AKANIL · ATLAS MINING SARL

# ATLAS GREEN COPPER

## Document 03 — Metallurgical Test Work Plan

## الوثيقة 03 — خطة الاختبارات الميتالورجية

The metallurgical test program that turns verified ore data into a validated, staged processing case for oxidized copper — each test tied to a decision and a risk it retires.
برنامج الاختبارات الميتالورجية الذي يحوّل بيانات الخام المتحقّقة إلى حالة معالجة متحقّقة ومرحلية — كل اختبار مرتبط بقرار وبخطر يُزيله.

| | |
|---|---|
| Project / المشروع | ATLAS Green Copper — Beni Mellal, Morocco |
| Company / الشركة | Atlas Mining SARL · structured by Mohamed Nabil / Akanil |
| Version | 1.0 · June 2026 |
| Language | Bilingual — English / العربية |
| Classification | Confidential — approved stakeholders only |

*This is a test work plan, not a metallurgical result. It defines tests to be performed; it reports no recovery, grade or reagent figure. All success thresholds are to be set before testing and confirmed by an accredited laboratory. Inputs are Tier 3 (verified) ore data per Document 02.*

ENGLISH VERSION

## 1. Test objectives

This plan defines the metallurgical test program required to confirm that oxidized copper ore can be recovered through a controlled, modular, low-impact route to a cement copper product. Every test is tied to a specific decision it informs and a specific risk it retires; nothing is tested for its own sake.

- Characterise the ore mineralogically and chemically (what it is).
- Establish leach amenability and reagent behaviour (whether it leaches economically).
- Confirm recovery and solution behaviour at bench and mini-vat scale (how well it leaches).
- Validate the cement copper product and its impurity profile (what it produces).
- Confirm residue and water can be managed responsibly (whether it is environmentally controllable).

> **Reading the test cards**
> Each test below is presented as a card with five fields — Purpose, Input material, Output data, Decision supported, Risk reduced. Inputs are Tier 3 verified samples (Document 02). Success thresholds are defined in Section 6 and must be agreed before any test begins.

## 2. Program sequence

Tests run in a gated sequence. Each stage must pass before the next is funded — characterisation before amenability, amenability before recovery, recovery before product, and product alongside environmental control.

| Stage | Tests | Gate |
|---|---|---|
| A — Characterisation | Mineralogy; multi-element assays; size-by-size distribution | MG-1 |
| B — Leach amenability | Acid consumption; bottle roll | MG-2 |
| C — Recovery | Mini-vat; column (if applicable); PLS analysis | MG-3 |
| D — Product & environment | Cementation; cement copper quality; impurity; water chemistry; residue neutralization | MG-4 |

## 3. Characterisation tests

### 3.1 Mineralogy — XRD / petrography / microscopy

| | |
|---|---|
| Purpose | Identify copper-bearing mineral species, the oxide-to-sulfide ratio, and acid-consuming gangue minerals. |

| | |
|---|---|
| Input material | Representative Tier 3 sub-samples. |
| Output data | Mineral assemblage, copper speciation, oxide:sulfide ratio, gangue mineralogy. |
| Decision supported | Confirms the leach approach is appropriate; flags any sulfide handling need. |
| Risk reduced | Selecting the wrong processing route; unexpected acid consumption. |

### 3.2 Multi-element assays

| | |
|---|---|
| Purpose | Quantify copper (total and acid-soluble) and associated, pathfinder and deleterious elements. |
| Input material | Pulverised representative sub-samples. |
| Output data | Confirmed element grades, including the acid-soluble copper fraction. |
| Decision supported | Establishes the leachable-copper basis and product/environmental flags. |
| Risk reduced | Over- or under-stating recoverable copper. |

### 3.3 Size-by-size copper distribution

| | |
|---|---|
| Purpose | Determine how copper is distributed across particle-size fractions. |
| Input material | Crushed sample sieved into size fractions; each fraction assayed. |
| Output data | Copper grade by size fraction; behaviour of fines. |
| Decision supported | Target crush size, sorting potential, handling of fines. |
| Risk reduced | Poor liberation/recovery; excessive fines and acid use. |

## 4. Leach amenability & recovery tests

### 4.1 Acid consumption test

| | |
|---|---|
| Purpose | Measure the acid (reagent) consumption of the ore and gangue. |
| Input material | Representative sample with controlled acid addition. |
| Output data | Acid consumption per unit mass; neutralising behaviour. |
| Decision supported | Reagent-cost basis and leach feasibility. |
| Risk reduced | Uneconomic acid consumption discovered too late. |

### 4.2 Bottle roll test

| | |
|---|---|
| Purpose | Rapid screen of leach amenability and kinetics. |
| Input material | Ground sample agitated with leach solution. |
| Output data | Copper extraction versus time; indicative recovery. |
| Decision supported | Whether to advance to vat / column testing. |
| Risk reduced | Investing in scale-up on poorly leachable ore. |

### 4.3 Mini-vat leaching test

| | |
|---|---|
| Purpose | Simulate the modular vat-leaching route at bench scale. |
| Input material | Sized sample in a mini-vat with controlled solution. |
| Output data | Recovery, PLS strength, solution-management behaviour. |
| Decision supported | Vat configuration and operating parameters. |
| Risk reduced | Scale-up uncertainty in the selected route. |

### 4.4 Column leaching test (if applicable)

| | |
|---|---|
| Purpose | Assess percolation / heap behaviour for coarser feed, only if relevant. |
| Input material | Coarse sample in a column under controlled irrigation. |
| Output data | Percolation and recovery versus time at coarse size. |
| Decision supported | Whether percolation leaching is a viable alternative. |
| Risk reduced | Misjudging coarse-feed amenability. |

### 4.5 PLS analysis

| | |
|---|---|
| Purpose | Characterise the pregnant leach solution chemistry. |
| Input material | PLS produced by the leach tests. |
| Output data | Copper tenor, impurities, pH and redox. |
| Decision supported | Cementation design and solution handling. |
| Risk reduced | Downstream recovery or quality surprises. |

## 5. Recovery & product tests

### 5.1 Cementation test

| | |
|---|---|
| Purpose | Validate recovery of copper from PLS by iron cementation. |
| Input material | PLS plus iron media. |
| Output data | Cementation efficiency, iron consumption, kinetics. |
| Decision supported | Cementation viability and design. |
| Risk reduced | Poor recovery of copper from solution. |

### 5.2 Cement copper quality test

| | |
|---|---|
| Purpose | Assess the saleability and refinability of the cement copper. |
| Input material | Cement copper from the cementation test. |
| Output data | Copper grade, moisture, physical form. |
| Decision supported | Market / refiner acceptance and product specification. |
| Risk reduced | An unsaleable product. |

### 5.3 Impurity profile

| | |
|---|---|
| Purpose | Quantify impurities in the cement copper product. |
| Input material | Cement copper sample. |
| Output data | Assay of deleterious elements and impurities. |
| Decision supported | Acceptance, penalties, or need for further treatment. |
| Risk reduced | Product rejection or price penalties. |

## 6. Environmental & solution tests

### 6.1 Water chemistry

| | |
|---|---|
| Purpose | Characterise source, process and recycle water. |
| Input material | Water samples (source, process, recycle streams). |
| Output data | Water chemistry, suitability, recycle limits. |
| Decision supported | Water-recycling strategy and make-up requirements. |
| Risk reduced | Solution-chemistry or environmental problems. |

### 6.2 Residue neutralization test

| | |
|---|---|
| Purpose | Confirm leach residues can be neutralised and stabilised. |
| Input material | Leach residue. |
| Output data | Neutralising-reagent demand; stable pH; residual leachability. |
| Decision supported | Residue management and containment design. |
| Risk reduced | Environmental or containment failure. |

## 7. Success criteria

Each test carries a pass criterion agreed in writing before the work begins, so results are judged against a pre-set standard rather than rationalised afterwards. Criteria are confirmed by the accredited laboratory and recorded with the data.

| Test area | Pass criterion (threshold set pre-test) |
|---|---|
| Mineralogy | Oxide-dominant copper confirmed; sulfide within manageable bounds |
| Acid consumption | Reagent consumption within the pre-agreed economic range |
| Leach recovery | Copper extraction at or above the pre-agreed minimum |
| PLS quality | Copper tenor and impurities suitable for cementation |
| Cementation | Cementation efficiency at or above the pre-agreed minimum |
| Cement copper | Grade and impurity within a saleable / refinable specification |
| Residue / water | Residue neutralised to stable pH; water within control limits |

*No threshold values are stated here; they are defined with the laboratory and the independent reviewer before testing.*

## 8. Go / No-Go technical decision gates

| Gate | Pass condition | Decision |
|---|---|---|
| MG-1 | Characterisation confirms oxide amenability and meaningful acid-soluble copper | Proceed to leach amenability tests |
| MG-2 | Acid consumption economic and bottle-roll recovery above threshold | Proceed to mini-vat / column tests |
| MG-3 | Mini-vat / column recovery and PLS quality confirmed | Proceed to cementation & product tests |
| MG-4 | Cement copper grade/impurity acceptable; residue & water controllable | Metallurgical Go — feeds pilot gate PG-4 (Doc 01) |

## Assumptions

- All test inputs are Tier 3 verified samples under chain of custody (Document 02).
- No recovery, grade, reagent or production figure is asserted in this plan.
- Column leaching is included only if coarse-feed percolation proves relevant.
- All thresholds and methods are confirmed with an accredited laboratory before testing.

## Risk controls

| Risk | Control |
|---|---|
| Testing unrepresentative material | Tier 3 inputs only; chain of custody; QA/QC |
| Moving figures to fit a result | Pass criteria fixed in writing before testing |
| Wrong route scaled up | Gated sequence; no stage funded before the prior gate passes |
| Environmental issues found late | Water and residue tests run within the product stage, not after |
| Unverified claims | Accredited-lab confirmation; independent review at MG-3/MG-4 |

## Closing note

This plan converts verified ore data into a defensible processing decision. Its outputs feed the Processing Technology Options Study (Document 04), the Environmental & Water Management Concept (Document 05) and the digital ESG data room (Document 06). The metallurgical Go at MG-4 is the technical condition for the pilot.

> Ready to proceed to Document 04?

Document 04 — Processing Technology Options Study — compares the processing routes and recommends a staged technology pathway built on these test results.

النسخة العربية

## ١. أهداف الاختبار

تحدّد هذه الخطة برنامج الاختبارات الميتالورجية اللازم لتأكيد إمكانية استرداد خام النحاس المؤكسد عبر مسار محكوم ومعياري منخفض الأثر إلى منتج Cement Copper. وكل اختبار مرتبط بقرار يدعمه وخطر يُزيله؛ ولا يُجرى أي اختبار لذاته.

- توصيف الخام معدنياً وكيميائياً (ما هو الخام).
- تحديد قابلية الترشيح وسلوك الكواشف (هل يُرشّح اقتصادياً).
- تأكيد الاسترداد وسلوك المحلول على نطاق مخبري وحوض مصغّر (كم جودة الترشيح).
- التحقق من منتج Cement Copper وملف الشوائب (ما الذي يُنتج).
- تأكيد إمكانية إدارة المخلفات والمياه بمسؤولية (هل يمكن التحكّم بيئياً).

**قراءة بطاقات الاختبار**

يُعرض كل اختبار أدناه كبطاقة بخمسة حقول — الغرض، مادة الإدخال، البيانات الناتجة، القرار المدعوم، الخطر المُخفّض. والمدخلات عينات متحقّقة (T3) (الوثيقة 02). وتُعرّف معايير النجاح في القسم 6 وتُتفق عليها قبل بدء أي اختبار.

## ٢. تسلسل البرنامج

تُجرى الاختبارات وفق تسلسل محكوم ببوابات. يجب اجتياز كل مرحلة قبل تمويل التالية — التوصيف قبل القابلية، والقابلية قبل الاسترداد، والاسترداد قبل المنتج، والمنتج بالتوازي مع التحكم البيئي.

| المرحلة | الاختبارات | البوابة |
|---|---|---|
| A — التوصيف | الدراسة المعدنية؛ تحاليل متعددة العناصر؛ التوزيع حسب المقاس | MG-1 |
| B — قابلية الترشيح | استهلاك الحمض؛ Bottle Roll | MG-2 |
| C — الاسترداد | Mini-Vat؛ Column (عند اللزوم)؛ تحليل PLS | MG-3 |
| D — المنتج والبيئة | الترسيب؛ جودة Cement Copper؛ الشوائب؛ كيمياء المياه؛ تعادل المخلفات | MG-4 |

## ٣. اختبارات التوصيف

### ٣.١ الدراسة المعدنية — XRD / بتروغرافيا / مجهر

| | |
|---|---|
| الغرض | تحديد أنواع معادن النحاس ونسبة الأكسيد إلى الكبريتيد ومعادن الشوائب المستهلكة للحمض. |
| مادة الإدخال | عينات فرعية ممثّلة من المستوى T3. |
| البيانات الناتجة | التجمع المعدني، أنواع النحاس، نسبة الأكسيد:الكبريتيد، معادن الشوائب. |
| القرار المدعوم | تأكيد ملاءمة أسلوب الترشيح؛ ورصد أي حاجة لمعالجة الكبريتيد. |

| | |
|---|---|
| الخطر المُخفّض | اختيار مسار معالجة خاطئ؛ استهلاك حمض غير متوقع. |

### ٣.٢ التحاليل متعددة العناصر

| | |
|---|---|
| الغرض | قياس النحاس (الكلي والقابل للذوبان) والعناصر المرافقة والدالة والضارة. |
| مادة الإدخال | عينات فرعية ممثّلة مطحونة. |
| البيانات الناتجة | عيارات عناصر مؤكدة، بما فيها جزء النحاس القابل للذوبان. |
| القرار المدعوم | تحديد أساس النحاس القابل للترشيح ومؤشرات المنتج/البيئة. |
| الخطر المُخفّض | المبالغة أو التقليل في النحاس القابل للاسترداد. |

### ٣.٣ توزيع النحاس حسب المقاس

| | |
|---|---|
| الغرض | تحديد كيفية توزّع النحاس عبر أجزاء المقاس. |
| مادة الإدخال | عينة مجروشة مغربلة إلى أجزاء مقاس، تُحلّل كل فئة. |
| البيانات الناتجة | عيار النحاس حسب الفئة؛ سلوك الناعم. |
| القرار المدعوم | مقاس الجرش المستهدف، إمكانية الفرز، معالجة الناعم. |
| الخطر المُخفّض | ضعف التحرر/الاسترداد؛ ناعم زائد واستهلاك حمض مرتفع. |

## ٤. اختبارات القابلية والاسترداد

### ٤.١ اختبار استهلاك الحمض

| | |
|---|---|
| الغرض | قياس استهلاك الحمض (الكواشف) للخام والشوائب. |
| مادة الإدخال | عينة ممثّلة مع إضافة حمض محكومة. |
| البيانات الناتجة | استهلاك الحمض لكل وحدة كتلة؛ سلوك التعادل. |
| القرار المدعوم | أساس تكلفة الكواشف وجدوى الترشيح. |
| الخطر المُخفّض | اكتشاف استهلاك حمض غير اقتصادي متأخراً. |

### ٤.٢ اختبار Bottle Roll

| | |
|---|---|
| الغرض | فحص سريع لقابلية الترشيح والحركية. |
| مادة الإدخال | عينة مطحونة تُحرّك مع محلول الترشيح. |
| البيانات الناتجة | استخلاص النحاس مقابل الزمن؛ استرداد إرشادي. |
| القرار المدعوم | هل ننتقل إلى اختبارات الحوض/العمود. |
| الخطر المُخفّض | الاستثمار في التوسع على خام ضعيف الترشيح. |

### ٤.٣ اختبار الترشيح Mini-Vat

| | |
|---|---|
| الغرض | محاكاة مسار الترشيح المعياري على نطاق مخبري. |
| مادة الإدخال | عينة بمقاس محدد في حوض مصغّر بمحلول محكوم. |
| البيانات الناتجة | الاسترداد، قوة الـ PLS، سلوك إدارة المحلول. |
| القرار المدعوم | تكوين الحوض وبارامترات التشغيل. |

| | |
|---|---|
| الخطر المُخفّض | عدم يقين التوسع في المسار المختار. |

### ٤.٤ اختبار الترشيح Column (عند اللزوم)

| | |
|---|---|
| الغرض | تقييم سلوك الرشح/الكومة للتغذية الخشنة، فقط عند الصلة. |
| مادة الإدخال | عينة خشنة في عمود تحت ري محكوم. |
| البيانات الناتجة | الرشح والاسترداد مقابل الزمن بمقاس خشن. |
| القرار المدعوم | هل الترشيح بالرشح بديل قابل للتطبيق. |
| الخطر المُخفّض | سوء تقدير قابلية التغذية الخشنة. |

### ٤.٥ تحليل المحلول المُحمّل (PLS)

| | |
|---|---|
| الغرض | توصيف كيمياء المحلول المُحمّل. |
| مادة الإدخال | محلول PLS الناتج من اختبارات الترشيح. |
| البيانات الناتجة | تركيز النحاس، الشوائب، pH، الأكسدة-الاختزال. |
| القرار المدعوم | تصميم الترسيب وإدارة المحلول. |
| الخطر المُخفّض | مفاجآت في الاسترداد أو الجودة لاحقاً. |

## ٥. اختبارات الاسترداد والمنتج

### ٥.١ اختبار الترسيب (Cementation)

| | |
|---|---|
| الغرض | التحقق من استرداد النحاس من PLS بالترسيب بالحديد. |
| مادة الإدخال | محلول PLS مع وسائط حديد. |
| البيانات الناتجة | كفاءة الترسيب، استهلاك الحديد، الحركية. |
| القرار المدعوم | جدوى الترسيب وتصميمه. |
| الخطر المُخفّض | ضعف استرداد النحاس من المحلول. |

### ٥.٢ اختبار جودة Cement Copper

| | |
|---|---|
| الغرض | تقييم قابلية البيع والتكرير لـ Cement Copper. |
| مادة الإدخال | Cement Copper من اختبار الترسيب. |
| البيانات الناتجة | عيار النحاس، الرطوبة، الشكل الفيزيائي. |
| القرار المدعوم | قبول السوق/المصهر ومواصفة المنتج. |
| الخطر المُخفّض | منتج غير قابل للبيع. |

### ٥.٣ ملف الشوائب

| | |
|---|---|
| الغرض | قياس الشوائب في منتج Cement Copper. |
| مادة الإدخال | عينة Cement Copper. |
| البيانات الناتجة | تحليل العناصر الضارة والشوائب. |
| القرار المدعوم | القبول، الغرامات، أو الحاجة لمعالجة إضافية. |

| | |
|---|---|
| الخطر المُخفّض | رفض المنتج أو غرامات سعرية. |

## ٦. اختبارات بيئية ومحلولية

### ٦.١ كيمياء المياه

| | |
|---|---|
| الغرض | توصيف مياه المصدر والمعالجة وإعادة التدوير. |
| مادة الإدخال | عينات مياه (مصدر، معالجة، إعادة تدوير). |
| البيانات الناتجة | كيمياء المياه، الملاءمة، حدود التدوير. |
| القرار المدعوم | استراتيجية إعادة التدوير واحتياجات التعويض. |
| الخطر المُخفّض | مشاكل كيمياء المحلول أو بيئية. |

### ٦.٢ اختبار تعادل المخلفات

| | |
|---|---|
| الغرض | تأكيد إمكانية تعادل وتثبيت مخلفات الترشيح. |
| مادة الإدخال | مخلفات الترشيح. |
| البيانات الناتجة | طلب كاشف التعادل؛ pH مستقر؛ قابلية ذوبان متبقية. |
| القرار المدعوم | إدارة المخلفات وتصميم الاحتواء. |
| الخطر المُخفّض | فشل بيئي أو في الاحتواء. |

## ٧. معايير النجاح

يحمل كل اختبار معيار اجتياز يُتفق عليه كتابة قبل بدء العمل، لتُحكَم النتائج بمعيار مُسبَق لا أن تُبرّر لاحقاً. وتُؤكّد المعايير من المختبر المعتمد وتُسجّل مع البيانات.

| مجال الاختبار | معيار الاجتياز (يُحدد قبل الاختبار) |
|---|---|
| الدراسة المعدنية | تأكيد سيادة النحاس المؤكسد؛ الكبريتيد ضمن حدود قابلة للإدارة |
| استهلاك الحمض | ضمن النطاق الاقتصادي المتفق عليه |
| استرداد الترشيح | استخلاص نحاس عند أو فوق الحد الأدنى المتفق |
| جودة PLS | تركيز وشوائب ملائمة للترسيب |
| الترسيب | كفاءة عند أو فوق الحد الأدنى المتفق |
| Cement Copper | عيار وشوائب ضمن مواصفة قابلة للبيع/التكرير |
| المخلفات / المياه | تعادل إلى pH مستقر؛ مياه ضمن حدود التحكم |

*لا تُذكر قيم عتبات هنا؛ تُحدّد مع المختبر والمراجِع المستقل قبل الاختبار.*

## ٨. بوابات القرار التقني Go / No-Go

| البوابة | شرط الاجتياز | القرار |
|---|---|---|
| MG-1 | التوصيف يؤكد قابلية الأكسيد ونحاساً قابلاً للذوبان ذا معنى | الانتقال إلى اختبارات القابلية |
| MG-2 | استهلاك حمض اقتصادي واسترداد Bottle Roll فوق العتبة | الانتقال إلى Mini-Vat / Column |

| البوابة | شرط الاجتياز | القرار |
|---|---|---|
| MG-3 | تأكيد استرداد Mini-Vat/Column وجودة PLS | الانتقال إلى الترسيب والمنتج |
| MG-4 | عيار/شوائب Cement Copper مقبولة؛ المخلفات والمياه قابلة للتحكم | Go ميتالورجي — يُغذّي بوابة الـ Pilot PG-4 |

## الافتراضات

- جميع مدخلات الاختبار عينات متحقّقة T3 تحت سلسلة عهدة (الوثيقة 02).
- لا يُؤكّد أي رقم استرداد أو عيار أو كاشف أو إنتاج في هذه الخطة.
- يُدرَج الترشيح العمودي فقط إذا ثبتت صلة التغذية الخشنة.
- تُؤكد جميع العتبات والطرق مع مختبر معتمد قبل الاختبار.

## ضوابط المخاطر

| الخطر | الضابط |
|---|---|
| اختبار مادة غير ممثّلة | مدخلات T3 فقط؛ سلسلة عهدة؛ QA/QC |
| تحريك الأرقام لتناسب النتيجة | تثبيت معايير الاجتياز كتابة قبل الاختبار |
| توسيع مسار خاطئ | تسلسل محكوم؛ لا تمويل قبل اجتياز البوابة السابقة |
| اكتشاف مشاكل بيئية متأخراً | اختبارات المياه والمخلفات ضمن مرحلة المنتج لا بعدها |
| ادعاءات غير متحقّقة | تأكيد مختبر معتمد؛ مراجعة مستقلة عند MG-3/MG-4 |

## ملاحظة ختامية

تحوّل هذه الخطة بيانات الخام المتحقّقة إلى قرار معالجة قابل للدفاع. وتُغذّي مخرجاتها دراسة خيارات المعالجة (04) ومفهوم البيئة والمياه (05) وغرفة بيانات الـ ESG (06). ويُعد قرار Go الميتالورجي عند MG-4 الشرط التقني للـ Pilot.

**هل أنت مستعدّ للانتقال إلى الوثيقة 04؟**
الوثيقة 04 — دراسة خيارات تقنيات المعالجة — تقارن مسارات المعالجة وتوصي بمسار تقني مرحلي مبني على هذه النتائج.

VERSION FRANÇAISE

## 1. Objectifs des essais

Ce plan définit le programme d'essais métallurgiques requis pour confirmer que le minerai de cuivre oxydé peut être récupéré par une voie contrôlée, modulaire et à faible impact vers un produit de ciment de cuivre. Chaque essai est lié à une décision

spécifique qu'il éclaire et à un risque spécifique qu'il élimine ; rien n'est testé sans but précis.

- Caractériser le minerai sur les plans minéralogique et chimique (ce qu'il est).
- Établir l'aptitude à la lixiviation et le comportement des réactifs (s'il se lixivie de manière économique).
- Confirmer la récupération et le comportement de la solution à l'échelle du laboratoire et de la mini-cuve (comment il se lixivie).
- Valider le produit de ciment de cuivre et son profil d'impuretés (ce qu'il produit).
- Confirmer que les résidus et l'eau peuvent être gérés de manière responsable (s'il est contrôlable sur le plan environnemental).

## 2. Séquence du programme

Les essais se déroulent selon une séquence jalonnée. Chaque étape doit être validée avant le financement de la suivante : caractérisation avant lixiviabilité, lixiviabilité avant récupération, récupération avant produit, et produit parallèlement au contrôle environnemental.

## 3. Essais de caractérisation

### 3.1 Minéralogie — DRX / pétrographie / microscopie

Identifier les espèces minérales cuprifères, le rapport oxyde/sulfure et les minéraux de gangue consommateurs d'acide.

### 3.2 Analyses multi-élémentaires

Quantifier le cuivre (total et acido-soluble) ainsi que les éléments associés, indicateurs et délétères.

### 3.3 Distribution du cuivre par tranche granulométrique

Déterminer comment le cuivre est réparti entre les différentes fractions de taille de particules.

## 4. Essais de lixiviabilité et de récupération

### 4.1 Essai de consommation d'acide

Mesurer la consommation d'acide (réactif) du minerai et de la gangue.

### 4.2 Essai de lixiviation en flacon tournant (Bottle roll)

Évaluation rapide de l'aptitude à la lixiviation et de la cinétique.

### 4.3 Essai de lixiviation en mini-cuve

Simuler la voie de lixiviation en cuve modulaire à l'échelle du laboratoire.

## 5. Essais de récupération et de produit

### 5.1 Essai de cimentation

Valider la récupération du cuivre de la solution mère (PLS) par cimentation au fer.

### 5.2 Essai de qualité du ciment de cuivre

Évaluer la qualité marchande et l'aptitude au raffinage du ciment de cuivre.

## 6. Essais environnementaux et de solutions

### 6.1 Chimie de l'eau

Caractériser l'eau de source, de procédé et de recyclage.

### 6.2 Essai de neutralisation des résidus

Confirmer que les résidus de lixiviation peuvent être neutralisés et stabilisés.

## 7. Critères de réussite

Chaque essai comporte un critère de réussite convenu par écrit avant le début des travaux, afin que les résultats soient jugés par rapport à une norme préétablie plutôt que rationalisés après coup.

## 8. Portes de décision technique (Go / No-Go)

## Hypothèses

- Tous les intrants des essais sont des échantillons vérifiés de niveau 3 sous chaîne de possession (Document 02).
- Aucun chiffre de récupération, de teneur, de réactif ou de production n'est affirmé dans ce plan.

## Contrôles des risques

Séquence jalonnée ; aucune étape n'est financée avant la validation du jalon précédent. Critères de réussite fixés par écrit avant les essais.

## Note de conclusion

Ce plan transforme les données vérifiées sur le minerai en une décision de traitement défendable. Ses résultats alimentent l'étude des options technologiques de traitement (Document 04). La décision positive (Go) au jalon MG-4 est la condition technique pour le pilote.