

Occurrences Stanno-Wolframifères du Maroc Central: Similitudes et différences

[Stanno-Wolframiferous Occurrences of Central Morocco: Similarities and differences]

Lotfi Fouad¹ and Aissa Mohamed²

¹Faculté 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

²Faculté des sciences Meknès, Université Moulay Ismaïl, 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: The northern part of the Moroccan meseta is characterized by a number of deposits or showings of tin and tungsten. They are spatially associated with the Hercynian granitic massifs.

The magmatic activity of the North-Mesetian basement is characterized by the establishment in the West and in the center of important granite intrusions: Zaër, Ment, Oulmès, of several pointings of lesser importance: Moulay Bouazza, Aouam, Oued Beht and massifs, still in a hypothetical state, such as the buried granite of Achemmèche (El Hammam). This magmatic activity has led to the establishment of stanno-wolframiferous mineralization locally of economic importance.

This comparative study presents a synthesis of the stanno-wolframiferous occurrences of Hercynian Central Morocco. The study focused on the mineralization of five localities representing the main Sn-W mineralized districts of Central Hercynian Morocco (Oulmès, Zaër, Ment, El Hammam, and Aouam). The characteristics of each of these mineralized occurrences are described before establishing a comparative synthesis given by way of conclusion. It specifies the similarities and differences between the different granite stocks of Central Morocco by identifying the points of analogy and difference of the Sn-W mineralized sites of Hercynian Central Morocco.

KEYWORDS: Central Morocco, Granite, stanno-wolframifères occurrence.

RESUME: La partie septentrionale de la méséta marocaine est caractérisée par un certain nombre de gisements ou d'indices d'étain et de tungstène. Ils sont spatialement associés aux massifs granitiques hercyniens.

L'activité magmatique du socle Nord-mésétien est caractérisée par la mise en place à l'Ouest et au centre d'importantes intrusions granitiques: Zaër, Ment, Oulmès, de plusieurs pointements de moindre importance: Moulay Bouazza, Aouam, Oued Beht et de massifs, encore à l'état hypothétique, comme le granite enfoui d'Achemmèche (El Hammam). Cette activité magmatique a engendré la mise en place d'une minéralisation stanno-wolframifère localement d'importance économique.

Cette étude comparative présente une synthèse des occurrences stanno-wolframifères du Maroc Central hercynien. L'étude a porté sur la minéralisation de cinq localités représentant les principaux districts minéralisés en Sn-W du Maroc Central hercynien (Oulmès, Zaër, Ment, El Hammam, et Aouam). Les caractéristiques de chacune de ces occurrences minéralisées sont décrites avant l'établissement d'une synthèse comparative donnée en guise de conclusion. Elle précise les similitudes et les différences entre des différents stocks granitiques du Maroc Central en dégagant les points d'analogie et de différence des sites minéralisés en Sn-W du Maroc Central hercynien.

MOTS-CLEFS: Maroc Central, Granite, occurrence stanno-wolframifères.

1 INTRODUCTION

Le Maroc Central est une province métallogénique à minéralisation stannio-wolframifère associée aux massifs granitiques hercyniens. Il constitue une vieille province métallogénique qui comporte plusieurs gisements et/ou indices minéralisés (Sn, W, Au, Pb, Zn, Ag, Sb, F, Ba). Cette région du Maroc hercynien est caractérisée par l'existence des massifs granitiques importants (Zear, Ment, Oulmès) et de plusieurs pointements d'extension limitée (Moulay Bouazza, Aouam, El Hammam). Cette activité magmatique a engendré, d'une manière directe ou indirecte, la mise en place d'une minéralisation variée définissant une province polymétallique d'intérêt économique à minéralisations à étain et tungstène. Cette dernière est encaissée dans les granitoïdes hercyniens ou en relation avec ceux-ci. Elle est soit de type skarns, soit de type départ acide à hydrothermal.

Cette étude portant sur les occurrences stannio-wolframifères du Maroc Central hercynien: similitudes et différences, consiste en l'établissement d'une comparaison, en dégagant les points d'analogie et de différence des sites minéralisés en Sn-W du Maroc Central hercynien. Elle a porté sur la minéralisation de cinq localités représentant les principaux districts minéralisés en Sn-W du Maroc Central hercynien (Oulmès, Zaër, Ment, El Hammam, et Aouam). Les caractéristiques de chacune de ces occurrences minéralisées sont décrites avant l'établissement d'une synthèse comparative donnée en guise de conclusion.

2 CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE REGIONAL DU MAROC CENTRAL

2.1 MESETA MAROCAINE ET SITUATION 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 Jbilettes, 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. Il occupe la zone septentrionale de la méséta marocaine où les terrains s'étagent depuis le précambrien jusqu'aux faciès conglomératiques rouges du permien. La couverture de ce socle hercynien est formée soit de calcaires d'âge mésozoïque du Moyen Atlas, soit de formations du mésozoïque et du cénozoïque du plateau où se situent les grands gisements de phosphate.

Les affleurements du précambrien n'apparaissent que de façon locale, au niveau de quelques boutonnières (région de goaïda) ou dans les horsts tel que celui de jbel Lahdid. Ces rares affleurements témoignent du plongement vers le NW du carton africain.

2.2 SÉRIES STRATIGRAPHIQUES DU MAROC CENTRAL

Le Maroc Central apparaît comme un vaste bombement, constitué par une succession d'anticlinoriums et synclinoriums séparés par des mégas failles qui ont joué en limite de bassins au carbonifères, et en cisaillement lors des compressions tardi-hercyniennes [1].

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 galio-eustatique a donné des dépôts de schistes noirs à graptolites très similaires à ceux connus en Europe.

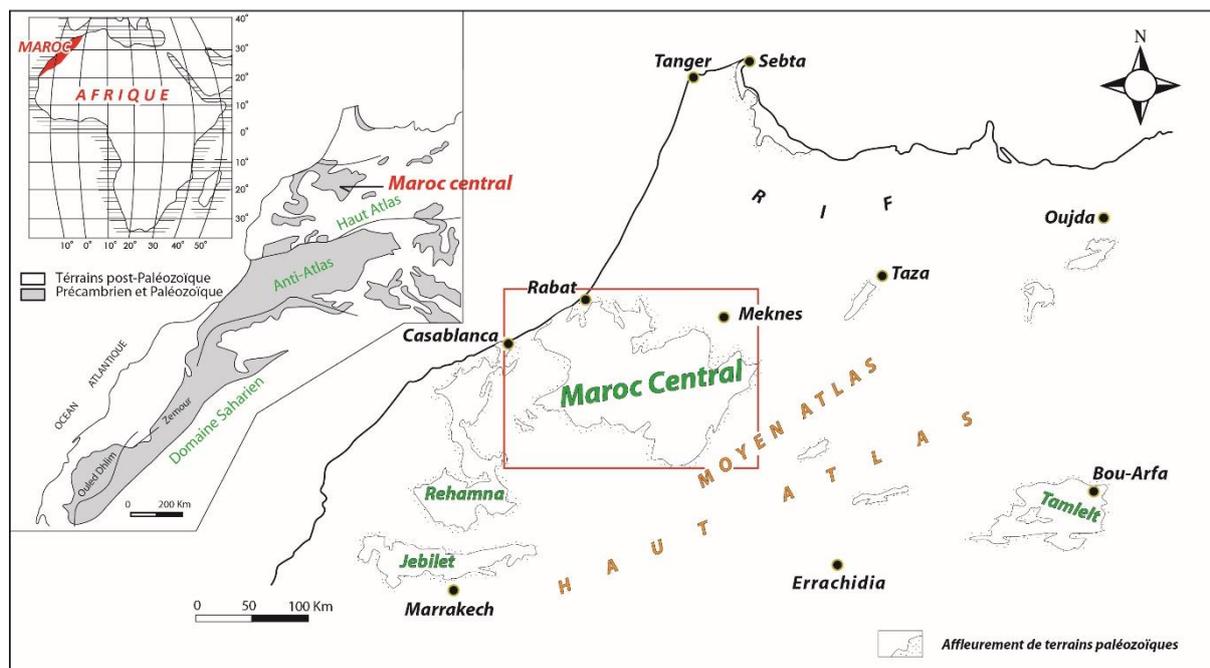


Fig. 1. Situation géographique du Maroc Central

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 [2]. La phase bretonne se manifeste entre le fammien et le viséen supérieur par la formation de grands plis déversés vers l'Est et développant une schistosité de flux.

Au viséen supérieur il y a eu une transgression générale qui a 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 [3].

Le stéphano-autunien est caractérisé par une activité volcanique différenciée, associé à des molasses conservées dans des bassins de bordure du Maroc Central [4]. De grands décrochements morcellent l'ensemble du domaine varisque sur le quel repose en discordance le trias argilo-détritique à grands épanchements basaltiques (ouverture de l'atlantique).

2.3 APERÇU STRUCTURAL

L'ensemble Nord-Mesétien, défini précédemment est composé de cinq grandes zones structurales [5]. Elles sont caractérisées par un ensemble de mégafailles et de plis de très grandes ampleurs (fig. 2). Elles sont de l'Ouest à l'Est:

- L'anticlinorium de Casablanca,
- La zone synclinale occidentale de Ben-slimane et celle de Sidi Bettach, séparées par la zone de l'oued Cherrat. La partie Nord de cette zone synclinale est limitée par l'anticlinorium de Rabat-Tiflet,
- Plus à l'Est, se trouve l'anticlinorium de Kouribga-ulmès, marqué par l'intrusion granitique d'Oulmès,
- Le synclinorium de fourghal-Telt percée par l'intrusion granitique du Ment,
- A l'extrémité orientale, la zone de kasba Tadra-Azrou, en pays des Zayane avec ses minuscules stocks granitiques intrusifs de Jbel Auam.

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

2.4 ESQUISSE GÏTOLOGIQUE DU MAROC CENTRAL

Le Maroc Central constitue une vieille région minière du Maroc, Saadi [6] signale que les exploitations de plomb argentifère du jbel Aouam ont fonctionné dès le X^{ème} 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 (fig. 2).

- L'étain et le tungstène sont très présents dans le Maroc Central, 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 granite d'Oulmès. La mine d'El karit a fermé en 1973, après avoir produit 650 tonnes de concentré de cassitérite SnO₂.
- 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.
- L'antimoine est lui aussi abondant, sous forme de très nombreux filons ou imprégnations dans les calcaires du viséen [7]; [8]; [9]. Les quelques 25000 tonnes produites par le Maroc Central proviennent surtout du district de Timekhdoudine (Champ de Kef en Sour) et celui de Tourtit-Masser Amane.
- 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 celles de guertila, Bou Oussel, et Abertki.
- Le fer provient de trois gîtes, Ait Amar, Tiflet et Boulhaiut. 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.

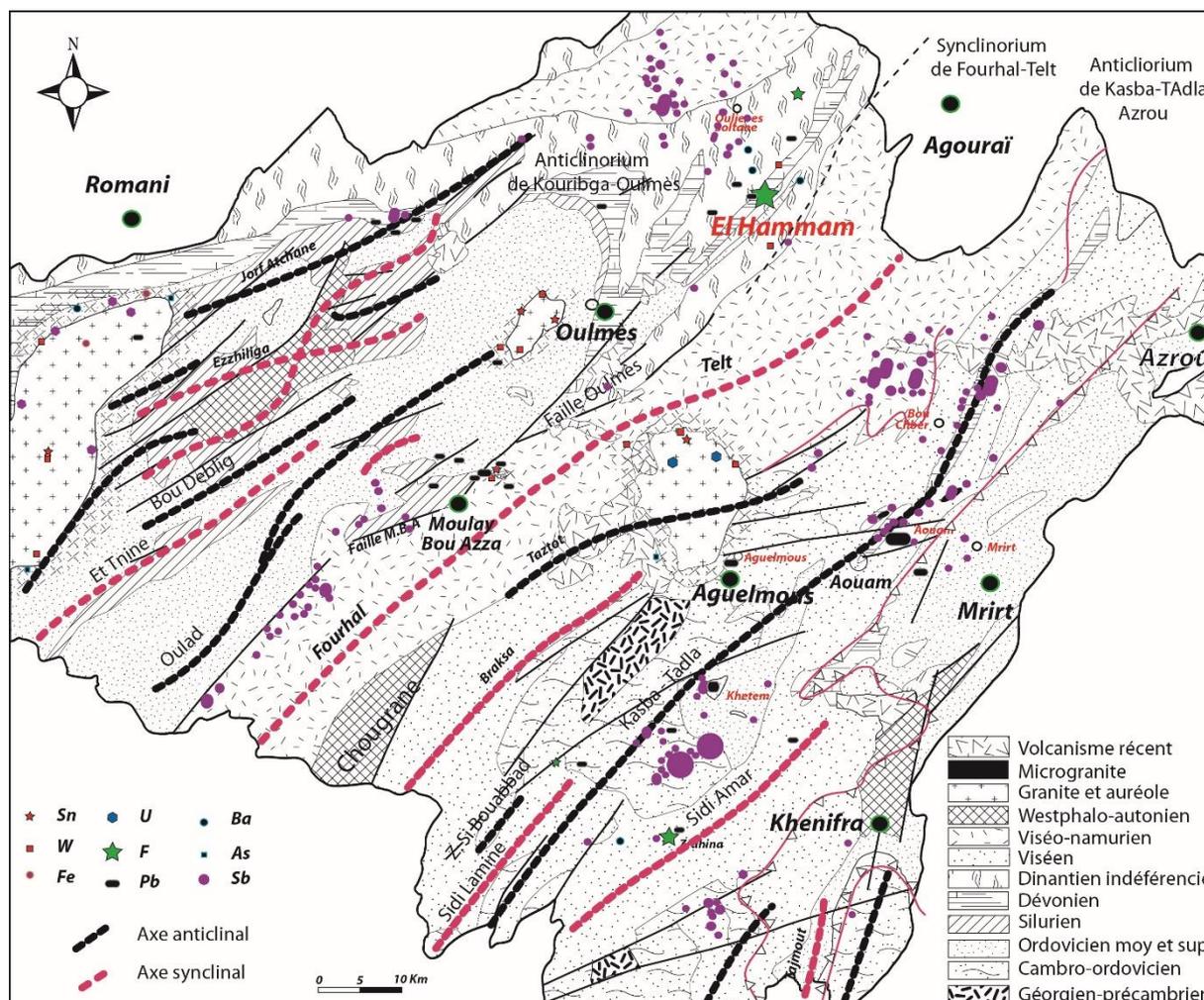


Fig. 2. Carte géologique, structurale et gîtologique du Maroc Central [10]

2.5 LES GRANITES 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 y connaît trois principaux massifs granitiques d'âge stéphaniens [11]; [12]; [13]; [14] intrusifs dans les terrains primaires du Maroc Central, ils ont été datés à :

- Granite de Zaër daté de 280 ± 15 MA [11],
- Granite de Ment daté de 280 MA [12],
- Granite d'Oulmès daté de 291 ± 7 MA [11]

Le Maroc Central comporte également d'autres granites d'une superficie de moindre importance, tels que celui de Moulay Bouazza et celui de Jbel Aouam. En outre, des études gravimétriques [15] ont mis en évidence l'existence d'un massif granitique enfoui à Jbel Achemmèche (El Hammam).

Une comparaison des granites du Maroc Central à été établie par Sonnet [16] et Jebrak [17], et 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 ou d'origine hybride croûte-manteau [18] avec une légère tendance granodioritique calco-alcaline (Tabl. 1).

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.

Tableau 1. Comparaison des granites du Maroc Central [19]

Massifs	Taille (Km ²)	Type	Faciès	Âge	Origine	Minéralisation associées
Zaërs	400	Calco-alcalin	Faciès à deux micas	284±15 Ma (Choubert et al., 1965)	Hybride Mantelique + Crustal	Sn, W
			Faciès à biotite seule	298±3 Ma (Giuliani et sonnet, 1982)		
			Faciès à deux micas	303±13 Ma (Mrini, 1992) 301±11 Ma (Giuliani, 1989)		
Ment	150	Calco-alcalin	Faciès à deux micas	279±11 Ma (Mrini, 1985)	Essentiellement Crustal	Sn, W
			ou à Muscovite seule	283±6.2 Ma (giuliani, 1989)		
			Faciès à biotite	279±6 Ma (Mrini, 1985, 1992)		
Oulmès	30	Calco-alcalin	Faciès à deux micas	270±3 Ma (Mrini, 1985, 1992)	Basi-crustal Crustale	Sn,W, As,Mo...
			Granite à muscovite d'El Karit	268±7 Ma (Tisserant, 1977)		
				271±7 Ma (Mrini, 1985)		
Aouam	1	Calco-alcalin		271±7 Ma (Tisserant, 1977)	Crustale	Sn,W,Be
				298±4 Ma (Mrini, 1985)		
Moulay Bouazza	1	Calco-alcalin		290 Ma (Cheilletz et Zimmermann, 1982)	Crustal	W,Pb,Zn,Ag, Sb,As,Fe....
				280±10 Ma (Chariot, 1967)		
El Hammam	1	Calco-alcalin		275±7 Ma (Tisserant, 1977)	Crustal	Zn,As,
			Faciès fin	243±7 (Jebrak, 1984)		
			Faciès tacheté	235±7 Ma.		Cu,Pb,Zn,Fe...

3 OCCURRENCES STANNO-WOLFRAMIFERES DU MAROC CENTRAL

La partie septentrionale de la méséta marocaine est caractérisée par la présence d'un certain nombre de gisements ou d'indice d'étain et de tungstène spatialement associés aux massifs granitiques hercyniens. Dans ce qui suit, nous allons développer et analyser les analogies et les différences entre ces occurrences minéralisées stanno-wolframifères.

3.1 DISTRICT D'OLMES: EL KARIT, TARMILAT ET ZGUIT

3.1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le massif d'Oulmès se situe à 150 km au sud-est de Rabat. Il se trouve entre le massif de Zaër (45 Km à l'ouest) et celui de Ment (20 Km au SE). Il affleure sur une surface de 30 km² environ au cœur de l'anticlinorium de Khouribga-Oulmès [2] dans des terrains du paléozoïque inférieur et moyen. L'encaissant immédiat du granite est constitué par des schistes et grès cambro-ordovicien. C'est à la minéralisation en étain-tungstène, localisée dans des filons de quartz, que l'on doit l'intérêt porté à ce granite et concrétisé par toute une série de travaux [19]; [20]; [21]; [22]; [23].

3.1.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MISE EN PLACE DU MASSIF GRANITIQUE D'OLMES

Le massif granitique d'Oulmès, long de 9 Km et de 3 Km de large, est de type calco-alcalin. Il constitue l'un des importants stocks granitiques du Maroc Central hercynien. Il est intrusif dans des schistes cambro-ordoviens. Les nombreuses données radiochronologiques font ressortir des âges compris entre 260 et 300 Ma, avec un rapport isotopique initial $^{87}\text{Sr}/^{76}\text{Sr} = 0.710$ [13]; [14]; [24]. Ces âges sont proches de ceux des faciès à biotite des Zaërs (298±3, Rb/Sr sur roche totale, [25]; et 303±13 Rb/Sr sur roche totale [13] et des granites de Ment (251±6: Rb/Sr sur des muscovites, [26]; 261±10: K/Ar, [27]; 270±3 sur leucogranite, et 297±6 sur granite à biotite: Rb/Sr, [13]).

Le granite d'Oulmès ne se distingue guère des autres granites stannigènes de point de vue minéralogique, dont les roches mères des gisements d'étain y compris celles d'Oulmès sont toutes hololeucocrates. Les gisements stannifères sont essentiellement liés génétiquement à des intrusions granitiques acides.

Le massif d'Oulmès est composé d'une roche claire à composition minéralogique constante (quartz, feldspath, plagioclase, biotite, muscovite, et moins de 2% de cordiérite, andalousite, zircon, apatite). Sa texture est variable, on rencontre des faciès grenus, à grains fins, ou aplitiques. Deux lignées peuvent être distinguées dans ce massif:

- Granite à deux micas

Ce faciès constitue la masse principale du batholite. Il s'agit d'un granite calco-alcalin à grain moyen, plus riche en Al, et en Na, plus pauvre en K, Ca et P que les autres granites à étain.

- Granite à muscovite

Ce faciès renferme du mica blanc seul ou en nette prédominance sur la biotite. Les micas forment des bandes au sein du granite principal ou des filons dans les schistes encaissants. Ils offrent le grand intérêt de témoigner, presque toujours d'action pneumatolitiques.

3.1.3 MINÉRALISATIONS

- Aperçus sur les localités minéralisées

- **El Karit**, représente la principale occurrence minéralisée en étain. Ce dernier est exprimé sous forme de cassitérite. Le mica forme des salbandes, nettement antérieures au remplissage quartzeux. La cassitérite est encaissée dans les filons quartzeux ou aplitiques et même dans veines micacées à béryl. Ces filons minéralisés montrent une importante altération aux épontes, avec un développement particulier de biotite et de tourmaline.

- **Zguit**: La tourmaline est rare aux épontes des filons minéralisés, tandis que la cassitérite et le béryl sont absents de ces filons. Le mica blanc n'apparaît qu'en petite quantité, lié à la schéelite. Le wolfram est associé à des sulfures assez abondants. Cette paragenèse offre un caractère hydrothermal classé de catathermale selon la classification de schneiderön.

- **Tarmilet**: Les deux types de paragenèses stannifère et wolframifère se sont superposées. On peut considérer que l'ensemble des gisements d'Oulmès est de type mixte pneumatolitique et catathermale

- Description de la minéralisation stanno-wolframifère

- Minéralisation à Tungstène

La wolframite [(Fe, Mn) WO₄], connue à Tarmilet et à Zguit, se présente en lamelles aplaties, de dimension assez réduite (de l'ordre du cm), mais pouvant atteindre exceptionnellement 10 cm de largeur sur 15cm de longueur. Lorsque le minéral est altéré sa couleur est noire, et elle représente en section polie une anisotropie assez faible et quelques réflexions internes rouges. Dans les filons traversant les schistes, la wolframite est liée à un quartz miarolitique, mais les veines encaissées dans le granite ont parfois aussi une gangue de quartz porphyroïde massif. La wolframite se présente sous forme de lamelles et baguettes enchevêtrées dans une gangue de quartz, elles sont plus abondantes vers les épontes et autour des enclaves de schistes et de grès. Certaines veinules de quartz peuvent traverser les lamelles de wolframite en engendrant une alternance de lit quartz-wolframite. En revanche, la coexistence de la wolframite et du feldspath est exceptionnelle.

Le ferbérilite (wolframite ferrifère: WO₃: 52 %, Fe: 20.15%, Mn: 1.10% échantillon analysé), connu dans deux filons de Zguit, se rencontre en fines lamelles très noires, associées le plus souvent en rosettes. Ces lamelles présentent toutes, un bon clivage à l'état métallique, elles remplacent parfois des cristaux de wolframite et de schéelite (CaWO₄).

L'étude des occurrences de La schéelite a été grandement facilitée par l'emploi de rayon ultraviolet (lampe de wood) grâce à sa fluorescence constante dans la couleur bleu-ciel.

- Minéralisation en étain

Cassitérite (SnO₂): L'oxyde d'étain se localise dans les filons de façon très irrégulière, c'est naturellement la mine d'El Karit qui permet de voir les choses avec le maximum de netteté. La cassitérite s'observe rarement au milieu des filons qui marquent une prédilection pour les épontes micacées. Elle se présente, soit en nodules englobés dans du mica où elle est associée au béryl et au feldspath, soit en inclusion dans le quartz. La cassitérite de couleur assez variable, il est d'un brun foncé avec reflets verdâtres, parfois d'une teinte jaune ou verdâtre. Il semble que le minerai d'El Karit est plus foncé que celui de Tarmilet.

La plus grande production marocaine de cassitérite d'étain a été extraite de ce gîte en place.

PLACERS DE CASSITÉRITE

De petit placers à cassitérite existent à Oulmès et même à Ment. Les taches éluviales recouvrant le NE et le SW des filons voisins d'El karit ainsi que les alluvions stannifères de l'Oued Afessaït, ont été depuis longtemps exploitées. Sur le plateau granitique, le long des pentes Sud du Jbel Aklaye et dans la haute vallée de Tallat Aouattar, des éluvions et des alluvions à cassitérite se sont mis en place avec une teneur moyenne de 310 g/m³.

3.2 PAYS DES ZAËRS

3.2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le pays des zaërs appartient au vaste ensemble de la méséta marocaine, il se situe dans la partie Nord–Ouest du Maroc Central, à environ 70 Km à vol d'oiseau au SSE de la ville de Casablanca (figure 3).

C'est à partir de 1950, que la région de Zaër a fait l'objet de prospections géologiques ayant abouti à la découverte de plusieurs indices dans le granite et son encaissant.

Le pays des Zaërs est connu grâce à son important massif granitique. L'ellipse granitique couvre une superficie d'environ 500 Km² et présente un allongement de 40 Km selon son grand axe, une largeur moyenne de 10–15 Km selon son petit axe.

3.2.2 SITUATION GEOLOGIQUE ET MISE EN PLACE DU MASSIF GRANITIQUE

Le pays des Zaërs appartient au vaste ensemble de la Méséta marocaine, comprise entre le domaine rifain et le domaine de la chaîne atlasique.

Le massif granitique des Zaërs fait partie du vaste anticlinorium de Khouribga-Oulmès [2]. Ce vaste bombement se dégage sous le plateau des phosphates. Il s'allonge sur 100 Km vers le NE.

Les travaux réalisés sur les conditions de mise en place des granites hercyniens du Maroc, ont attribué un âge de 284±15Ma [13]; [14]; [25] au granite de Zaër, sur la base de datation radiométrique k/Ar sur biotite du granite.

Trois faciès principaux ont été distingués dans ce massif granitique:

- Granite à biotite
- Granite à deux micas
- Granite à muscovite

Ce massif s'est mis en place dans un encaissant faiblement métamorphisé (anchizone–épizone) d'âge ordovicien à dévonien. Les formations ordovo-siluriennes affleurent principalement au Nord, à l'Est et au sud du massif étudié.

3.2.3 MINÉRALISATIONS

Seules les occurrences à W, Sn, Mo, du granite à deux micas seront étudiées, ces indices délimitent trois complexes.

Le complexe filonien de Sokhret allal constitue la zone en tungstène la plus riche du granite à deux micas. Les travaux d'exploration effectués par la société minière d'Aouam (SMA) sur ce site, ont abouti à la mise en évidence d'un ensemble de filons et filonnets de quartz minéralisés en wolframite, cassitérite et schéellite [25].

Les minéralisations sont liées à des filons et filonnets de quartz massif, d'allure irrégulière, pouvant atteindre une puissance de deux mètres. Ces filons sont subparallèles et ont une orientation N100-110, de un pendage fortement incliné vers le Nord (60-90°) et une extension longitudinale pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres.

La répartition de la minéralisation se fait selon la géométrie des filons. La wolframite se concentre dans la partie la plus large des structures (direction N100-110°) et s'affaiblit dans les parties terminales des filons.

Les différentes espèces minérales rencontrées dans les filons et les filonnets de quartz ont été regroupées en deux épisodes de minéralisations:

- Une phase précoce à oxydes, caractérisée par le dépôt de la wolframite et de la cassitérite
- Une phase tardive à sulfures

Chaque phase de minéralisation s'accompagne d'un dépôt de quartz particulier (gris ou blanc).

L'étude des inclusions fluides associés à ces concentrations stanno-wolframifères [25] a permis d'identifier la présence de fluides carboniques à composition complexe dans le système $\text{CO}_2\text{-CH}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$. L'évolution physico-chimique de ces fluides est marquée par la formation précoce de vapeurs carboniques riches en CO_2 , N_2 et CH_4 dans des conditions de températures voisines de 500°C à 550°C et des pressions de l'ordre de 800bars. Cet épisode est suivi par une transition vers les liquides aqueux au cours d'une évolution thermobarométrique régulière.

La présence de CO_2 dans les cristaux de wolframite nous a permis de relier le transport du tungstène aux fluides carboniques précoces. Le dépôt de la wolframite doit s'effectuer lors de la transition entre les vapeurs carboniques et les liquides aqueux en raison de la dilution du contenu carbonique des vapeurs; en effet, ces mécanismes de dilution favorisent la déstabilisation de complexes tungstiques et la formation de wolframite.

3.3 DISTRICT DE MENT

3.3.1 ASPECT RÉGIONAL

Le massif de Ment, situé au Nord à 40 Km de la ville de khénifra, fait partie du Maroc Central, est d'une superficie d'environ 100 Km^2 . Il est intrusif d'une part dans le flanc oriental du synclinorium carbonifère de fourhal-telt, et d'autre part dans des formations appartenant au cambro-ordovicien [2]; [27].

3.3.2 COMPLEXE GRANITIQUE DU MENT

Il est constitué de deux associations granitiques [28]. La première calco-alkaline, comprend un faciès granodioritique porphyroïde à biotite ferrifère et à enclaves. Celles-ci sont soit d'origine sédimentaire, soit magmatiques microgrenues claire et sombre correspondant à un stade précoce de la différenciation de ces faciès [29]. Le second faciès à tendance monzonitique peu ou pas porphyroïde à sidérophylite, parfois à andalousite retromorphosée en muscovite, topaze et tourmaline [13], donne à cette association un même âge de mise en place $279 \pm 6 \text{ Ma}$, mais un rapport isotopique initial de strontium de 0.7054 ± 0.0015 et évoque une origine basi-crustale avec une importante participation du matériel basique.

La seconde association de type leucogranite est constituée d'une cohorte de dizaines de petites intrusions sub-kilométriques de leucogranites fins à deux micas, ainsi que d'une intrusion de leucogranite grossier à siderophyllites, à topaze et à albite pure. L'âge de mise en place de cette association granitique est de l'ordre de $270 \pm 3 \text{ Ma}$ et son rapport isotopique initial de strontium de 0.7155 ± 0.0014 [13]. Il montre que ses origines sont typiquement crustale.

Un troisième faciès leucogranitique évolué à zinnwaldite, topaze et albite pure a été reconnu. La datation radiochronologique sur la zinnwaldite a donné un âge de $243 \pm 6 \text{ Ma}$ avec un rapport isotopique de 0,712 indiquant une origine crustale.

3.3.3 MINÉRALISATIONS

Le massif granitique s'est mis en place postérieurement aux phases hercyniennes majeures, un peu en dehors de la zone axiale d'un synclinal carbonifère formé de schistes, de grès et de calcaires du viséen et de schisto-gréseux du namurien probable. L'étude de la forme du batholite a montré l'existence d'une série d'apophyses de direction NNE, et de coupoles, et il est remarquable de noter leur liaison avec les zones minéralisées.

L'apophyse de Zrari est plus intéressante du fait qu'il a subi une érosion moins avancée que celle du massif. Elle est traversée par un essaim de filons NNE à NE à wolframite et molybdénite. Ces filons recoupent aussi les premiers bancs métamorphiques avoisinants. D'autres apophyses montrent également des filons minéralisés en wolframite et molybdénite (Sidi Mbarek).

Le gisement primaire d'étain est constitué par un stockwerk de veinules quartzieuses à cassitérite recoupant, en bordure du batholite, de minimes affleurements ou des apophyses de granite miarolitique. Ce granite présente en effet, de nombreuses géodes et fissures tapissées de muscovite en rosettes, de quartz idiomorphe, de tourmaline et parfois de cassitérite.

La zone de Zrari, comme celle d'Oulmès, est connue par ses alluvions faiblement minéralisées. Ils sont répartis le long du l'oued *Tanoualt n'Tolba* avec des teneurs assez intéressantes. La cassitérite est assez fine, souvent en éléments anguleux, se trouvant généralement en aval de petits stocks granitiques à muscovite renfermant le stockwerk générateur. La teneur

moyenne en cassitérite est de l'ordre de 400 g/t. La présence de schéelite a été signalée dans d'autres alluvions de divers oueds dans la partie SW du massif, mais toujours de petite taille et en petites quantités.

3.4 DISTRICT D'EL HAMMAM

3.4.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le district d'El Hammam est situé au Nord Est du Maroc Central, dans une région montagneuse, à 60Km environ au Sud Ouest de la ville de Meknès. Il est connu principalement pour sa minéralisation fluorée, reconnue dans ce district depuis 1923 [31]. La fluorine a été exploitée de manière artisanale après la 2^{ème} guerre mondiale et de manière industrielle en mine depuis 1974 à nos jours par SAMINE (groupe ONA).

3.4.2 GÉOLOGIE DU DISTRICT

Les terrains qui composent la série stratigraphique du district d'El Hammam, donnent des âges qui vont du silurien au namurien probable. Leur étude est rendu difficile par le métamorphisme qui les affectent, néanmoins la reconnaissance de séries bien définies reste possible.

- *Silurien*: schistes noirs argileux à graptolites renfermant des bancs à quartzites blancs de 1 à 10 m de puissance
- *Dévonien*: schistes jaunes à tentacules et trilobites à petits bancs gréseux, et à nodules de calcaires aplatis
- *Viséen supérieur*: Les formations du viséen supérieur constituent, et de loin, la majeure partie des terrains représentés dans la région d'El Hammam. Elles présentent toujours une discordance avec les terrains anciens. La série viséenne qui abrite l'ensemble des minéralisations de ce district, est classiquement divisée en trois parties
 - Série de base: composée de schiste gréseux, de microconglomérats plus ou moins fins
 - Série schisto-calcaire: formée de schiste à barre calcaires d'épaisseurs variable (métrique à décimétrique) formant l'ossature des principaux reliefs de la région
 - Série supérieure: composée de schistes verts en dalles, de schistes gris ardoisiers et de petits bancs de grès à épaisseur décimétrique

L'ensemble de ces formations viséennes est interprété comme une série continue, débutant par des faciès détritiques, puis de plateforme carbonatée de type interne, et s'achevant par des sédiments pélitiques de talus. Il s'agirait donc d'un comblement de sillon à subsidence rapide en présence d'une activité tectonique continue [17].

3.4.3 MÉTAMORPHISME DU DISTRICT D'EL HAMMAM

Les terrains du district d'El Hammam sont affectés par deux types de métamorphismes: L'un régional de faible degré (épizonal), que l'on retrouve dans toutes les formations du Maroc Central Hercynien, et l'autre thermique, à portée locale, connu classiquement sous le nom de métamorphisme de contact. Ce dernier coïncide avec une anomalie gravimétrique négative. Elle est interprétée comme étant le résultat de la mise en place de granite enfoui d'Achemmèche. L'absence des affleurements du granite et la méconnaissance de sa géométrie incitent à mieux cerner l'auréole de métamorphisme. Cette étude permettra de mieux localiser la source thermique et donc du granite à l'origine du métamorphisme.

Le métamorphisme régional a produit une variété de roches faiblement transformées. Il s'agit de phyllades, de quartzo-phyllades et métagreywackes. Les associations paragenétiques issues du métamorphisme régional sont: 1) Quartz + muscovite + chlorite, 2) Quartz + muscovite + biotite + chlorite. Ces associations indiquent qu'il s'agit d'un métamorphisme épizonal de type schiste vert.

Le métamorphisme de contact est marqué par l'apparition de taches (andalousite et cordiérite) dans les schistes et une disparition progressive du débit schisteux. Sur le plan pétrographique il est caractérisé par le développement de schistes tachetés et de cornéennes.

3.4.4 MINÉRALISATIONS

Dans le district d'El Hammam, plusieurs phases de minéralisations sont connues. D'abord des minéralisations précoces liées à une activité métasomatique responsable de la formation des skarns, ensuite des minéralisations filoniennes à sulfure et enfin les minéralisations filoniennes à fluorine et sulfures.

Les minéralisations associées aux skarns ont fait l'objet d'une remarquable étude minéralogique et géochimique réalisée par Sonnet, [16]; [30]; [31]. Les skarns d'El Hammam se développent sur des roches sédimentaires et métamorphiques initialement hétérogènes et finement stratifiées. Ils sont contenus principalement dans une enveloppe délimitée par l'auréole de métamorphisme de contact. Ces skarns comportent d'importantes quantités de minéraux d'étain et de tungstène.

- Les skarns minéralisés

- Les skarns à Tungstène

Correspondent à des pyroxénites vertes grenues quasiment monominérales et qui se mettent en place sous forme de lentilles plus ou moins conformes au litage de la roche remplacée. Le pyroxène montre une composition constante au sein du même skarn. Selon la nature du substrat remplacé, plusieurs modes d'agencement ont été distingués:

- Dans les cornéennes rubanées à pyroxène–quartz–plagioclases, le développement du skarn se fait avec une transition nette et tranchée, ou sur une zone diffuse de quelque centimètres, c'est le cas du skarn de l'oued Beht amont
- Dans les wollastonitites, le front de développement de pyroxène à schéelite est bien individualisé (skarns de Tlatezma), rive Ouest
- Dans les schistes noirs, la pyroxénite à schéelite se retrouve dans la partie interne d'une colonne métasomatique montrant un échange Fe/Mg dans la composition des skarns de la piste de l'oued Beht

- Les skarns à étain

De dimensions très variables, les skarns stannifères se développent sur des extensions plus importantes que les précédents. Les minéraux d'étain qui sont essentiellement des silicates (Malayaite (CaSn SiO_5), Grenat stannifère ($\text{Ca}_3\text{SnFeSi}_3\text{O}_{12}$), Axinite [$\text{Ca}_2(\text{Fe, Mn, Mg})\text{Si}_4\text{O}_{12}\text{BO}_3(\text{OH})$]), forment des grenatites vertes ou dans des pyroxènes sombres. Ils se forment sur un substrat comportant soit des bancs de carbonates transformés en wollastonitites, soit des cornéennes à pyroxène, quartz et plagioclase, dépourvues de wollastonitites. La transformation métasomatique de ces deux variétés de substances conduit à la formation d'une colonne à plusieurs zones: zone externe à pyroxénite fine à hédenbergite–malayaite, une zone intermédiaire à andradite stannifère–malayaite avec ou sans wollastonite résiduelle et zone interne de pyroxénite grossière à hédenbergite manganésifère–malayaite. Cette dernière zone se présente en poches et n'est pas constamment présente.

- Les skarns borifères

Ils sont essentiellement à axinite et datolite, rarement à tourmaline. Les skarns borifères se développent sur tout substrat à composition chimique favorable (wollastonite, cornéenne, grenatite, dolérite...) leur développement se fait de manière irrégulière, en poches, veines, placage, mais rarement en bancs (skarns à datolite remplaçant les bancs riches en wollastonite).

Selon Sonnet [16], chacun de ces types de skarns s'est mis en place indépendamment des autres et possède des caractères propres à sa formation.

- Les minéralisations sulfurées

Sur la base des études antérieures, on a distingué plusieurs générations de minéralisations sulfurées:

- Une paragenèse à pyrrhotine, pyrite, löllingite, blende, et la chalcopryrite. Les minéraux sont soit en dissémination dans l'encaissant métamorphique soit concentrés dans certains niveaux en laminations stratiformes dans les formations métamorphiques. Cette paragenèse plus ou moins complète a été retrouvée même en dehors de l'auréole du métamorphisme de contact
- Une paragenèse à mispickel, bismuth, chalcopryrite, blende, galène, pouvant renfermer de l'or quand elle est associée aux skarns tungstifères, et à pyrrhotine, bismuth, schéelite et fluorine quand elle se met en place dans les skarns à tungstène
- Une paragenèse composée principalement de mispickel, bismuth en veines dans le granite et les schistes avoisinants. De l'or natif (grains de 10 μ environ), et de la bismuthinite ont été observés dans ces filonnets [16] et des teneurs de 12 ppm d'au ont été dosées en analysant la roche totale de ces veines

iv) D'autres sulfures sont liés à des phases d'altérations tardives: silification et carbonatation..., et qu'on peut considérer analogues à ceux qui accompagnent la fluorine filonienne. Ces sulfures sont essentiellement à pyrite, chalcopryrite, blende, et galène

Dans le district d'El Hammam on ne peut pas parler des minéralisations sulfurées sans évoquer la lentille de pyrrhotine d'Aïn El Hammam, d'une longueur de 50 m environ et une puissance de 1.5 m, elle longe une barre calcaire transformée en skarn stannifère dit skarn d'Aïn El Hammam.

- La minéralisation fluorifère

La mine d'El Hammam a produit jusqu'à présent près de 2 Mt de fluorine pure à 99%. Mais en dehors de la fluorine aucun indice des autres minéralisations n'a fait à nos jours l'objet d'une exploitation minière.

Deux variétés de filons peuvent être distingués en fonction de leurs tailles et de leur remplissage en calcite: des filons larges, d'une puissance pouvant dépasser 10 m, et riche en calcite (filon principal et filons de la popote) et des filons de petite taille à faible teneur en calcite (moins de 5%), localisés un peu partout dans le périmètre du district (Tlatezma, Brekamène, Moufrès...). Les filons de fluorine montrent un remplissage à calcite, fluorine suivit d'un stade tardif à sulfures et quartz. Ils se mettent en place postérieurement aux minéralisations précédentes qu'ils recoupent de manière franche, soit dans l'encaissant schisteux et sont orientés NE-SW, soit dans les formations carbonatées avec une direction E-W soit encore dans les microgranites à l'Ouest du district.

Plusieurs auteurs ont travaillé sur le district afin d'établir un ordre chronologique de la précipitation et de la mise en place de la minéralisation [17]; [32]; [36].

- Le dépôt de la calcite I vers 200 °C
- Précipitation de la fluorine et d'une deuxième génération de calcite à des températures qui s'étalent entre 200° et 120°, avec un mode à 170°. Cette variation progressive de température a été observée aussi bien à l'échelle du minéral qu'à l'échelle des affleurements régionaux, ce qui est indicateur d'un dépôt continu dans le temps. Ces minéraux ont précipité à partir d'un fluide sursaturé en sels
- La formation des minéraux tardifs, en particulier le quartz, s'est mis à une composition inférieure à 100°C

3.5 DISTRICT POLYMETALLIQUE D'AOUAM

3.5.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le district d'Aouam est situé dans la partie orientale du Maroc Central hercynien, à 7 km à l'ouest de M'rir et à 90 Km au sud de Meknès. Il est formé d'un ensemble de reliefs dont l'altitude moyenne est de 700-800m. Il comporte des séries sédimentaires d'âge ordovicien à visien supérieur, structurées en plis d'axe NE-SW appartenant à la bande anticlinale de kasba Tadla–Azrou [5].

3.5.2 CADRE TECTONIQUE ET MÉTAMORPHIQUE

La région d'Aouam est caractérisée par une tectonique souple polyphasée [2]; [35] dont le trait le plus apparent est constitué par une direction principale NE-SW due à la phase de plissement post-viséenne et anté-permienne.

Suite à un important épisode de tectonique cassante, la zone d'Aouam a été le siège de la mise en place des stocks granitiques et des minéralisations polymétalliques.

Trois petits stocks de granitoïdes appartenant à une série calco-alkaline [35]; [36]; [37], baptisées kaolin et arsénopyrite, se mettent en place au cours des phases tectoniques cassantes post-viséennes en développant des minéralisations polymétalliques [38].

L'activité magmatique s'accompagne d'apparition autour de ces trois pointements granitiques d'une large auréole de métamorphisme [37] qui se développe dans des conditions intermédiaire avec un faciès cornéenne à hornblende et cornéenne à albite–épidote. La région d'Aouam a connu la superposition de deux événements distincts de métamorphisme:

- Un métamorphisme de contact

Il se développe dans les séries essentiellement schisto-gréseuses anchizonales à épizonales du Maroc Central [4] qui présentent des matrices à agrégats phylliteux orientés et recristallisés (chlorite, muscovite, trace de kaoulinite), accompagnés

de produit ferrugineux et titanés. Les éléments détritiques sont constitués de quartz et de feldspath en proportion variable. Parmi les éléments accessoires signalés, on note la tourmaline et le zircon.

- Un métamorphisme hydrothermal

Il se traduit par l'apparition d'une deuxième paragenèse à biotite ($Fe/Mg=0.4$; $Si_{iv}=5.6$) développée par l'intermédiaire d'un réseau de veinules et de microveinules de type stockwerk. Les nombreuses veinules recoupent les roches métamorphosées en s'insinuant dans le litage.

La présence de silicates précipités à partir de solutions dans le réseau de microveinules, ainsi que le développement de phénomènes métamorphiques dans les roches encaissantes indiquent clairement l'existence de circulations hydrothermales produisant des transferts de masse et de chaleur au cours de cette deuxième phase de métamorphisme.

3.5.3 MINÉRALISATIONS

Le district d'Aouam constitue un beau spicemen de minéralisations potymétalliques (Sb, W, Pb, Zn, Ag) de type filonien, résultant de fonctionnement d'un système hydrothermal polyphasé dont les concentrations d'antimoine et de tungstène constituent le stade pécore et les minéralisations plombo-zincifères l'expression ultime.

L'absence totale d'étain dans ce district est remarquable, et il diffère de ce fait de l'ensemble des occurrences minéralisées du Maroc Central.

D'après Agard [35], Trois types de minéralisations ont été reconnus dans le district d'Aouam. Il s'agit de minéralisations filoniennes d'antimoine, de tungstène, et de plomb-zinc. Ces minéralisations résultent du remplissage de fractures ouvertes lors des mouvements tectoniques cassants post-viséennes. Il est important de noter que ces types de minéralisations se mettent en place dans des caisses filoniennes indépendantes permettant d'établir des relations chronologiques claires:

- **La minéralisation d'antimoine** est structurellement indépendante des minéralisations en tungstène et Pb-Zn. Elle appartient à une province métallogénique à stibine beaucoup plus large couvrant toute la partie orientale du Massif Central marocain
- **La minéralisation de tungstène** est la seconde à être déposée et peut être subdivisée en deux stades successifs
 - Le premier stade est constitué par le dépôt de l'ensemble de la wolframite et de la schéelite, biotite, apatite, feldspath alcalin, quartz, calcite, muscovite, cholrite, molybdénite
 - Le deuxième stade par une association de schéelite-quartz, muscovite, cholrite, calcite et un début d'apparition de sulfures: arsénopyrite, pyrite, pyrrhotite, chalcoppyrite et or

Ces deux associations paragenétique s'effectuent selon deux modes de dépôt, à savoir un mode filonien et un mode de type skarn:

- Dépôt filonien

La minéralisation se présente dans des formations paléozoïques métasédimentaires sous forme de filons remplissant les zones de failles. Ces filons minéralisés résultent de circulations hydrothermales dans les anciennes fractures orientées E-W. Ces fractures à géométrie irrégulière, sont réactivées en décrochement dextre lors des épisodes compressifs NW-SE. Sous ce champ de contraintes s'ouvrent des fentes de tensions qui serviront de pièges pour la minéralisation en tungstène.

- Dépôt de type skarn

Ce type de minéralisation se développe soit au contact d'intrusion granodioritique et de bancs calcaires qui montrent des amas de pyroxénites à schéelite-biotite, soit par remplacement de série schisto-gréseuses à petits niveaux carbonatés discontinus et formant des lentilles rubanées stratiformes à schéelite-biotite. Ces lentilles minéralisées qui n'affleurent pas en surface, sont organisées en plusieurs bancs intrastatifiés au toit et au mur des quartzites ordoviéciennes.

Ce dernier caractère (schéelite en dépôt stratiforme), constitue une particularité singulière de ce district à l'échelle du Maroc Central.

- La minéralisation plombo-zincifère

Elle représente le dernier épisode de la minéralisation polymétallique d'Aouam. La galène argentifère et la blende se déposent après le stade à tungstène sans marquer pour autant une discontinuité franche avec celui ci.

L'extension totale des filons à Pb-Zn déborde légèrement sur les limites de l'auréole du métamorphisme de contact. 2 paragenèses distinctes ont été reconnues dans la minéralisation plombo-zincifère d'Auoam:

- Quartz hyalin-sidérose, galène, blende, pyrite
- Calcite, chalcopryrite, barytine, galène, pyrite

Les études réalisées par un certain nombre d'auteurs sur cette minéralisation polymétallique [35]; [38], suggèrent sa liaison avec la mise en place des granites. Cette affirmation est argumentée par le fait que cette minéralisation se développe principalement dans l'auréole du métamorphisme de contact engendrée par l'intrusion des stocks granitiques de la mine et du mispickel.

4 SYNTHÈSE ET ESSAI COMPARATIF

Le socle varisque est constitué de formations paléozoïques essentiellement schisto-gréseuses, plus rarement volcaniques (Jbilètes Centrales, Haut Atlas Occidental, Maroc Central), affectées de plissement énergétiques produits au cours de plusieurs phases avec charriages locaux (Jebiletes, Maroc Central) et au cours desquelles se sont mis en place des massifs granitiques (Zaër, Ment, Oulmès, Aouli, Rehamna, Tichka, Azegour, Maroc Oriental). La mise en place de ces intrusions magmatiques a engendré la formation d'auréoles de métamorphismes de contact plus ou moins importantes qui sont fonction de 3 paramètres importants: (1) la taille du massif granitique, (2) la profondeur de mise en place et (3) la nature de l'encaissant. On pense que le niveau de mise en place (profondeur) est relativement faible pour le granite d'Oulmès et les pointements d'El Hammam et Moulay Bouazza, et plus important pour les autres massifs granitiques du Maroc Central.

La couverture est formée principalement de terrains secondaires et néogènes. Ils se sont déposés dans des zones, soit en grande partie stabilisées antérieurement au trias (Méséta), soit restées relativement mobiles avec individualisation de chaînes intracratoniques (sillon à sédimentation subsidente) du Haut Atlas et du Moyen Atlas.

La partie septentrionale de la Méséta marocaine est caractérisée par un certain nombre de gisements ou d'indices d'étain et de tungstène plus ou moins spatialement associés aux massifs granitiques hercyniens. L'étude de l'évolution magmatique des différents plutons du Maroc Central a permis de déterminer leur tendance calco-alcaline à origine crustale et hybride (croûte-manteau prédominante [37].

Dans le Maroc Central, on connaît plusieurs occurrences minéralisées en étain-tungstène (Tableau 2). La plus célèbre est certainement celle associée au granite d'Oulmès avec ses pegmatites à cassitérites et béryl. Le fluide hydrothermal aqueux carbo-azoté, d'origine métamorphique est le vecteur du transport et du dépôt des minéralisations stanno-wolframifères. Son évolution physico-chimique est gouvernée par un refroidissement isobare [22]; [23]. La minéralisation à étain de ce gisement a fait l'objet d'exploitation minière (gisement d'El Karit).

Le gisement primaire d'étain de Ment est constitué par un stockwerk de veinules quartzieuses à cassitérite en dehors du batholite. Ce dernier présente en effet, de nombreuses géodes et fissures tapissées de muscovite en rosettes, de quartz idiomorphe, de tourmaline et parfois de cassitérite.

Tableau 2. Comparaison des occurrences stanno-wolframifères des gisements du Maroc Central

District ou Gisement	Pays des Zaërs	Ment	Oulmès	El Hammam	Aouam
Granite	Calco-alcalin	Calco-alcalin	Calco-alcalin	Calco-alcalin	Calco-alcalin
Mode de gisement	Filonien (Stockwerks)	Filonien placers	Filonien placers	Skarns (Sn,W,)	Filonien skarns
Minéralisation associées	W (abandon) sulfures	Sn (abandon) sulfures	Sn sulfures	Sn (abandon) Sulfures + fluorine	Sn (trace à absence totale) W (Stratiforme) sulfures

Citons également les skarns à tungstène et étain et de bore de gisement d'El Hammam formées essentiellement de l'activité métagénétique des fluides hydrothermaux liés à la mise en place du massif granitique d'Achemmèche. Ce type de minéralisation à base d'étain et de tungstène s'est formé en premier lieu sous forme de skarn, suivi de minéralisation à sulfures et de minéralisations à fluorine.

Une minéralisation à tungstène et étain est connue dans la partie sud du granite des Zaërs, sous forme de remplissage filonien. Les structures filoniennes matérialisent des épisodes de fracturation, d'ouverture et de remplissage direct, durant lesquels s'est effectué le dépôt de quartz, de wolframite, de cassitérite, et de sulfures. Ce dépôt se matérialise par un dépôt d'oxydes à cassitérite et wolframite dans un premier temps, et une minéralisation sulfurée plus tardivement.

Le district de Jbel Aouam: district polymétallique de type filonien constitue un bel exemple de minéralisation hydrothermale, caractérisé essentiellement par l'absence totale d'étain. Trois types de minéralisations ont été reconnus dans ce district: (1) minéralisation filonienne d'antimoine, (2) minéralisation à tungstène exprimé sous forme de wolframite dans des filons quartzeux ou sous forme de schéelite, sulfures précoces, or en lentilles rubannées dans des skarns, (3) minéralisation à Plomb-Zinc et Argent résultant de remplissage de fractures ouvertes lors des mouvements tectoniques cassant post-viséens.

Un autre mode de mise en place de minéralisation stanno-wolframifère s'est dégagé en petits placers de cassitérite existent à Oulmès ainsi qu'à Ment, par ailleurs la schéelite se rencontre dans certaines alluvions avec des teneurs assez intéressantes pouvant être économiquement exploitable.

Au Maroc Central, les occurrences stanno-wolframifères varient d'un gisement à l'autre. Deux modes de mise en place de la minéralisation étudiée sont individualisés: le premier est de type skarn qui caractérise particulièrement le district d'El Hammam et en moindre mesure le district d'Aouam. Ces skarns n'ont pas, jusqu'à présent, fait l'objet d'une exploitation minière. Le second mode est filonien. Il est exprimé dans quasiment tous les gisements du Maroc Central.

Les filons sont principalement à étain au district de Ment, et à tungstène au pays des Zaërs. A Oulmès, on trouve Les 2 types de minéralisation étain et tungstène. Elles sont soit spatialement séparées (étain à El Karit et tungstène à Zguit) soit superposées (Sn et W à Tarmilète).

Cette répartition sur le plan géographique pourrait s'expliquer par l'influence de paramètres liés à la chimie des solutions et du magma granitique d'une part et à la nature de l'encaissant d'autre part.

Le gisement d'Aouam, district polymétallique (Sb, W, Pb, Ag, Zn, Au), se distingue surtout par l'absence totale de minerais d'étain et la coexistence de deux modes de mise en place pour le minerai de tungstène (skarn, filonien). Il est à noter aussi que c'est la seule occurrence du Maroc Central où le tungstène est d'agencement stratiforme.

L'absence de l'étain des affleurements de ce district devrait être perçue comme anormale. L'expression minéralogique de cet élément devrait être recherchée en profondeur.

A cette minéralisation stanno-wolframifère, succède une minéralisation sulfurée et/ou fluorée dans pratiquement tout l'ensemble des gisements du Maroc Central. On peut donc en conclure que la minéralisation stanno-wolframifère se développe lors d'un stade pneumatolitique à hydrothermal précoce et que les minéralisations sulfurée et fluorée caractérisent plutôt un stade hydrothermal de plus basse température.

Au Maroc comme dans d'autres régions du monde, les minéralisations à Sn-W sont associés à des granites hercyniens. Les granites anciens anté-cambriens ne sont pratiquement pas porteurs de ce type de minéralisation car leurs parties apicales, lieu de prédilection de ce type de minéralisation, sont souvent décapées par l'érosion. Pour la prospection de Sn-W (Bi, Mo), on doit s'intéresser aux apex des massifs granitiques, et aux auréoles du métamorphisme de contact. L'altération des épontes des filons doit être également considérée comme guide de prospection.

5 CONCLUSION

Cette étude a montré l'étroite association des gisements d'étain, et de tungstène avec les granites hercyniens du Maroc Central. Lorsque ces gisements prennent l'allure filonienne, ils sont généralement en liaison avec des coupoles plus ou moins décapées ou des apophyses de roches granitiques souvent différenciées en granite à micas. D'autre part, les calcaires ayant subi un métamorphisme de contact (transformation métasomatique en skarns) sont le siège d'une mise en place de ce type de minéralisation sous forme de schéelite et de silicates stannifères.

Le Maroc Central est donc une province métallogénique à minéralisation stanno-wolframifère associée aux massifs granitiques hercyniens.

REFERENCES

- [1] A. Piqué. Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne: la méséta marocaine Nord occidentale. Sci. Géol. Mém. Strasbourg, 253p. (1979).
- [2] H. Hollard. L'évolution hercynienne au Maroc. z. dt. Geol. Ges., 129, p. 495-512. (1978).
- [3] 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).
- [4] 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).
- [5] A. Michard. Eléments de géologie Marocaine. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 252, 408p. (1976).
- [6] A. Saadi. Etat de contrainte et mécanismes d'ouverture et de fermeture des bassins permien 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).
- [7] A. Kosakevitch. Etude minéralogique des minerais d'antimoine au Maroc. Rapport SEGM, Rabat, n° 934, 145p. (1972).
- [8] J.J Perichaud. Les gisements d'Antimoine du Maroc Central. Synthèse gîtologique sur la répartition, la morphologie et la minéralisation des gisements. Rapport B.R.G.M., 81 RDM 024 AO, 75 p., inédit. (1981).
- [9] G. Chartry. Gîtologie et métallogénie de l'antimoine du Maroc Central. Thèse Université Catholique de Louvain. (1983).
- [10] A. Kosakevitch, et L. Vazquez. Répertoire général des gîtes et indices d'antimoine du Maroc. Rapport SEGM n° 946. (1973).
- [11] G. Choubert. Essai de chronologie hercynienne. Notes Serv. Géol. Maroc, t.4, n°84, p. 9-78. 290. (1951).
- [12] G. Choubert. Essai de chronologie hercynienne. Notes Serv. géol. Maroc, t. 4, n° 83, p. 9-78. (1951).
- [13] Z. Mrini. Age et origine des granitoïdes hercyniens du Maroc: Apport de la géochronologie et la géochimie isotopique (Sr, Nd, Pb). Thèse, Faculté des Sciences, Université Clermont Ferraud, 156p. (1985).
- [14] Z. Mrini, A. Rafi, J-L. Duthou & P. Vidal. Chronologie Rb/Sr des granitoïdes hercyniens du Maroc: conséquences. Bulletin de la Société Géologique de France, n° 163, 281-291. (1992).
- [15] J. Van den Bosch. Carte gravimétrique du Maroc au 1/50 000. Notes et Mémoires de Service Géologique du Maroc, 252p. (1971).
- [16] 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).
- [17] M. Jebrak. Contribution à l'histoire naturelle des filons F-Ba du domaine varisque: Essai de caractérisation structurale et géochimique des filons en extension et en décrochements. Massifs centraux français et marocains. Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Orléans, 470 p. (1984).
- [18] M. Amenzou & A. El Mouraouah. Classification génétique des granitoïdes hercyniens du Massif Central marocain (Zaër, Oulmès, Ment; Méséta nord occidentale, Maroc), d'après la typologie du Zircon. C. R. Acad. Sci. Paris, t 320, série Ila, p. 469-476. (1995).
- [19] H. Termier, J. Agard & B. Owodenko. Les gites d'étain et de tungstène de la région d'Oulmes (Maroc Central). Etude géologique, pétrographique et métallogénique. Notes et mém. Serv. Géol., Maroc, 11°82, 326 p. (1950).
- [20] S. Aït Omar. Le pluton granitique hercynien d'Oulmès (Maroc Central). Schéma de déformation finie et cinématique de mise en place. C. R. Acad. Sci. Paris, t301, Série II. (1985).
- [21] H. Diot, J. Bouchez, M. Boutaleb & J. Macaudière. Le granite d'Oulmès (Maroc Central): structure de l'état magmatique à l'état solide et modèle de mise en place. Bull. Soc. Géol. Fr., Paris III, pp: 511 - 517. (1987).
- [22] M. Boutaleb. L'évolution tectono-métamorphique, magmatique et hydrothermale du district stannowolframifères de Walmès (Maroc Central). Implications métallogéniques, thèse Doct. Etat, INPL, ENSG, Nancy, 326p. (1988).
- [23] M. Bannani. Reconstitution des paléocirculations hydrothermales de la partie sud (Tarmilat-Zguit) du district stannowolframifère de walmès (Maroc Central). Conséquences métallogéniques. Unpub Ph. D. Thesis, I.N.P.L., Nancy, 291p. (1989).
- [24] G. Choubert, M. Douiri, & A. Faure Muret. Mesures géochronologiques récentes par la méthode $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ au Maroc. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 24, 183, 53-62. (1965).
- [25] G. Giuliani. Contribution à la géologie du massif granitique des Zaër (Maroc Central). Etude des minéralisations à W-Sn-Mo associées. Thèse de 3^e cycle, I.N.P.L., Nancy, 347p. (1982).
- [26] D. Tisserant. Les isotopes du Strontium et l'histoire hercynienne du Maroc. Etude de quelques massifs atlasiques et mésétiens. Thèse de 3^e cycle, Strasbourg, 103p. (1977).
- [27] M. Bouabdelli. Tectonique et sédimentation dans les bassins orogéniques: Le sillon viséen d'Azrou-Khénifra (Est du massif hercynien Central). Thèse ès Sciences, Université Louis-Pasteur, Strasbourg, 257p. (1989).
- [28] A. Boushaba. Le massif granitique du Ment (Maroc Central hercynien) dans son contexte tectono-magmatique régional, et les manifestations hydrothermales associées. Thèse Doct. Etat, INPL, Nancy, 306p. (1996).

- [29] J. Didier. *Granites and their enclaves*. Elsevier, Amsterdam, 393p. *Granites and their enclaves*. Elsevier, Amsterdam, 393p. (1973).
- [30] 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).
- [31] Ph.M. Sonnet ONNET, & J. Verkaeren. *Schéelite-Malayaite-, and Axinite-bearing skarns from El Hammam, Central Morocco*. *Econ. Geol.*, Vol. 84, 575-590. (1989).
- [32] M. Aissa. *Etudes des interactions fluides-minéraux des skarns à Sn, W, B d'El Hammam (Maroc Central)*. Facteurs physico-chimiques contrôlant le développement du stade stannifère. Thèse d'Etat, Univ. My Ismaïl, Meknès, Maroc. 348p. (1997).
- [33] J. Yajima, J.C. Touray. *Analyse thermométrique du gisement de fluorine d'El Hammam (Maroc) (d'après des études d'inclusions fluides)*. *Mineralium Deposita*, Berlin, 5, 23-28. (1970).
- [34] M. Jebrak M. *Les districts à fluorine du Maroc Central*. *Bulletin de BRGM (2)*, II, 2, pp. 211-221. (1982).
- [35] J. Agard, J. Balcon et P. Morin. *Etude géologique et métallogénique de la région minéralisée du Jbel Aouam (Maroc Central)*. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc* 132, 124 p. (1958).
- [36] A. Cheilletz. *Caractéristiques géochimiques et thermobarométriques des fluides associés à la schéelite et au quartz des minéralisations du jbel Aouam (Maroc Central)*, *Bul. Minéral.*, 107, 255-272. (1984).
- [37] M. Amenzou & A. El Mouraouah. *Typologie du zircon des granitoïdes hercyniens de la Meseta marocaine: zonation magmatique et implication géodynamique*. *J. Afr. Earth Sci.*, 24, 125-139. (1997).
- [38] A. Cheilletz. *Contribution à la gîtologie du district polymétallique (W-Mo-Cu-Pb-Zn-Ag) du jbel Aouam (Maroc Central)*. Application à la prospection des gisements de tungstène. Thèse Doct. d'Etat, INPL, Nancy, 250p. (1984).