

خامات المغنتيت لمنطقة برحال وما جاورها

جبل إيدوغ (شمال شرق الجزائر): مثال عن تكوينات حديدية طبقية الشكل.

Magnetite ores in Berrahal and its vicinity. Edough Massif (NE Algeria).

A case of stratiform iron formations.

البشير هني^(2.1)، فريدة ملاح^(2.1)، بوصحابة عبد الجبار⁽³⁾، سارة مقدم^(4.1)، فاتن بن مرزوق^(4.1)
(1) قسم العلوم الطبيعية. المدرسة العليا للأساتذة محمد البشير الإبراهيمي. القبة. الجزائر العاصمة.
(2) مخبر البحث للتمعدن وماغماتية الجزائر. كلية علوم الأرض والجغرافيا وتنمية الأراضي. جامعة
هوارى بومدين للعلوم والتكنولوجيا-الجزائر العاصمة.
(3) مختبر علم النبات العرقي والمواد الطبيعية. المدرسة العليا للأساتذة محمد البشير الإبراهيمي. القبة.
الجزائر العاصمة.

(4) مخبر تعليمية العلوم / المدرسة العليا للأساتذة محمد البشير الإبراهيمي. القبة. الجزائر العاصمة.

البريد الإلكتروني: bahenni@yahoo.fr , bachir.henni@g.ens-kouba.dz E-mail :

تاريخ القبول: 25 نوفمبر 2021

تاريخ الإرسال: 18 جوان 2021

(هيدنبرجيت) والكالسيت والغرونا (ألماندين).
يُظهر تحليل تشوهات هذه المعادن أنها خضعت
لنفس تأثيرات التحول مثل الصّخور المضيفة
حيث أنها تأثرت بمرحلة متأخرة من التحول Mn
+ 2.

الكلمات المفتاحية Keywords: مغنتيت ،
سحنة خام ، تحول ، إيدوغ ، الجزائر.

Abstract: Berrahal area (metamorphic
massif of Edough, NE Algeria) contains
magnetite ($\pm$ Hematite) deposits, hosted in
calc silicates rocks. The ore bodies are
stratiforms and enclosed in the kyanite,
straurolite and garnet schists near the

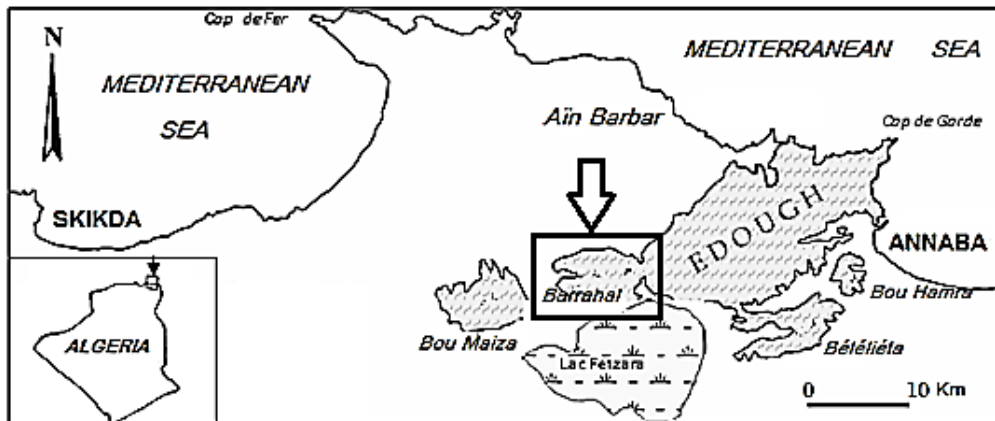
الملخص Abstract: تحتوي منطقة برحال
المنتمية لجبل إيدوغ على خامات قديمة
(الباليوزوي السفلي و أقدم) من أكاسيد الحديد
على شكل مغنتيت ($\pm$ هيماتيت) مرتبطة بصخور
سيليكات الكالسيوم. يشكل خام الحديد
طبقات عدسية الشكل متوافقة من الناحية
البنائية مع صخور ميكاشيستية ب_الكيانيت
والستاروتيد والغرونا بالقرب من الرّخام. تُوضح
الدراسة البتروغرافية والجيوكيميائية أن خام
الحديد يشكل ثلاث سحنات: خام كربوناتي
(CO)، خام وسطي (IO)، خام سيليكاتي (SO).
تشتمل مجموعات المعادن التي لوحظت في
الأجسام المعدنية بشكل أساسي على المغنتيت
والأولفين (الفياليت) والبيروكسين

effects of metamorphism as host rocks and they are anterior to Mn+2 metamorphism.

Keywords : magnetite, ore facies, metamorphism, Edough, Algeria

المدخل Introduction: تقع منطقة برحال (36° 50' ش، 7° 27' ق) ، وهي امتداد غربي لجبل إيدوغ ، على بعد حوالي ثلاثين كيلومتراً غرب عنابة (الشكل 1).

The petrographical and geochemical study of the ores shows the presence of three facies: carbonate ore, intermediate ore and silicate ore. The paragenesis observed includes, essentially, magnetite, olivine (fayalite), pyroxene (hedenbergite), calcite and garnet (almandine). The analysis of deformations shows that minerals underwent the same



تكوينات متحوّلة (Metamorphic formations)

الشكل 1: موقع منطقة برحال

Location of Berrahal area

الوطنية للبحث المنجمي (EREM, 1968, 1971, 1973) المعروفة سابقاً باسم (Sonarem) بعمل تنقيب على نطاق كتلة جبل إيدوغ بأكملها كجزء من حملة واسعة لإعادة تقييم الاحتياطيات المتعلقة بخامات الحديد في أقاليم برحال وجحاف وبيليتا. سيتم، في هذا المقال، تسليط الضوء على خامات الحديد لمنطقة برحال

اشتهرت هذه المنطقة، التي كانت تُعرف سابقاً باسم "عين أم الرّخاء" Aïn Mokra ، بوجود خامات الحديد المشكلة أساساً من المغنيتيت والتي بدأ استغلالها منذ ستينيات القرن التاسع عشر حيث أنتج منجم "مقطة الحديد" وحده 6798000 طن من الحديد (Dussert, 1912) وظلت المنطقة لفترة طويلة غير نشطة حتى بداية 1970 عندما قامت الشركة

خامات المغنتيت لمنطقة لبرحال وما جاورها

جبل إيدوغ (شمال شرق الجزائر):

مثال عن تكوينات حديدية طبقية الشكل.

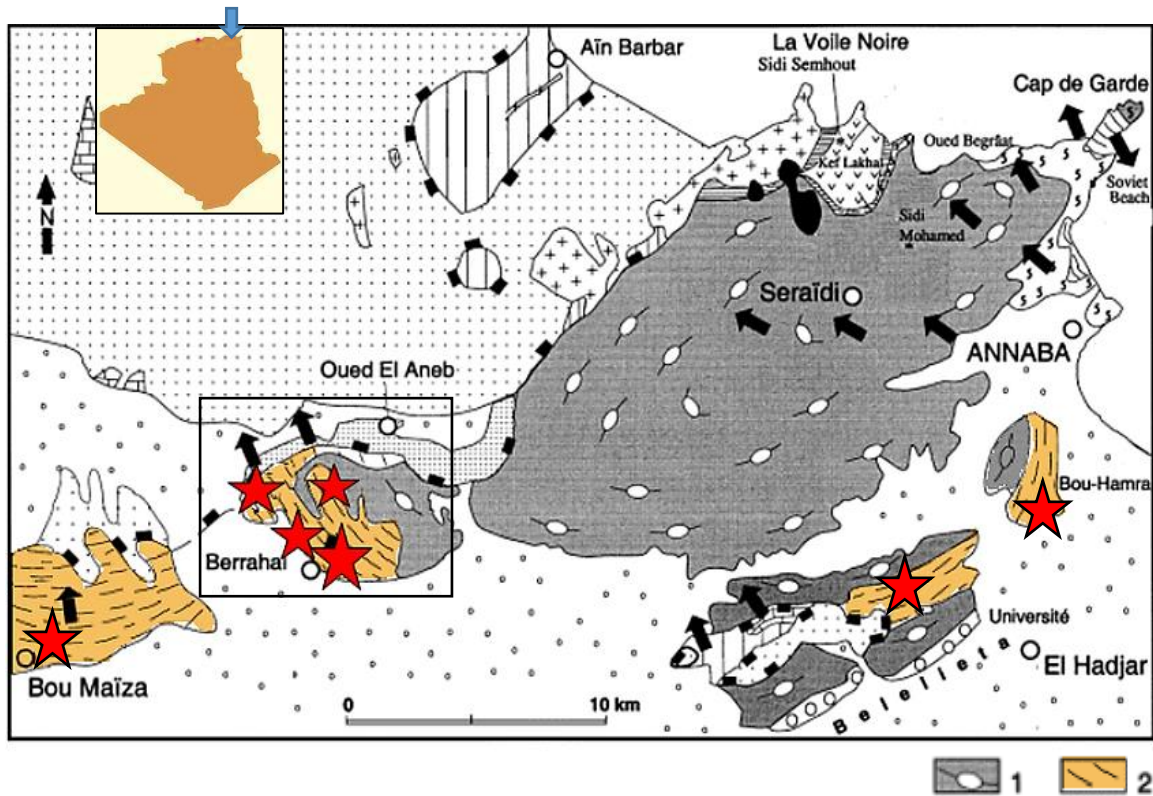
أ.د. البشير هني وآخرون

(مقطت الحديد، بوجلبانة، والموروانية) (الشكل 2).

المواد والطرائق Materials and Methods

Methods: تجدر الإشارة، قبل التطرق للنتائج العلمية المحصلة، بأنه من الصعب تتبع الامتداد الصخري للأجسام المعدنية في سياق معقد من الصخور المتحوّلة إقليميا بسبب الحركات

التكتونية التي أثرت على المكونات الأصلية المحتملة والمختلفة لهذه الأجسام المعدنية. يمكن أن تكون على شكل رواسب قديمة و / أو بركانية - رسوبية غنية بالحديد المتحول أو تركيزات المغنتيت الناتجة عن تأثير التحول الإقليمي و / أو الارتباط بشكل مباشر أو غير مباشر بالحالات السابقة.



1: صخور غنايسية 2: صخور ميكاشيستية

الشكل 2: موقع بعض خامات الحديد المستغلة قديما لبرحال والمناطق المجاورة لها.

Location of some iron ores exploited in the past for Berrahal area.

★: خام الحديد Iron ore

بالنسبة لنا تقديم نتائج جديدة عن طبيعة التركيبات المعدنية، ومراحل التحول المختلفة لها

بفضل العمل الميداني والدراسات المعدنية والجيوكيميائية لعدة عينات، كان من الممكن

التي أثرت على الأجسام المعدنية والصخور المتعلقة بها، بالإضافة إلى تسليط الضوء على مجموعة المعادن المختلفة التي تدخل في تكوين الأجسام المعدنية وتوزيعها حسب طبيعة سحنات خامات الحديد. (Henni *et al.*, 2000, (2012, 2014) Henni & Guy (2002); (Henni, 2018).

حاولنا خلال هذه الدراسة، تحديد جميع السمات التي تسمح لنا بإقامة روابط وراثية بين الأجسام المعدنية المختلفة وفي نفس الوقت البحث عن تطور مشترك محتمل بين الأجسام المعدنية والصخور المتحوّلة المضيفة. استندت دراستنا إلى جزء كبير من العمل الميداني والمختبري والذي، اعتماداً على الهدف المنشود، ركّز بشكل أساسي على:

• أخذ عينات من جميع التشكيلات الجيولوجية من أجل تحديد الصفات الرئيسية مع تمييز أهم سحنات خام الحديد و البيانات البتروغرافية والبنوية؛

• أخذ عينات على مستوى أجسام خام الحديد من أجل التعرف على الاختلافات الرأسية والأفقية وإقامة مقارنات بين القطاعات المجاورة لمنطقة برحال. لإشارة فإنه تم تحضير العينات التي تم جمعها وفقاً لبرنامج محدد جيداً: دراسة، تحت المجهر، شرائح رقيقة وقطع مصقولة (polished sections)؛

• دراسة بتروغرافية وبنوية دقيقة على مستوى القطاعات المختلفة لتواجد أجسام خام الحديد بما في ذلك الصخور المضيفة من أجل الحصول على فكرة دقيقة عن البيئة

الجيولوجية للتمعدن باستخدام المجهر المستقطب والمجهر الإلكتروني الماسح؛

• دراسة جيوكيميائية التي تركز على تحليل العناصر الرئيسية والثانوية لعينات مختلفة بالاعتماد على جهاز ميكروبروب إلكتروني (microprob analysis) للعديد من المعادن و جزء من التحاليل بواسطة (X-ray fluorescence) للدراسة البتروغرافية؛ تم كذلك تحليلات نظائر C و O المستقرة للكربونات لبعض العينات الملتقطة من منطقتي Béliéta و Berrahal.

النتائج Results

الإطار الجيولوجي والبنوي

عبر كامل جبل إيدوغ:

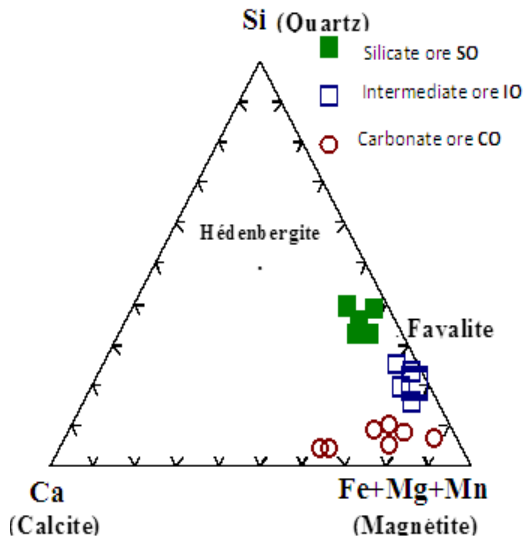
يمثل جبل إيدوغ الشاهد الأقصى للكتل المتبلورة لساحل الشرق الجزائري (الشكل 1). لقد شكل الموقع الهيكلي لهذه الكتلة الصخرية في صرح جبال الألب مفهوماً مختلفاً بالنسبة لبعض المؤلفين (Hilly, 1962; Bouillin, 1977; Latouche *et al.*, 1978; Durand Delga, 1980; Gleizes *et al.* 1980) حيث يعتبر جبل إيدوغ امتداداً للكتل الصخرية الداخلية في مناطق القبائل الصغرى والكبرى بينما بالنسبة لآخرين (Vila, 1970 Aïssa, 1985, 1996)، فهو عبارة عن كتلة صخرية خارجية ذات طابع أفريقي. يتكوّن جبل إيدوغ من:

1- قاعدة متحوّلة التي تتكون أساساً من صخور غنايسية في ارتباط معقد مع بقايا من صخور الإكلوجيت (eclogites)، و الغرانوليت (granulites)، والبريدوتيت (peridotites)؛ بينما في المحيط، يمكن ملاحظة صخور الميكاشست

خامات المغنتيت لمنطقة برحال وما جاورها
جبل إيدوغ (شمال شرق الجزائر):

مثال عن تكوينات حديدية طبقية الشكل.	أ.د. البشير هني وآخرون
المرتبطة بالرّخام والأمفيبوليت والبيروكسينيت (1996; Monié et Hammor, 1992; Aissa, al.,1992).	العليا للمناجم في باريس) عن طريق جهاز الميكروبروب الإلكتروني (microprob analysis) (أو المسبار الدقيق) للمعادن الأساسية السليكاتية أنها من الصنف الحديدي، مع تباين في نسب المنغنيز Mn وهي من النوع التالي:
2- ما يسمى بسلسلة الكربونات "المركبة" (Vila, 1970). وهي تشمل حجر الكلس المنسوب إلى العصر الجوراسي والطباشيري	المغنتيت magnetite XMagnetite = 98.43 à 99.1 Xjacobsite = 0.55 à 1.2 Xmagnesioferrite = 0.16 à 0.53 نسب ضئيلة من التيتانيوم Ti
3- صخور مغتربة نوميديّة تعلو صخوراً مغتربة من العصر الطباشيري (Vila, 1970) صخور ماغماتية على شكل صخور غرانيتية فاتحة اللون وصخور بركانية على شكل ريوليت تعلوها رواسب متنوعة.	الأولفين olivine Xfayalite = 81.14 à 91.71 Xknebelite = 4.97 à 10.96 Xforsterite = 3.13 à 7.9
عبر منطقة برحال	البيروكسين pyroxene Xhedenbergite = 76.94 à 78.73 Xdiopside = 17.04 à 18.7 Xjohannsenite = 4 à 5.92
تتميز التكوينات المتحوّلة لمنطقة برحال بسلسلة غنايسية تعلوها سلسلة ميكاشيستية تجدر الإشارة أن خامات المغنتيت ، التي تحتويها صخور السيليكات الكلسية والكربونات موجودة داخل سلسلة الميكاشيست.	الغرونا garnet 75.14 à 82.14% almandine (Fe ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂) 11.99 à 15.28% grossular (Ca ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂) 3.4 à 8.22% spessartine (Mn ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂) 0.87 à 3.2% andradite (Ca ₃ Fe ₂ Si ₃ O ₁₂) 0.8 à 1.61% pyrope (Mg ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂)
الإطار البتروغرافي والجيوكيميائي لخامات المغنتيت	
بينت دراسة الخصائص البتروغرافية والمعدنية لخامات الحديد أنها تتميز بالشكل الطبقي- العدسي وتتكون من صخور الكالسيت وسيليكات الكالسيوم؛ الكل مرتبط بصخور الميكاشيست المميزة باحتوائها على الكيانيت - ستوروليت - الغرونا (kyanite, staurolite, garnet) بالقرب من الرّخام (Henni,1992,1994,2006)	
أظهرت التحاليل التي أجريت في مركز أبحاث فونتنبلو (Fontainebleau) (المدرسة الوطنية	

تواجد أحيانا معدن الهيدنبرجيت (Hedenbergite).



الشكل 3: مخطط Ca / Si / Fe +

Mg + Mn

Ca/Si/Fe + Mg + Mn diagram

تجدر الإشارة إلى أن معدن المغنتيت موجود بنسبة عالية في هذا النوع من الخام حيث يمثل المكون الرئيسي للخام وبنسب عالية.

سمحت لنا دراسة الأجسام المعدنية، بالاعتماد على التحاليل الكيميائية (الشكل 3) والدراسة البتروغرافية، للمنجم القديم "المورؤانية" El Mour Ouaniya (شمال منطقة برحال) والأجسام المعدنية من الجنوب للمنجم القديم "بوجلبنة" Boudjelbana أن نميز، في القطاعين، ثلاثة أنواع من السحنات: Henni(1992,1994)

سحنة الخام الكربوناتي (CO) ،

سحنة الخام السيليكاتي

Silicate ore (SO)

وسحنة الخام الوسطي

. (IO) Intermediate ore

الخام الكربوناتي CO: إنه خام كربوناتي

بشكل أساسي حيث يتميز بصفوف تتجلى على شكل تناوب أحزمة مشكلة أساسا من معدن الكالسيت و أحزمة مشكلة أساسا من الكالسيت والمغنتيت (الشكل 4).

التركيب المعدني المميز لهذا الخام هو مغنتيت + كالسيت أساسا (Magnetite + Calcite) مع

تبين كذلك أن نسب أحزمة الكالسيت وأحزمة المغنتيت + الكالسيت متفاوتة من عينة لأخرى.

خامات المغنتيت لمنطقة برحال وما جاورها

جبل إيدوغ (شمال شرق الجزائر):

مثال عن تكوينات حديدية طبقية الشكل.

أ.د. البشير هني وآخرون

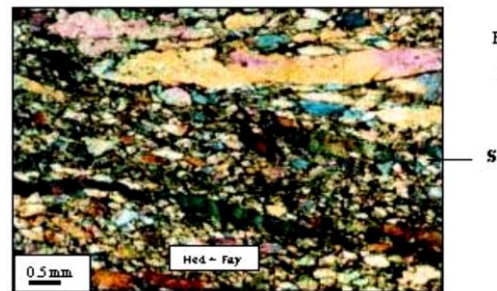


الشكل 4: مظهر بعض عينات خام الحديد الكربوناتي

Appearance of some carbonate iron ore sample

الخام السيليكاتي SO:

تتميز هذه السحنة بخام حديد مرفوق بمعادن سيليكاتية (فاياليت وهيدنبرجيت). (الشكل 5) التركيب المعدني بشكل أساسي هو: فاياليت ، هيدنبرجيت ، مغنتيت ($\pm$ كوارتز). الأمفيبول موجود أيضاً على شكل (ferroedenitic & hastingsitic Hornblende) (Henni, 1994, 2006) ، وفقاً لتصنيف (1978) Leake وكذلك الغرونا (Almandine Garnet) . المغنتيت نادرة جداً. توزيعها أكثر تجانساً مما هو عليه في حالة السحنة CO ومع ذلك ، نلاحظ نطاقات يكون فيها المغنتيت أكثر وفرة نسبياً ؛ مما يؤدي إلى صفوف أقل وضوحاً مما كانت عليه في CO



الشكل 5: مظهر بعض عينات خام الحديد السيليكاتي (SO)

Appearance of some silicate iron ore (SO) samples (S= foliation; Hed= Hedenbergite; Fay= Fayalite)

الخامّ الوسطي IO:

إنه خامّ نعتبره وسطياً نظراً لانخفاض نسبة مادة السيليس عن تلك الموجودة في الخامّ السيليكاتي. النسيج مشابه لما هو موجود في السحنة السيليكاتية SO، لكن الصّفوفية أوضح. المغنتيت أكثر وفرة كذلك رفقة الأوليفين التي تبدو أساسية. التركيب المعدني هو كالتالي: فاياليت ، مغنتيت ، $\pm$ Hédenbergite ، $\pm$ الكالسيت ، $\pm$ ferroedenitic & hastingsitic ، Hornblende.

تجدر الإشارة إلى وجود مرحلة حرارية-مائية تحتوي على كبريتيدات (بيروتيت ، بيريت ، كالكوبيريت ، لولينجيت) مرتبطة بالأكتينوت والسرينتين بشكل أساسي. يتركز هذا الارتباط المعدني في الشقوق وتجويفات الذوبان الموجودة في الأجسام المعدنية ممّا يدل على طابعها المتأخر (Henni *et al.*, 2000 ; Aïssa&Henni, 1999, 2007).

الجدول 1: ملخص أهمّ الميزات الرئيسية لخامات المغنتيت لمنطقة برحال.

(الجدول 1) يلخص أهمّ الميزات الرئيسية لخامات المغنتيت لمنطقة برحال (Berrahal)

TAB. 1: Summary of main features of Berrahal magnetite deposits

Morphology الشكل العام للخامّ	أجسام طبقية الشكل ذات مظهر عدسي من متري إلى ديكاميتري وسماكة من بضعة عشرات من السنتيمترات إلى عدة أمتار.
Extent of Mineralization نطاق/امتداد التعدين	إقليمي بالكيلومتر
Petrography الصفّات البتروغرافية	تعاقب أحزمة سنتمترية من صخور مشكلة من معادن سليكاتية أساساً وأحزمة من معادن كلسية رفقة أحزمة من خامّ حديد غني بأكاسيد حديد على شكل مغنتيت أساساً وهيماتيت.
Mineralogical Composition التركيب المعدني	مغنتيت، كالسيت، أوليفين، بيروكسين، غرونا، هورنلند، كبريتيدات (بيروتيت، بيريت، كالكوبيريت، لولينجيت). نادراً: كلوريت، سرينتين، أكتينوت

خامات المغنتيت لمنطقة برحال وما جاورها

جبل إيدوغ (شمال شرق الجزائر):

أ.د. البشير هني وآخرون

مثال عن تكوينات حديدية طبقية الشكل.

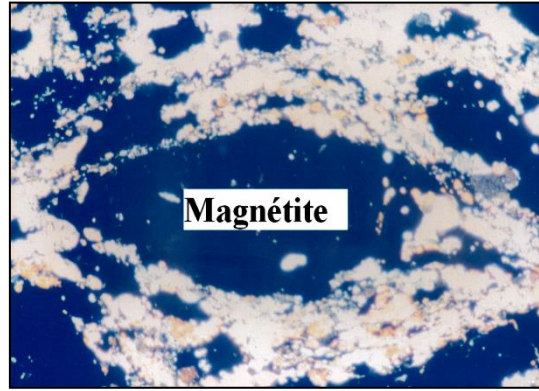
		وكذلك معادن تجوية سطحية: كوفيليت، مارتيت، كوتيت، ليمونيت و مركاسيت.
التركيب حسب كل سحنة Composition through facies	Carbonate ore: CO خام كربونات	مغنتيت، كالسيت، ± هيدنجيت
	Intermediate ore : IO خام وسطي	هورنبلند ±، فياليت، مغنتيت، هورنبلند هاستنكسيت & فيروايدينيت ± كالسيت ±.
	Silicate ore : SO خام سيليكاتي	& فيروايدينيت ، فياليت هيدنجيت، الموندين ±، مغنتيت ± ، هورنبلند هاستنكسيت (كوارتز ±، كالسيت ±).

المناقشة Discussion انطلاقا من دراسة

العينات الملتقطة من منطقة برحال وضواحيها تبين أن المعادن المبكرة، التي تتكون منها السحجات المذكورة سابقا مثل المغنتيت والكالسيت والفياليت وهيدنجيت والغرونا، تتوزع بنسب متفاوتة وفقا لنوع سحنة الخام من جهة ومن جهة أخرى قد تشوهت نتيجة تأثير تحوّل حديث (Henni, 2018) (Mn+2). يمكن ملاحظة تسجيل التشوهات المرتبطة بهذا التحوّل على مستوى المكاشف من خلال وجود خطوط (N130-N140 Lineation) على سطح الأجسام المعدنية (الشكل 6) وعند دراسة الشرائح تبين ظهور صفوفية مطابقة لصخور الميكاشيست التي تحتوي الأجسام المعدنية إضافة لعلامات تفلطح وتمدد المعادن المذكورة والتي تعرضت للتشوهات المبكرة.

الشكل 6: جسم معدن (خام الحديد) مع آثار الخطوط N 130-140 على سطحه (منجم المورؤوانية، شمال برحال) A mineralized body (iron ore) with traces of lineation N 130-140 on its surface (El Mour Ouaniya Mine, North Berrahal)





تتنوع تأثيرات التشوهات
المرافقة للحول (Mn+2).
كالتالي: تشققات، تفلطح،
تمدد معدني، توائم
ميكانيكية، أشكال على شكل
"S" وهياكل عينية (الشكل 7).

0.5

الشكل 7: نسيج صفوفي عيني للمغنتيت (الخام الكربوناتي). صورة تحت المجهر المستقطب.

Eyed magnetite texture (carbonate ore, CO). polarizing microscope image

الميكاشيستية المحيطة بالأجسام المعدنية وعلى
امتداد منطقة الدراسة.

الخاتمة Conclusion

سمحت لنا الدراسة التي أجريت في منطقة
برحال وضواحيها بتقديم عدّة تفاصيل ونتائج
جديدة حول البيئة الجيولوجية والخصائص
البترولوجرافية للأجسام الممعدنة وخامات
المغنتيت التي استغلت قديماً.

تتميز الصّخور المتحوّلة في منطقة برحال
بتشكيلات غنايسية تعلوها سلسلة من صخور
الميكاشيست بالديست (كيانيت) والستوروتيد
وطبقات من الرّخام. تظهر الأجسام المعدنية في
شكل طبقات عدسية إلى حد ما ويتم استضافتها
في سلسلة الصّخور الميكاشيستية-رخام حيث
تظهر على هذه الأجسام نفس التشوهات وتحمل
نفس النوع من الخطوط (N130- Lineation
140) مثل الصّخور المتحوّلة المحيطة بها.

تظهر تحاليل علامات التشوه (Berthé *et al.*,
1979 ; Nicolas, A., 1988) المتزامنة للتحوّل
(Mn+2) أن المعادن المغنتيت ، والكالسيت ،
والأولفين ، والبيروكسين ، والغرونا قد خضعت
لتأثيرات هذا التحوّل ، ويبدو أنها تسبق هذه
المرحلة.

يتجسد تأثير Mn + 2 من خلال تبلور
الأمفيبول بشكل أساسي ومعادن ثانوية أخرى.
وجود أشكال "S" و نسيج صفوفي عيني مع
عدم تناسق الأشكال المتكوّنة من هذه المعادن
المبكرة، والتي لوحظت في الأجسام المعدنية
بالإضافة إلى وجود مستويات قص صغيرة "C"
تشير إلى نوع من التشوه غير المحوري
(Hamor, D., 1992 ; Caby & Hamor, 1988)
مع وجود اتجاه نحو الشمال الغربي (N 130-140) يشهد على
نفس النوع من التشوه الذي لوحظ في الصّخور

مثال عن تكوينات حديدية طبقية الشكل. أ.د. البشير هني وآخرون

لها من بوحرة (Bou Hamra) شرقا إلى بومغيزة (Bou Maïza) غربا مرورا على بلييتا (Belelieta).

المراجع References

- Aïssa, D. E. (1985) - Etude géologique et métallogénique du massif de l'Edough. - Thèse Doctorat 3^o cycle. Alger.
- Aïssa D. E. (1996) - Les minéralisations du massif cristallophyllien de l'Edough, Annaba. Caractérisation géologique, géochimique, minéralogique, métallogénique et évolution des phases fluides mises en jeu. Thèse Doctorat ès Sciences, Alger. 420p.
- Aïssa, D. E. & Henni, B. (1997) - Presence of gold and its relation with the iron deposits of Edough massif. NE Algeria. (in arabic). 2nd Congress of ore deposits. Amman, Jordan. pp. 43-56.
- Berthé, D.; Choukroune, P.; Gapais, D. (1979) - Orientations préférentielles du quartz et orthogneissification progressive en régime cisailant: l'exemple du cisaillement sud armoricain. Bull. Minéral., v. 102, pp. 265-272.
- Bouillin, J. P. (1977) - Géologie alpine de la petite kabylie dans les régions de Collo et

تُظهر الدّراسة البتروغرافية والجيوكيميائية للأجسام الممعدنة بالمغنتيت $\pm$ هيماتيت، ثلاثة أنواع متميزة من السّحجات: خامّ كربوناتي (CO)، خامّ سيليكاتي (SO) وخامّ وسيطي (IO). تظهر بلورات المغنتيت والمعادن المبكرة، بعد تأثير التّشوهات المتزامنة مع التّحول، متطاولة وممتدة وفقاً لمستويات التّنضد الصّفوفي والشّيسية التي تظهر نفس نوع من التّشوه الذي مس الصّخور المتحوّلة المضيفة وتظهر أن الأجسام المعدنيّة وكذلك المعادن التي تتكون منها أنها قد تعرضت لنفس التّشوه أثناء التّحول (Mn+2).

تنوّع تأثيرات هذا التّشوه: التّفلطح، التّمدد، التّوأمة الميكانيكية، الأشكال "S" والعينية، عدم تناسق التّشققات ووجود مستويات قص صغيرة (C) تشير إلى وجود تحول حركي نحو شمال غرب؛ مما يدل أيضاً على أن المعادن المبكرة المكونة للأجسام الممعدنة مثل المغنتيت والكالسيت والهيدنبرجيت والفياليت والألماندين كانت موجودة مسبقاً بالنّسبة للتّحول (Mn + 2) واحتمال نشأتها خلال التّحول (Mn+1).

هذه المؤشّرات لها أهميّة كبيرة لأن التّدخل المباشر للتّحول الإقليمي في نشأة السّحجات المعدنيّة والأجسام المعدنيّة التي تحملها، يشير إلى امتداد إقليمي لهذه الأخيرة. الدّراسة التّكتونية الدّقيقة سوف تكون قادرة على اطلاقنا على توزيع سلسلة الميكاشيست - الرّخام - خامات المغنتيت في الجزء الشّمالي من كتلة إيدوغ علماً أن غالبيتها معروفة على مستوى الحزام الجنوبي

del'Edough (Est algérien). C. R. Acad. Sc., Paris. Série II., t. 306, pp. 163-168.

Hammor, D. (1992) - Du panafricain au miocène : 600 millions d'années d'évolution polycyclique dans le massif de l'Edough (Algérie NE) retracés par la pétrologie, la tectonique et la géochronologie (U/Pb, Rb/Sr, Sm/Nd, $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$). Thèse Doctorat Univ. Montpellier II.

Henni, B. (1992) - Quelques données pétrographiques et métallogéniques sur les corps minéralisés à Magnétite de Berrahal et ses environs. Massif de l'Edough. NE de l'Algérie. 8th Nat. Cong. of Earth Sces. Tlemcen, Algeria

Henni, B. (1994) - La minéralisation ferrifère de Berrahal et ses environs (massif de l'Edough, Algérie). Caractérisation et approche génétique. Thèse de Magister. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène (USTHB), Alger. 186 p.

Henni, B. (2006). Les formations ferrifères du massif de l'Edough (Annaba, NE algérien). Etude géologique, géochimique et approche thermodynamique. Thèse Doctorat d'Etat. Université des Sciences et de la Technologie Houari

d'El Milia. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Paris.

Brunel, M. ; Hammor, D. ; Misseri, M., Gleizes, G. ; Boulotton, J. (1988) - Cisaillements synmétamorphiques avec transport vers le NW dans le massif cristallin de l'Edough (wilaya d'Annaba, Algérie). Une faille normale ductile hercynienne? C. R. Acad. Sc., Paris. Série II., t. 306, pp. 1039-1045.

Caby, R. ; Hammor, D. (1992) - Le massif cristallin de l'Edough (Algérie). « Un metamorphic Core Complex » d'âge miocène dans les maghrébides. C. R. Acad. Sc., Paris. Série II., t. 314, pp. 829-835.

Durand Delga, M. (1980) - La méditerranée occidentale : étapes de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. Mém. h. Sér. Soc. Géol. De France, n° 10. pp. 203-224.

Dussert, M. (1912) - Etude sur les gisements métallifères de l'Algérie. Ann. Mines Paris. 191p. 6 pl.

Erem : Entreprise de recherche minière (1968, 71, 73) - Rapports internes inédits.

Gleizes, G. ; Boulotton, J. ; Bossière, G. Collomb, p. (1988) - Données lithologiques et pétrostructurales nouvelles sur le massif cristallophyllien

- Boumédiène (USTHB), Alger, 224 p.
- Henni, B.** (2018): Mineralogic data and geochemical characteristics of Berrahal Banded Iron Formations. (Edough massif. NE of Algeria). Proceedings of 1st Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG2018-Springer).
- Henni, B. & Aïssa, D.E** (1999) – Les gisements de magnétite du sud du massif de l'Edough (Annaba): Un type de minéralisations générées par un métamorphisme Mn+1 et affectées par un métamorphisme Mn+2. 4^{ème} Journées Scientifiques des Sciences de la Terre, USTHB, Alger.
- Henni B., Guy B., Aïssa D.E.** (2000): Les formations à l'origine des gisements de magnétite de Berrahal (Massif de l'Edough – NE Algérien). Contrôle lithologique et influence sur les faciès de minéral. 5^{èmes} Journées Scientifiques des Sciences de la Terre de la FSTGAT-USTHB Alger, 20-21 Juin 2000, p.44.
- Henni B., Guy B., Aïssa D. E., Garcia D.** (2002). Les anciens gisements et indices de magnétite de Berrahal et ses environs. Massif de l'Edough (NE algérien). Environnement géologique et données pétrographiques. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, vol. 13, pp. 33-48.
- Henni, B., Aïssa, D.** (2007). Géologie et géochimie des formations ferrifères de l'Edough (Annaba, NE algérien). Bull. Serv. Geol. Nat. 18 (3), 297–314.
- Henni, B. & Guy B** (2012): Stability of the association fayalite + calcite within metamorphosed banded iron formations: The case of the magnetite ores of Edough massif (N-E Algeria). C. R. Geoscience 344, pp.349–356.
- Henni B. & Guy B** (2014) : Présentation et discussion de quelques diagrammes de phases dans le système Ca-Fe-Si-C-O des formations ferrifères de la région de Berrahal – Oued El Aneb (massif de l'Edough, NE algérien). Afrique Science 10 (1). Pp. 161-170.
- Hilly, J.** (1962). - Etude géologique du massif de l'Edough et du cap de fer. Pub.Serv.Carte.Géol. Algérie, Bull.19.
- Latouche, L. ; Bossière, G., Conquéré, F.** (1978) - Le socle et les roches ultra basiques du massif de l'Edough. Comparaison avec une série charnokitique éburnéenne de l'Ahaggar central (Algérie). 6^{ème} RAST, Orsay, p. 234.

Leake, B. E. (1978)- Nomenclature of amphiboles. Bull. Minéral., 101, n°4, pp. 453-468.

Monié, P. ; Montigny, R. ; Maluski, H. (1992) - Age burdigalien de la tectonique ductile extensive dans le massif de l'Edough (Kabylies, Algérie). Données

radiométriques $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$. Bull. Soc. Géol. Fr., t. 163, n° 5, pp. 571-584.

Nicolas, A. (1988) - Principes de tectonique. Ed. Masson. (2nd). 224p.

Vila, J. M. (1970) – Le djebel Edough : un massif cristallophyllien externe du N.E de la berbérie. Bull. Soc. Géol. Fr. (7), XII, p. 805-812.