


C.M.T

**ETUDE PRELIMINAIRE DU
TRAITEMENT DU MINERAI
AURIFERE DE TIGHZA**



SOMMAIRE

- ◆ Introduction
 - ◆ Etude minéralogique
 - ◆ Valorisation du minerai
 - Gravimétrie
 - Flottation
 - Cyanuration
 - ◆ Conclusion
- 

Introduction

Suite aux travaux de reconnaissance effectués par la mine sur les indices aurifères, Une première étude d'orientation en valorisation de ce minerai a été effectuée par:

- BRGM
- REMINEX
- CMT

Etude minéralogique

L'analyse quantitative a montré que le minerai est constitué principalement des phases suivantes :

- ◆ Mispickel+lollingite
- ◆ Pyrotite, chalcopyrite,pyrite
- ◆ Quartz
- ◆ Biotite
- ◆ Clinocllore


Détermination semi quantitative des minéraux constituant le minerai

phase	quartz	lollingite	micas	pyrite	clinocllore	wolfram
%	62	10.8	7	4.37	3	1.9

Or natif: peu fréquent; il a été observé libre (70 μm)
et inclus (7-22 μm) dans le mispickel

Facteurs minéralogiques

- ◆ Présentation de l'or : forme et dimension
- ◆ Minéralogie des autres composés: Cu, Zn, As, C...
- ◆ Nature de la gangue: matières carbonées, argiles....
- ◆ Relations or – minéraux porteurs: or libre, inclus mais libérable, inclus mais non libérable

- ◆ Introduction
 - ◆ Etude minéralogique
 - ◆ Valorisation du minerai
 - Gravimétrie
 - Flottation
 - Cyanuration
 - ◆ Conclusion
- 

gravimétrie

- Concassage et broyage
- Séparation gravimétrique (Table, Falcan et Knelson)
- Cyanuration directe du concentré de la gravimétrie
- Cyanuration des rejets de la gravimétrie

Essais de concentration par table à secousse

Conditions opératoires

essai	d80	Cs(%)	fréquence	Débit(kg/h)
1	500	30	220	10
2	400	30	220	10
3	200	30	220	10
4	150	30	220	10

Résultats

essai	Au (ppm)	Rp(%)	CC Au (ppm)	Rdts métal(%)	stériles
1	8	12.35	8.2	12.67	7.97
2	9.24	8.25	9.64	8.61	9.2
3	8.63	6.36	14.14	10.42	8.25
4	9.35	7.42	18.25	14.47	8.64

La séparation par table à secousse est absente, les teneurs des stériles sont pratiquement égales aux teneurs du tout-venant

Essais de concentration par falcon

Conditions paramètre opératoires

essai	d80	Pression (psi)	Cs(%)	fréquence	Débit (kg/h)
1	400	5	40	60	20
2	200	5	40	60	20
3	100	5	40	60	20
4	60	5	40	60	20

Résultats

essai	Au (ppm)	Rp(%)	CC Au (ppm)	Rm(%)	stériles
1	13.8	10.21	43.95	32.51	10.37
2	12.78	8.51	57.34	38.2	8.63
3	13.62	9.4	71.10	49.05	7.66
4	23.17	11.88	86.19	43.99	14.19

La gravimétrie utilisant le Falcon permis de récupérer seulement **49%** d'or . Ce rendement reste très faible

Effet de la fréquence

essai	d80	Pression (psi)	Cs(%)	Débit (kg/h)	fréquence
1	60	5	40	20	60
2	60	5	40	20	50

Résultats

essai	Au (ppm)	Rp(%)	CC Au (ppm)	Rm(%)	Stériles
1	23.27	11.88	86.19	43.99	14.79
2	16.14	12.59	81.63	63.69	6.70

La fréquence peut être un moyen d'amélioration
du rendement métal

Effet de recyclage

essai	Au (ppm)	Rp(%)	CC Au (ppm)	Rm(%)	Stériles
2	16.14	18.84	65.05	75.95	14.79

Après le recyclage des rejets en tête de l'appareil le rendement métal passe de **49 %** à **76 %**
A noter que les **77%** de l'or résiduaire dans les rejets se situent dans les tranches fines inférieures à 53µm

Essais de concentration par knelson

Conditions paramètres opératoires

cycle	d80	Pression (psi)	Cs(%)	Débit (kg/h)
1	700	5	40	20
2	400	5	40	20
3	200	5	40	20
4	100	5	40	20
5	60	5	40	20

Résultats

essai	Au (ppm)	Rp(%)	CC Au (ppm)	Rm (%)	stériles
1	22.69	4.51	90.92	18.06	19.47
2	15.34	5.03	84.48	27.68	11.68
3	14.9	4.9	79.48	23.26	11.55
4	16.56	4.71	130.55	37.12	10.93
5	13.4	4.31	117.05	37.64	8.73

La récupération sur le concentrateur knelson
est limité à **37.64%**

Cyanuration du concentré et du rejet de la gravimétrie (Falcan)

[CN ⁻] (g/t)	D80 (μm)	TV recon (ppm)	Stérile (ppm)	Rendement (%)	NaCN (kg/t CC)
1	75	49.4	6.26	87.4	5.8

Le concentré produit par le falcan se cyanure avec un rendement de plus de **87.4%** et génère un rejet final de **6.26g/t** d'or.

La consommation en cyanure de sodium est de 140g/g d'or mis en solution

A noter que la teneur des rejets est encore très élevée.

Ces stériles seront retraités avec les rejets du falcan

Cyanuration des rejets falcan


[CN] (g/t)	D80 (μm)	TV recons Au(ppm)	Stérile AU(ppm)	Rm (%)	Cons NaCN kg/t rejet
1	75	11.4	3.85	66.6	4.4

Le rendement en métal de la cyanuration des rejets falcan est de **66.6%**


Les stériles produit par la cyanuration sont encore riches en Ag(**3.85g/t**)

Synthèse des résultats de la séparation par Falcan

Opération		Rendement (%)
1	Concentration du TV par le falcan	63.7
2	Cyanuration du concentré du falcan	87.7
3	Cyanuration du rejet du falcan	66.6
Rendement global (%)		76.8

- ◆ Introduction
 - ◆ Etude minéralogique
 - ◆ Valorisation du minerai
 - Gravimétrie
 - **Flottation**
 - Cyanuration
 - ◆ Conclusion
- 
- A stylized silhouette of a mountain range in shades of teal, located in the bottom right corner of the slide.

flottation

- Concassage et broyage
 - Concentration de l'or du tout-venant par flottation
 - Cyanuration du concentré flottation
 - Cyanuration du rejet de la flottation
- 

Effet du broyage sur le rendement de la flottation

Conditions opératoires

Essai	1	2	3
C_s (%)	30	30	30
D80(μm)	45	75	120
A3418(g/t)	50	50	50
AXK(g/t)	100	100	100
MIBC(g/t)	30	30	30

conclusion

D80	Rp (%)	Stériles	Rm (%)
120	14.12	3.4	82.59
75	15.84	2.92	87.49
45	18.56	1.68	92.57

La teneur en or des rejets de flottation est respectivement de 3.4, 2.92 et 1.68g/t pour le minerai broyé à D80= 120; D80=75 et D80=45µm

Suite à cette série d'essais, nous constatons que le broyage améliore la récupération

En effet la récupération de l'or augmente de 82.60 à 92.58% quand la maille passe de 120 à 45 µm

Cyanuration des concentrés et des rejets de la flottation

Conditions opératoires

Cc (%)	33
pH	11
Temps de séjour	48
Concentration [CN ⁻] (g/l)	1

Résultats

◆ Cyanuration du concentré flottation

[CN ⁻] (g/l)	D80 (μm)	TV reconst	stérile	Rm (%)	NaCN (kg/t)
1	75	50.23	2.38	95.3	7.19

Le rendement de cyanuration du concentré de flottation atteint **95.3%** avec une consommation en cyanure de **7.19** kg/t du concentré

Résultats

◆ Cyanuration des rejets flottation

[CN ⁻] (g/l)	D80 (μm)	TV reconst	stérile	Rm (%)	NaCN (kg/t)
1	75	4.07	1.23	69.9	1.96

Le rendement de cyanuration du rejet de flottation atteint **69.9%** Avec une consommation en cyanure de **1.96** kg/t du concentré

Synthèse de la séparation par flottation

Opération		Rendement(%)
1	Flottation du TV	91.26
2	Cyanuration du Cc flottation	95.3
Rendement global(%)		86.97

Ce mode de traitement du minerai de Tighza assure une récupération de **87** %; ce scénario exige un investissement relativement faible dans les unités de cyanuration des concentrés de la flottation

D'autres essais de flottation ont été réalisés au centre de Tighza avec une granulométrie de $D_{80} = 63\mu\text{m}$
Les réactifs utilisés pour ces essais sont :
AXK, CuSO_4 et MIBC

Essais	Ebauchage	Epuisement	Rejets	Rp (%)	Rm(%)	TV reconstit
1	64.05	10.44	0.76	4.36	72.72	3.83
2	172	8.04	1.22	4.98	86.27	9.94
3	213	6.16	1.39	3.6	84.7	9.1
4	181.5		1.02	4.77	89.96	9.68
5	177		0.66	5.36	93.8	10.12
6	169		1.12	4.87	88.57	9.29
7	186	17.1	1.16	3.76	88.00	9.29
8	166		1.01	6.06	91.43	11.04

La teneur des rejets varient entre **0.66** et **1.39** ppm et la récupération de l'or par flottation varie de **72.72** à **93.8%**

Essais de grillage du concentré flottation suivi de cyanuration

Conditions opératoires:


- ✓ Température de grillage : 450 °c pendant 30 min
- ✓ Cs(%): 40
- ✓ Concentration cyanure 5kg/t
- ✓ Ajout de la chaux pour alcaliniser le milieu à 11

Résultats


Séjour(heures)	24
CN libre	823
Au en solution(mg/l)	33.2
pH	11
Rm(%)	98

Après une journée de cyanuration, le pourcentage de récupération de l'or atteint déjà **98 %**.

En deux jours la quasi-totalité de l'or passe en solution

- ◆ Etude minéralogique
 - ◆ Valorisation du minerai
 - Gravimétrie
 - Flottation
 - **Cyanuration**
 - ◆ Conclusion
- 

Cyanuration directe

- Concassage et broyage
 - Cyanuration directe des minerais
 - Cyanuration en présence du charbon actif dans l'agitation(CIL : charbon in leach)
- 

Conditions opératoires

essai	[CN ⁻] g/l	D80	Durée(h)
1	1	75	24
2	0.5	75	24
3	0.5	75	48

résultats

essai	Analyse chimique		Rm	consom
	TV recon (g/t)	Stérile (g/t)	Recons %	NaCN (kg/t)
1	17.63	2.7	84.6	3.78
2	16.21	2.38	85.3	4.19
3	17.6	1.55	91.2	2.45

Le rendement de la cyanuration directe varie de **84.6** à **91.2**%; la consommation moyenne de cyanure est de 3.5 kg/t équivalent de 250g/g d'or mise en solution

Comparaison de la Cyanuration du tout-venant par CIL et directe

	conditions		Analyse chimiques		Rm recon	consommation
	D80 (µm)	[CN ⁻] (g/l)	TV recon (ppm)	Stérile (ppm)	AU %	NaCN kg/t
Cyanu directe	75	1	17.63	2.7	87.6	3.78
Cyan par CIL	75	1	15.65	1.92	88.9	4.08

On note ici qu'à un D80=75µm les récupérations par cyanuration directe est par CIL sont de même ordre de grandeur. Il est à noter que la teneur des rejets dans le cas de CIL (**1.92 g/t**) est inférieure à celle de la cyanuration directe.

opération	Rm(%)
Flottation du TV	92,8
Cyanuration directe du TV	91.2
Cyanuration par CIL du TV	88.9
Cyanuration du concentré flottation	95.3
cyanuration du concentré grillé	98
Cyanuration du concentré de falcon	87.4
Concentration du TV par falcon	63.7
Concentration du TV par knelson	49
Cyanuration du rejet flottation	69.9
Cyanuration de rejet de falcon	66.6

Conclusion

Suite à cette première étude d'orientation de la valorisation du minerai aurifère de Tighza, on peut tirer les premières conclusions suivantes:

- Le scénario de la gravimétrie est à exclure pour les raisons suivantes :
 - La teneur du préconcentré est trop basse et ne permet pas d'alimenter directement l'atelier de fusion
 - La quantité d'or dans les rejets est importante

- Malgré une récupération élevée de la cyanuration directe du minerai ce scénario sera également écarté à cause :
 - Investissement lourd du projet
 - Problème de l'environnement

- Enfin le procédé le plus adapté au minerai de Tighza sera la flottation suivi d'une cyanuration du concentré de flottation pour les raisons suivantes :
 - Existence d'une usine de flottation
 - La faible quantité des effluents cyanurés
 - Les teneurs des stériles flottation sont faibles