

Problématiques du travail de recherche

L'objectif premier de cette thèse est de tenter d'intégrer les minéralisations des Beni Bou Ifrouir dans le contexte géodynamique de la Méditerranée occidentale. Le domaine méditerranéen doit sa configuration actuelle et sa géodynamique complexe à la convergence entre les plaques Afrique et Eurasie. Il n'est à l'heure actuelle toujours pas totalement bien appréhendé, et ce notamment au niveau de la mer d'Alboran et de l'arc bético-rifain qui l'encadre.

Un tel travail nécessite la prise en compte de plusieurs échelles, chacune pouvant soulever plusieurs questions à la lumière des synthèses réalisées dans cette première partie.

5.1 Echelle 1 : les gisements – étude et comparaisons

Les minéralisations ferrifères des Beni Bou Ifrouir ont été caractérisées par JABRANE (1993), JABRANE *et al.* (2001) et EL RHAZI & HAYASHI (2002) comme des skarns à magnétite. L'examen de la littérature révèle que ces gisements sont étudiés comme un même ensemble alors qu'ils s'expriment différemment sur le terrain : le minerai à magnétite y est sous forme de remplacement de lentilles à Ouiksane, et d'alternances rubanées à Axara et Setolazar. Par ailleurs, les travaux discutant de la mise en place des minéralisations (RHODEN & ERENO, 1962) sont anciens et nécessitent d'être remis à jour. En effet, le modèle tectonique de KERCHAOUI (1994) remet en cause le découpage des minéralisations (Axara étant une répétition de Setolazar) puisqu'il attribue les failles plates à une phase antérieure au magmatisme auquel le minerai est associé.

Les processus métallogéniques impliqués dans la formation des minéralisations ferrifères des Beni Bou Ifrouir sont-ils comparables et synchrones d'un gisement à l'autre ?

Pour y répondre, le premier objectif de ce travail est donc de caractériser précisément chaque gisement de façon indépendante. La démarche suivie ici est basée dans un premier temps sur l'étude de terrain de ces différents sites, mais aussi sur leur étude microscopique (détermination des séquences paragénétiques, minéralogie détaillée...). Leur comparaison à ces deux échelles permettra de déterminer si les différences pressenties dans la littérature sont dues à des événements minéralisateurs différents (lien génétique) ou bien à des conditions de mise en place différentes.

5.2 Echelle 2 : intégration à l'échelle locale du massif

Les gisements des Beni Bou Ifrouir sont encaissés dans un massif mésozoïque peu métamorphique dont la principale caractéristique est l'abondance d'intrusions granodioritiques. La mise à l'affleurement de ces faciès grenus profonds, ainsi que leur position actuelle à une altitude supérieure aux niveaux de base plus jeunes du Gourougou, implique l'élévation du massif et une érosion importante. Les modalités du soulèvement des Beni Bou Ifrouir ne sont à l'heure actuelle pas claires – liées à un chevauchement au Miocène moyen (KERCHAOUI, 1985, 1994), à une résurgence caldeirique (EL BAKKALI *et al.*, 2001)... – notamment par manque de contraintes chronologiques et à cause d'une structure rendue complexe par la tectonique tardive (failles normales méridiennes).

Quand le soulèvement se produit-il, et sous l'action de quels processus ? Comment expliquer la structure actuelle du massif des Beni Bou Ifrouir ?

Là encore, la première démarche est celle du terrain, certains affleurements clés apportant des éléments de réponse qui seront complétés par l'ajout de nouvelles contraintes chronologiques : datations du magmatisme et de la minéralisation, thermochronologie, biostratigraphie et paléomagnétisme.

5.3 Echelle 3 : intégration à l'échelle régionale – Rif oriental et Méditerranée occidentale

Si KERCHAOUI (1985, 1994) s'y est intéressé de façon extensive, l'étude du massif des Beni Bou Ifrouir a été délaissée par les travaux scientifiques qui dans le Rif oriental ont été davantage consacrés aux massifs à schistosité (Temsamane, FRIZON DE LAMOTTE, 1982 ; Trois Fourches, NEGRO, 2005), aux bassins (GUILLEMIN & HOUZAY, 1982 ; MOREL, 1987) ou encore au volcanisme associé (HERNANDEZ & BELLON, 1985 ; EL BAKKALI *et al.*, 1998). Le massif présente pourtant des atouts pour contraindre l'histoire régionale, notamment via la compréhension des modalités de son soulèvement.

Comment le massif des Beni Bou Ifrouir s'intègre-t-il dans le Rif oriental ?

Le modèle tectonique établi pour le massif des Beni Bou Ifrouir sera ainsi confronté aux données recueillies dans la littérature afin de l'y intégrer régionalement, et peut être d'y apporter de nouvelles contraintes.

Lorsque l'environnement géodynamique est mal compris, l'étude intégrée des minéralisations peut permettre d'opérer un retour sur celui-ci afin de mieux le contraindre. Parce qu'elles sont intimement liées au contexte géodynamique, elles constituent en effet de bons traceurs des processus à l'œuvre dans une région donnée.

Les minéralisations des Beni Bou Ifrouir se situent idéalement dans la Méditerranée occidentale : en vis-à-vis des minéralisations du SE andalou via l'accident Trans-Alboran, et dans le prolongement de la ceinture magmatique maghrébine, qui elle-même porte de nombreuses et diverses minéralisations.

L'étude des minéralisations des Beni Bou Ifrour permet-elle d'apporter des informations complémentaires sur le contexte géodynamique de la mer d'Alboran et de la Marge Maghrébine ?

Les minéralisations (isotopie du Pb) et le magmatisme des Beni Bou Ifrour seront ici confrontés à la littérature à l'échelle de la mer d'Alboran et de la Marge Maghrébine.

Partie II

**Structures, gîtologie et minéralogie
comparées des skarns à magnétite des
Beni Bou Ifrou – Métallogenèse**

Les minéralisations à magnétite des Beni Bou Ifrou, intensivement exploitées de 1915 à 1976, se situent exclusivement dans la partie nord du massif, restreintes sur une aire d'une quarantaine de km². Les principales concentrations ferrifères sont d'Ouest en Est les gisements de Ouiksane, de Axara et de Setolazar-Bokoya (Figure II.1).



Figure II.1 : panorama du massif des Beni Bou Ifrou depuis le Jbel Ouiksane. Le gisement de Ouiksane se trouve au premier plan, celui de Axara au second et la bande minéralisée de Setolazar-Bokoya au fond.

Décrites comme des skarns à magnétite dans la littérature (cf. Chapitre 3), les minéralisations de Ouiksane, de Axara et de Setolazar sont systématiquement étudiées comme un tout et regroupées sous le nom de gisement de Nador (JABRANE 1993 ; JABRANE *et al.*, 2001) ou de gisements des Beni Bou Ifrou (EL RHAZI & HAYASHI, 2002). Ouiksane se situe à l'Ouest de la faille de l'oued Ouiksane qui sépare en deux le Domaine Nord ; Axara et Setolazar-Bokoya se trouvent pour leur part dans le secteur nord-oriental (Figure II.2).

En raison de leur emplacement différent dans l'organisation du massif, et afin de contraindre au mieux leurs conditions de genèse et de mise en place au sein des Beni Bou Ifrou, les trois sites ont été traités comme des entités indépendantes, d'abord du point de vue leur disposition sur le terrain puis de leur minéralogie. Leur comparaison va permettre de discuter de la validité de l'établissement d'un seul et même évènement minéralisateur dans les Beni Bou Ifrou. Nous y apportons en outre des précisions sur le plan métallogénique : pétrogenèse des intrusions liées aux minéralisations, analyses géochimiques, isotopie Pb...

Cette partie se compose ainsi de quatre chapitres :

Chapitre 6 : Le gisement de Ouiksane

Chapitre 7 : La bande minéralisée de Axara

Chapitre 8 : La bande minéralisée de Setolazar-Bokoya

Chapitre 9 : Les skarns à Fe des Beni Bou Ifrou, trois expressions différentes d'un même évènement minéralisateur ?

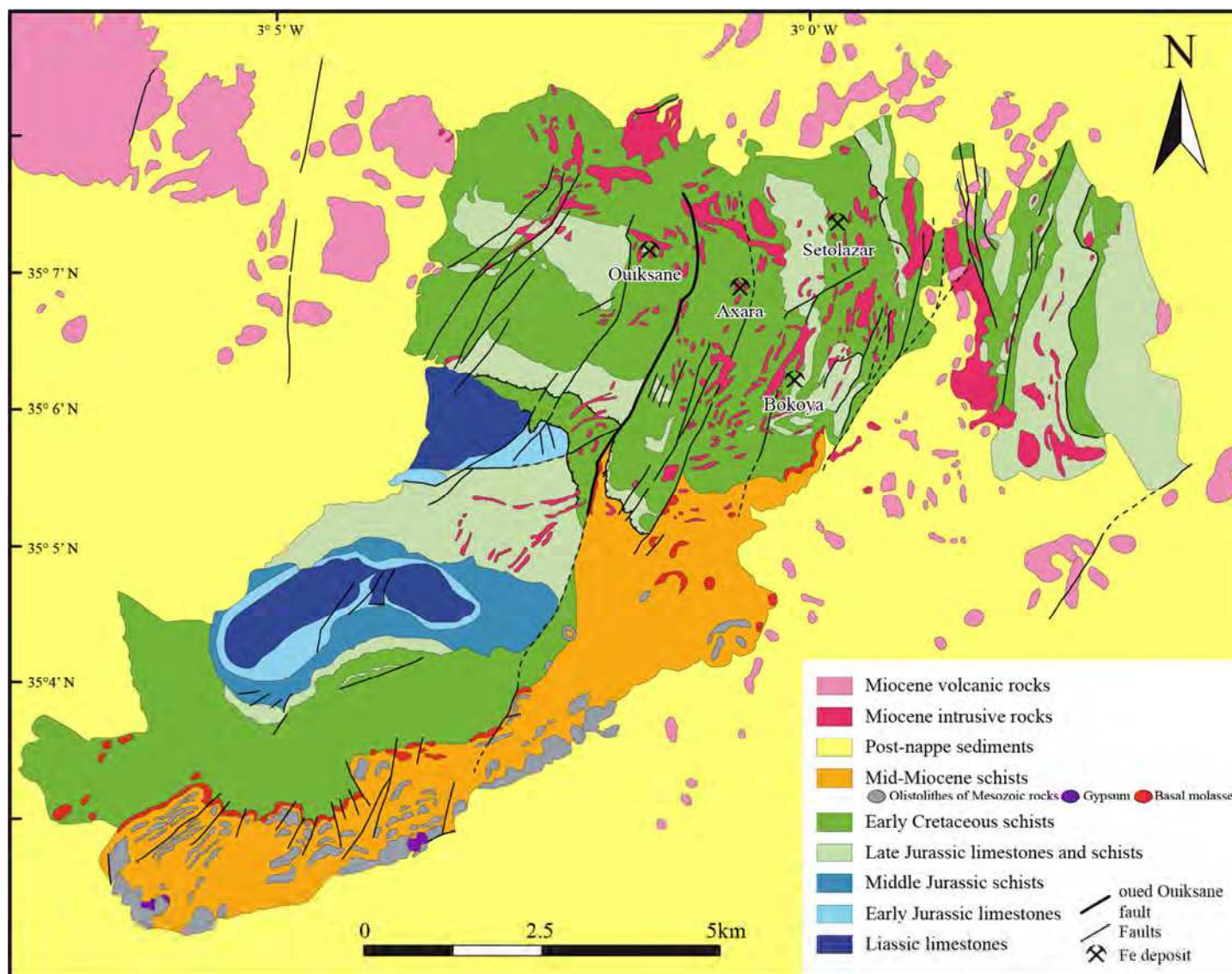


Figure II.2 : schéma structural du massif des Beni Bou Ifrouir (d'après les cartes géologiques 1/50000 du Maroc, feuilles NI-30-XXI-2b et NI-30-XXII-1a).

Le gisement de Ouiksane

De par sa production et les fortes teneurs en fer de son minerai (jusqu'à 70 %), Ouiksane est le plus important des trois gisements étudiés. Situé dans le secteur occidental du Domaine Nord des Beni Bou Ifrou, il est encaissé dans une série monoclinale de schistes d'orientation EW avec un pendage nord (cf. Chapitre 3) dans laquelle s'intercale un banc carbonaté principal. Le gisement s'est construit autour de l'Intrusion Centrale (RHODEN & ERENO, 1962), pluton granodioritique qui se met en place sous la forme générale d'un sill subconcordant à la stratigraphie au niveau du contact schistes/banc carbonaté principal. Au contact de l'intrusion, la série encaissante a été chauffée par métamorphisme de contact, les calcaires devenant des marbres et les schistes des cornéennes ou des skarns selon leur lithologie initiale. L'exploitation à ciel ouvert s'est opérée de telle façon que l'*open pit* actuel, séparé en deux sous-parties (*open pit* E et *open pit* W) par la faille dite de Ouiksane¹ (RHODEN & ERENO, 1962), montre sur son parement nord l'intrusion et sur son parement sud l'encaissant au front de l'intrusion (Figure 6.1).



Figure 6.1 : panorama sur l'*open pit* oriental de Ouiksane. Le parement nord est constitué de l'Intrusion Centrale (granodiorite en clair), le parement sud de l'encaissant.

Ce chapitre propose une réinterprétation de la structure du gisement de Ouiksane, à l'aide d'une réactualisation de la carte minière historique et de coupes interprétatives argumentées. La gîtologie ainsi que la séquence paragénetique des minéralisations et de leur gangue seront détaillées dans un second temps.

¹ A ne pas confondre avec la faille de l'oued Ouiksane, qui sépare les deux secteurs du Domaine Nord.