION

### 6.1 AGE DE LA MINÉRALISATION

La minéralisation d'antimoine dans presque tous les gîtes des champs métallifères du Maroc Central est encaissée indifféremment dans des terrains du socle cambro-ordovicien ou dans ceux de la couverture carbonifère du Viséen et du Namurien. Par conséquent, l'âge de la minéralisation est difficile à préciser. Les fractures minéralisées recoupent souvent les plis qui affectent les flyschs carbonifères viséo-namuriens comme ceux dans le cas du groupe du haut oued Beht. Cependant, dans le champ de Kef en n'Sour, tous les gîtes antimonifères filoniens sont encaissés dans le socle cambro-ordovicien et seul le gisement stratiforme d'Aberki est encaissé dans le calcaire transgressif viséen. Il est bien vrai semblable que tous les gisements sont mis en place après le Viséen supérieur et après le namurien. Le fait que la minéralisation en antimoine n'est jamais rencontrée en liaison avec des fractures post-permiennes, a permis de conclure que les minéralisations antimonifères du Maroc Central sont anté-permiennes.

### 6.2 HYPOTHÈSE GÉNÉTIQUE

Les essais d'interprétation du mode de mise en place des minéralisations antimonifères du Maroc Central sont nombreux selon les auteurs. Les discussions sont engagées en grande partie sur la répartition spatiale et l'éventuelle liaison génétique avec les différentes roches éruptives en grande partie les batholites granitiques du Maroc Central.



L'étroite liaison des gîtes d'antimoine avec les microgranites a été soulevée par Termier [14], dans les gîtes de la région de Mguedh-Asfah. Cette liaison est à la fois mécanique et génétique. Les microgranites présentent une roche plus dure dont les fissures ne se colmatent pas et servent de conduit pour l'émanation du dernier fluide minéralisateur des magmas acides.

Le schéma de répartition des minéralisations antimonifères dans le Maroc Central met en toute évidence leur dépendance avec les massifs granitiques [30]; [31]. Cette minéralisation constituée d'une auréole externe est concentrée autour des batholites granitiques de Ment et d'Oulmès. Certains gisements d'antimoine montrent une origine commune avec les métaux (Pb, Zn, Cu, Sn) qui peuvent former des gisements autour des massifs granitiques dont les liens génétiques sont communs et peuvent être liés au même magma-mère, tandis que les microgranites ont servi de conducteur de l'émanation antimonifère vers la surface. A l'encontre de ce qui est dit, Roy [32], & Morin [4]; [24] optent pour une dépendance génétique entre l'antimoine et les microgranites mis en place tardivement aux granites. Cette antériorité des microgranites par rapport aux granites est également montrée par Agard et al. [26], cependant ces auteurs admettent l'existence de foyers magmatiques plus profonds cachés et propre à ces différents essaims de microgranites et que l'origine de l'antimoine est à lier à cette origine profonde génératrice des microgranites.

L'alignement des principaux gîtes d'antimoine du Maroc Central suivant deux axes tectoniques de direction NE-SW (Smala-Achmeche; Pays Zaïan-Haut Oued Beht) montrent que les grandes fractures constituent le principal facteur à déterminer la répartition des minéralisations antimonifères du Maroc Central [3]. La mise en place de la minéralisation est nettement postérieure au plissement majeur hercynien est liée à un jeu tardif de fractures à faibles rejets et souvent à d'importantes zones de broyage à puissantes brèches de friction produites par des oscillations répétées au cours de la phase de détente de rajustement post-orogénique antérieurement de la mise en place de la stibine. Cette minéralisation se déposait au contact entre le remplissage de la roche broyée et la roche encaissante.

La répartition des gîtes d'antimoine le long des axes tectoniques masque toute éventuelle liaison et zonalité autour des batholites granitiques. Par ailleurs, l'alignement préférentiel des roches microgranitiques suit les mêmes axes tectoniques, ne permet pas d'attribuer la liaison spatiale entre les microgranites et les gîtes comme étant génétiquement issus de la même source thermique, mais confirme que les magmas filoniens et les solutions antimonifères empruntent les mêmes conduits des zones de déformations tectoniques. La présence de gîte en forme stockwerk enraciné dans les microgranites témoigne non seulement que les solutions antimonifères et les microgranites ont empruntés le même conduit, mais également que la stibine est postérieurement déposée par rapport aux microgranites. Par conséquent, on admet que la stibine est mise en place tardivement et évitait les zones les plus chaudes aux voisinages immédiats des corps magmatiques granitiques et suit la zonalité de Ferman péritholitique tout en empruntant les fissures du socle plus profondes pour être déposée vers le toit au sein des fractures et au contact des calcaires-schistes dont les conditions de pression et de températures sont moins élevées qu'au voisinage des batholithes granitiques.

### 6.3 ESSAI COMPARATIF

Il est intéressant de faire une comparaison des minéralisations antimonifères du Maroc Central avec celle d'autres districts antimonifères avoisinants. Cet essai comparatif va être basé sur trois massifs cités dans cet ordre suivant leur production: le massif Armorican, le massif Français et le massif Ibérique. Ces massifs sont comparables à celui du Maroc Central. Ils font tous partie de la chaîne hercynienne dont les terrains s'étendent depuis le précambrien jusqu'au carbonifère ayant été structuré par la déformation anté-alpine. Ces massifs sont tous recoupés par des granites d'âge hercynien, et les minéralisations comme au Maroc Central, sont tardi-hercynienne et sont à mettre en relation avec les granites.

La minéralisation dans ces trois massifs est en grande partie de type filonienne, présentent les types de gisements les plus productifs. En plus du type filonien, d'autres gîtes sont encaissés dans les roches éruptives et qui renferment également un potentiel économique considérable. Les filons minéralisés sont souvent bréchifiés, montrent des puissances allant de quelques centimètres (Rochetréjoux à Vendée, massif Armorican) jusqu'à 10 m (Reclus à Vendée, massif Armorican) de puissance avec des longueurs de quelques mètres (Télachère, Vendée, massif Armorican) à plusieurs kilomètres (Bessade, Santa Maria de Trassiera, massif Ibérique). La profondeur des filons minéralisés n'est pas grande. Elle ne dépasse pas quelques centaines de mètres. La mine la plus profonde est celle de Lucette (massif Français) est exploitée jusqu'à la cote -260.

Le contrôle lithologique constitue un rôle primordial de piège pour la répartition de la minéralisation. Dans le massif Armorican, les gîtes sont encaissés dans les orthogneiss (filon des essarts), dans des schistes (La Bonnière), dans les schistes gréseux (Le Chiron)... de différents âges. Dans le Finistère, plusieurs gîtes sont encaissés dans les roches éruptives (diabases, granites et trondjémite...). Au massif Central Français, les gîtes sont encaissés dans des séries schisteuses pas ou peu métamorphisées. Au massif Ibérique, les encaissants sont variés: les calcaires (Villarbacu en Sierra de Caurel...), quartzites et schistes (San Felipe)... Outre ces encaissants sédimentaires, plusieurs gisements ont été encaissés dans des dykes de microgranites et dans des séries volcano-sédimentaires.

Les relations des gisements d'antimoines avec les microgranites sont comparables à celles du Maroc Central. Pour les granites tardi-hercyniens ( $\pm 300$  MA), il n'y a pas de différence essentielle avec ceux du Maroc Central. Ces granites ont joué le rôle de métallotecte autour duquel les minéralisations se répartissent plus ou moins clairement en zonalités péritholitiques autour des granites dont les minéralisations du toit ont été découpées au cours de l'érosion de la couverture.

Les guides de recherches découlant de la tectonique souple sont identiques dans tous les massifs considérés et dans le Maroc Central. En fait ce sont les cœurs des anticlinaux ainsi que leurs flancs qui sont les mieux minéralisés. La tectonique cassante joue un rôle essentiel soit au niveau local du gîte, soit au niveau régional des plis anticlinaux faillés dans la détermination de la répartition de la minéralisation antimonifères dans les divers massifs.

L'âge de mise en place des minéralisations antimonifères est semblable aux différents massifs et ne diffère qu'un seul endroit du massif Ibérien dont la minéralisation en antimoine s'est mise en place à la suite de la déformation calédonienne. Par ailleurs et dans tous les massifs, la minéralisation antimonifère s'est déposée à la fin de l'orogène hercynienne.

## **7 CONCLUSION**

Au vu de ce qui précède, l'étude des gîtes et des indices d'antimoine du Maroc Central, a permis de les classer en deux grands ensembles. La première catégorie est celle renfermant les gîtes du haut Oued Beht qui est caractérisée par des minéralisations antimonifères encaissées dans les schistes et flysch du viséen à namurien lié à un système de fracture Est-West. Ce groupe renferme une minéralisation en stibine d'ordre économique importante, et constitue les mines d'antimoine ayant produit d'énorme quantité de minerai marchand tels que celle de Tourtit, Masser Amane Boulgouda..., et c'est dans cet air qu'il faut pousser plus de recherche et plus d'investigation pour chercher soit, de nouvelles extensions des anciennes exploitations, soit, de nouveaux gîtes cachés. Dans le second cas, les minéralisations sont essentiellement stratiforme, encaissées dans les calcaires. Les indices appartenant à cette catégorie montrent généralement une minéralisation en chapeaux de fer dont l'antimoine est quasiment absent tel que celui de Guertila et celui d'Aberki Est.

Les minéralisations antimonifères sont assez courantes dans les massifs hercyniens de la moitié nord du Maroc, mais l'extension des régions minéralisées est dans bien des cas est mal définie et inconnu. L'alignement préférentiel de ces minéralisations est généralement suivant les grandes fractures, avec une grande fréquence au voisinage des terrains carbonifère et ceux du socle antécarbonifère qui constitue l'élément essentiel de la recherche de nouvelles zones minéralisés (fig. 3).

Il existe, dans le Maroc, des gîtes déjà tracés abandonnées, par la suite, soit pour des raisons politiques, soit pour des raisons économiques telles qu'un grand pourcentage d'impuretés. L'étude documentaire, le levé géologique de ces gîtes, leur remise en état de l'étude des minerais qu'ils contiennent peut aboutir à une estimation des réserves et à une bonne connaissance des problèmes posés par le traitement.

La mise en relief de nouveau gîtes cachés et leur mise en évidence et leur prospection découlent directement de la géochimie du sol et alluvionnaire suivi d'un contrôle de géophysique.

La recherche et la mise en valeur éventuelle de l'antimoine au Maroc doivent être abordées simultanément de deux manières:

- En développement de la recherche autour des gisements déjà connu pour obtenir des informations locales (réserves, qualité du minerai, problèmes de traitement) et des informations à caractère plus général (définition des paramètres géochimiques)
- En prospectant méthodiquement, grâce à la géochimie, des aires de grandes densités d'indices d'antimoine

En même temps, la prospection stratégique pourrait être menée parallèlement.

## **REFERENCES**

- [1] E.R. Lilley. Economic geology of mineral deposit M. Holt a. Co, N.Y. (1936).
- [2] V.I. Smirnov. Géologie des gîtes minéraux. Edit. Nedra, Moscou. (1969).
- [3] A. Kosakevitch. Étude minéralogique des minerais d'antimoine du Maroc. Thèse. Université Paul Sabatier Toulouse. (1973).
- [4] P. Morin. Antimoine, géologie des gîtes minéraux marocains. Notes et mémoires. Serv. Géol. Maroc, N° 87, (et: 19è congr. Géol. Int., Alger, Monogr. Région, 3è sér., n 1), pp. 133-155. (1952).
- [5] J. Lucas. Valentinite du Roc Blanc. Notes Serv. Géol. Maroc, t. 15, n° 135, p. 147-149. (1956).
- [6] F. Permingeat. La stéphanite du gisement d'Azgour, Haut Atlas, Maroc. B. Soc. Franç. Minéral. & cristal. T. 77, n° 7-9, pp. 1954-1259. (1954).
- [7] F. Permingeat. Le gisement de molybdène, tungstène et cuivre d'Azgour (Haut Atlas). Etude pétrographique et métallogénique. Notes & Mémoire. Serv. Géol. Maroc, n° 144 (monographie). (1959).
- [8] J. Agard. Données nouvelles sur le district de fluorine d'El Hammam-Berkamène (Maroc Central). Rapport service d'étude des gîtes minéraux, 843, Rabat. (1966).
- [9] A. Piqué. Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne: la méséta marocaine Nord occidentale. Sci. Géol. Mém. Strasbourg, 253p. (1979).
- [10] H. Hollard. L'évolution hercynienne au Maroc. z. dt. Geol. Ges., 129, p. 495-512. (1978).

- [11] Z. Mrini, A., Rafi, J.L, Duthou, et Ph. Vidal. Chronologie Rb-Sr des Granitoïdes hercyniens du Maroc: Conséquences. Bull. Soc. Géol., France, t 163, n°3, série II, pp.671 - 676. (1992).
- [12] Y. Cailleux. Une carte du métamorphisme hercynien dans l'Ouest du Maroc Central: structures thermiques syntectoniques du socle et phénomènes de retard à la cristallisation des illites. Sci. Géol. Bull., 34, 2, p.88-95. (1981).
- [13] A. Michard. Eléments de géologie Marocaine. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 252, 408p. (1976).
- [14] H. Termier. Etudes géologiques sur le Maroc Central et le Moyen Atlas Septentrional, Notes et Mém. Serv. Mines et Cartes géol. du Maroc, n° 33. (1936).
- [15] P. Morin Le Maroc Central: aperçu structural et orogénique. Notes Marocaines (Soc. géogr., Maroc) Rabat, n° 11-12, pp. 16-25. (1959a).
- [16] P. Huvelin. Mouvements hercyniens précoces et structure du jbel Hadid, près de Khénifra (Maroc). C. R. Acad. Sc., Paris, t. 269, pp. 2305-2308. (1969).
- [17] M. Esterle. Aperçu géologique de la région de Sidi Mbarek (Bled Zaïn, Maroc Central). Notes service géol. Maroc, t. 31, n°237, pp. 11-16. (1971).
- [18] Y. Verset. Mécanismes sédimentaires durant le Carbonifère dans la zone orientale du Maroc Central. Résumé in Colloque «Bassins sédimentaires marocains», Trav. Dept. géol. fac. Sec., Marrakech, 1984, n°1, p. 24~26. (1983).
- [19] G. Choubert. Histoire géologique du Précambrien de l'Anti-Atlas. Notes et Mémoires du Service Géologique Maroc, 162, 352. (1963).
- [20] G. Choubert. Essai de chronologie hercynienne. Notes Serv. géol., Maroc, t. 4, n° 83, p. 9-78., (1951).
- [21] J. Van den Bosch. Carte gravimétrique du Maroc au 1/50 000. Notes et Mémoires de Service Géologique du Maroc, 252p. (1971).
- [22] Ph. M. Sonnet. Les skarns à Sn, W, B de la région d'El Hammam (Maroc Central). Unpub Ph. D. Thesis, Belgium, Univ. Cath. Louvain, 512p. (1981).
- [23] M. Jèbrak. Les districts à fluorine du Maroc Central. Bulletin de BRGM (2), II, 2, pp. 211-221. (1982).
- [24] P. Morin. Quelques problèmes relatifs aux roches granitiques et microgranitiques et à leur minéralisation dans le Maroc Central. Notes Serv. Géol. Maroc, t. 4, n°83, pp. 163-182. (1951).
- [25] J. Agard, P. Morin, et G. Termier. Esquisse d'une histoire géologique de la région de Mirt (Maroc Central). Notes Serv. Géol. Maroc, t. 12, n° 125, 15-18. (1955).
- [26] J. Agard, J. Balcon, P. Morin. Etudes géologique et métallogénique de la région minéralisée du J.Aouam (Maroc Central). Notes et Mém. Serv. Géol. du Maroc. N° 132 (monographie). (1958).
- [27] A. Saadi. Etat de contrainte et mécanismes d'ouverture et de fermeture des bassins permiers de la Meseta marocaine. Apport de la Télédétection à la reconnaissance des faciès et des réseaux de failles. Thèse de Doctorat, Université Mohammed V, Rabat, 222 p. (2005).
- [28] P. Morin. Sur un trait tectonique remarquable des gîtes d'antimoine de la région du haut oued Beth (Maroc Central). C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., 17 juin, 12, 244-246. (1957).
- [29] G. Chartry. Gîtologie et métallogénie de l'antimoine du Maroc Central. Thèse Université Catholique de Louvain. (1983).
- [30] D. Matveieff. Notes sur les gisements d'antimoine du Maroc Central. Archive SEGM. (1941).
- [31] M. Danloux-Dumensil. L'antimoine au Maroc. (1945).
- [32] P.L. Roy. L'antimoine et les microgranites de la région d'El Hammam-Khénifra. Archive SEGM. (1945).