

**REPUBLIQUE DE
BASHKORTOSTAN**

**INDUSTRIE MINIERE DES
METAUX NON FERREUX**

RAPPORT DE DIAGNOSTIC DES ENTREPRISES

MINES ET CONCENTRATEURS

UGOK UCHALY

**MANDAT DE PARIBAS POUR
LA PRIVATISATION D'ENTREPRISES
MINIERES
DU SECTEUR DES METAUX NON FERREUX**

26/11/2007

SOFREMINES

SOMMAIRE

1. RESUME ET CONCLUSIONS	5
1.1. Réserves	5
1.2. Structure industrielle	5
1.3. Problèmes actuels d'UGOK	7
1.4. Programme prévisionnel de production	8
1.5. Les recettes	8
1.6. Les coûts de production	9
1.7. Evolution prévue des coûts	9
2. PLACE DU SECTEUR DES METAUX NON-FERREUX DE LA REPUBLIQUE DE BASHKORTOSTAN DANS L'ECONOMIE DE LA REGION OURAL.	11
2.1. Localisation: la région Sud Oural	11
2.2. Climat	11
2.3. Cadre économique et social	12
3. L'ENTREPRISE UGOK A UCHALY.	13
3.1. Historique de l'entreprise et de la ville minière, UGOK Uchaly	13
3.2. Structure industrielle de UGOK	14
3.3. Productions	15
4. RESERVES GEOLOGIQUES ET MINIERES DES PRINCIPAUX GITES	15
4.1. Origine des minéralisations (Cu, Zn, avec or et argent associés)	15
4.2. Réserves de minerais,	16
4.2.1. Concessions minières	17
4.2.2. Degré de confiance des réserves	18
4.2.3. Métaux précieux associés (Au et Ag).	19
5. DESCRIPTION DES PROCEDES DE PRODUCTION	21
5.1. La voie technologique pour la production de Cu et de Zn.	21
5.2. Les produits de UGOK: concentrés sélectifs de Cu et de Zn avec Au et Ag associés.	21
5.3. Qualité des concentrés	23
5.4. Aspects environnement	23
5.4.1. Rejets des mines	23
5.4.2. Rejets de la concentration à Uchaly.	24
6. ÉVALUATION ECONOMIQUE ET FINANCIERE	24
6.1. Coûts de production	24
6.1.1. Ensemble des sites	24
6.1.2. Coûts des mines souterraines	25
6.1.3. Autres coûts	26
6.1.4. Comparaison avec les coûts internationaux	26
6.2. Recettes des ventes de concentrés 1995 (9 mois)	26
6.2.1. Résultats 1995 (9 mois)	27

6.3. plan de production 1996-2010	27
6.4. Rentabilité de UGOK à court et moyen termes	28
6.4.1. Coûts de production	28
6.4.2. Programme d'investissements prévisionnels	28
6.4.3. Calculs de rentabilité économique	28
7. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	29
8. ANNEXES	31
1. Cartes 1 et 2: localisation de la région minière et des centres métallurgiques.	
2. Figure: schéma montrant la localisation des principaux gîtes et centres d'extraction et du concentrateur.	
3. Tableau des réserves, source Ministère de la géologie et BMSK.	
4. Prix LME et équivalences des métaux considérés en Cu.	
5. Production de minerais, productions de concentrés, et métaux contenus en 1994 et 1995.	
6. Qualités des concentrés produits selon normes des usines métallurgiques russes.	
7. Bilan métal des minerais traités au concentrateur (1994).	
8. Bilan métal des minerais traités au concentrateur (1995 11 mois).	
9. Coûts de personnel.	
10. Coûts d'extraction des minerais 1995 (11 mois).	
11. Coûts comptables.	
12. Reconstitution des coûts fonctionnels.	
13. Reconstitution des coûts fixes et variables pour l'année 1995.	
14. Coûts de transport des concentrés, des produits finis cathodes Cu et lingots de Zn (avec une hypothèse de 25% à l'exportation), coûts de transformation métallurgique (sur base de références internationales), et coûts de négoce (broker, trader).	
15. Recettes dues aux métaux contenus dans les concentrés en 1994 et 1995.	
16. Utilisation des réserves des gîtes actuellement exploités, en fonction du programme de production.	
17. Programme de production et de concentration de minerais, productions de concentrés, Cu, Zn, Au, Ag dans les concentrés, et productions exprimées en Cu équivalent sur la base de la feuille 4 (2 pages).	
18. Rendements d'extraction métallurgique considérés dans l'évaluation économique	
19. Programme d'investissements (ensemble)	
20. Programme d'investissements (liste détaillée des équipements)..	
21. Productions de minerais, de concentrés et métaux contenus, selon le programme (cf. 16) et leur valorisation suivant cours LME et calcul des coûts de transports, de transformation métallurgique et de négoce (trader, (cf. Feuille 14)).	
22. Coefficients de sensibilité: facteurs de variation des principaux facteurs d'influence du projet.	
23. Coûts et recettes, rentabilité du programme d'investissements dans le cas de base (sans sensibilité aux facteurs (cf. Annexe 22, colonne 1).	

24. Coûts et recettes, rentabilité du programme d'investissements dans le cas de la sensibilité aux facteurs (cf. Annexe 22, colonne 2).
25. Bilan comptable de BMSK au 30/9/1995.
26. Mémoire de l'Institut Mecanobr sur les possibilités de récupérer les métaux précieux contenus dans les rejets de traitement par concentration gravimétrique et lixiviation cyanurée.

1. RESUME ET CONCLUSIONS

L'entreprise d'extraction et d'enrichissement de minerais de Cu et Zn de UGOK¹ (Entreprise d'exploitation minière et d'enrichissement) d'Uchaly, emploie 7 800 personnes. La ville de Uchaly, créée par le combinat pour l'exploitation du gîte de Uchalinskoye, a une population d'environ 55 000 personnes.

1.1. RESERVES

UGOK exploite un ensemble de gîtes minéralisés polymétalliques (Cu/Zn) de type uralien (sulfures massifs d'origine magmatique intrusif dans des roches volcaniques acides), et ayant la forme de lentilles ou d'amas de dimensions variables. Les limites des minéralisations sont contrôlées par des éléments structuraux: failles synvolcaniques, calderas et dépressions intravolcaniques, corps extrusifs, horizons volcano-sédimentaires.

Les réserves totales de minerais disponibles à UGOK, s'élèvent au total à 170 Mt (cf Annexes feuille 3), ce qui représente plus de 40 années de vie à la capacité totale de traitement des concentrateurs (3.6-4 Mt/an).

L'ensemble de ces réserves (géologiques) présente les teneurs et contenus en métaux valorisables, comme indiqué sur le tableau suivant:

<u>Cu %</u>	<u>Zn %</u>	<u>Ag g/t</u>	<u>Au g/t</u>	<u>kt Cu</u>	<u>Kt Zn</u>	<u>t Ag</u>	<u>t Au</u>
1.18%	2.52%	18.59	0.94	2 044.1	4 353.5	3 210.7	162.2

Les minéraux présents dans ces minerais sont principalement la chalcopryrite associée à la pyrite, la blende et les minerais mixtes de Cu et de Zn. Dans tous les cas, on trouve associés des minéraux porteurs d'or et d'argent. A partir de ces minerais, les concentrateurs d'Uchalinsky et d'Uzelginsky produisent des concentrés de Cu à 15-16% et des concentrés de Zn à 45-48%, avec Au et Ag associés, répondant aux normes exigées par les métallurgies non-ferreuses de l'est Oural.

1.2. STRUCTURE INDUSTRIELLE

La structure industrielle actuelle se compose d'une grande exploitation à ciel ouvert (gîte d'Uchalinskoye qui a atteint sa profondeur économique maximum et auquel succède une mine souterraine dont le développement est quasi terminé), et d'une mine souterraine (gîte

¹ Uchalinsky gorno-obogatitelnye kombinat

d'Uzelginskoye à 45 km au sud de Uchaly en fin de développement). A plus long terme, la poursuite de l'exploitation nécessite d'ouvrir les gîtes Ozernoye, Talganskoye, et Tchiébachye (également situés à près de 40 km au sud de Uchaly).

Les minerais extraits du gîte d'Uchalinskoye sont traités dans un concentrateur de capacité de traitement 3.5 Mt/an. En raison des caractéristiques minéralogiques variées des minerais extraits (textures, structures et teneurs), des modalités de concentration spécifiques pour différents types de minerais doivent être appliquées. Jusqu'à neuf différents types de minerais sont ainsi traités dans le concentrateur au cours d'une année d'exploitation.

Le gîte d'Uzelginskoye a été développé pour une exploitation souterraine, après quelques années d'exploitation à ciel ouvert au cours desquelles on a extrait les minerais les plus proches de la surface. Le site d'Uzelginskoye dispose d'un concentrateur propre ce qui permet d'y traiter les minerais de Uzelginsky, et plus tard ceux d'Ozernoye, de Tchiébatchy et de Molodejnoye. Au début de la mise en exploitation d'Uzelginsky, les minerais étaient expédiés par chemin de fer (45 km), vers le stock tampon du concentrateur d'Uchalinsky situé près de la mine.

Les productions (minerais traité, concentrés produits) et les rendements de récupération métal des deux concentrateurs, sont typiquement les suivants (1993):

Uchalinsky

	<u>Produits kt</u>	<u>Produits %</u>	<u>Cu</u>	<u>Zn</u>	<u>S</u>	<u>Ag</u>	<u>Au</u>
alimentation laverie	1 400.0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
concentré Cu	62.6	4.47%	76.30%	7.02%	4.58%	23.25%	12.47%
concentré Zn	75.3	5.38%	3.78%	72.92%	4.96%	18.10%	8.73%
concentré pyrite	1 029.8	73.56%	16.25%	16.37%	79.19%	32.15%	42.17%
rejets	232.3	16.59%	3.66%	3.69%	11.27%	26.50%	36.63%

Uzelginsky

	<u>Produits kt</u>	<u>Produits %</u>	<u>Cu</u>	<u>Zn</u>	<u>S</u>	<u>Ag</u>	<u>Au</u>
alimentation laverie	90.0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
concentré Cu	5.0	5.54%	71.37%	9.41%	6.71%	23.25%	12.47%
concentré Zn	4.2	4.66%	5.03%	70.04%	5.31%	18.10%	8.73%
concentré pyrite	50.0	55.61%	14.79%	13.63%	67.05%	32.15%	42.17%
rejets	30.8	34.19%	8.81%	6.93%	20.94%	26.50%	36.63%

On observe que les taux de récupération du Cu et du Zn sont de l'ordre de 75% et 70% respectivement. Les rejets de flottation, constitués de pyrites et de queues, récupèrent une grande partie de l'or et de l'argent contenus dans les minerais (75-80% et 55-60% respectivement, dont environ 40% et 30% dans les pyrites.

Auparavant, UGOK produisait des concentrés de pyrite lesquels étaient vendus, pour la production d'acide sulfurique, aux usines d'uranium en Russie et à l'usine d'engais

phosphatés de Meleuz (en Bachkortostan à environ 250km au sud-ouest d'Uchaly). Ces pyrites concentraient la majeure partie de l'or et de l'argent des minerais, lesquels n'étaient pas récupérés. Aujourd'hui, du fait de l'effondrement des commandes du VPK², notamment pour la production d'uranium, on ne vend plus de pyrites sauf à Meleuz et en petite quantité.

Il faut noter que du temps de l'URSS, parce que l'entreprise était prioritairement orientée vers le VPK on ne se souciait guère de récupérer l'or des rejets. Mais des essais de traitement ont montré qu'il serait possible de le récupérer par traitement hydro-métallurgique (cf. Annexe 26, Mémoire de l'Institut Mecanobr sur les possibilités de récupérer les métaux précieux contenus dans les rejets de traitement, par concentration gravimétrique et lixiviation cyanurée).

1.3. PROBLEMES ACTUELS D'UGOK

Les problèmes actuels de UGOK sont, à notre avis, le résultat de l'éclatement de l'URSS et de la marche forcée et précipitée à l'économie de marché. Depuis 1989, les sources de financement habituels auprès du gouvernement central (Moscou) se sont tariées; la production a chuté dramatiquement (-50%) à cause de l'effondrement des commandes du VPK et l'exportation de métaux raffinés vers les pays lointains ne permet pas de compenser durablement la baisse de production. Malgré cela, l'entreprise continue d'utiliser le même nombre de personnel et de supporter tout le secteur social, à la fois de son personnel propre et de toute la ville. Contrainte à l'économie de marché, UGOK n'en a pas les moyens financiers car ses résultats ne dégagent pas suffisamment de marge d'auto-financement.

Il en résulte que les développements miniers nécessités par la consommation des réserves (notamment celles qui sont exploitées à ciel ouvert), n'ont pu être entièrement réalisés³. L'entreprise recherche donc aujourd'hui des financements externes pour achever les travaux que nécessite le maintien de la capacité de production (extraction de minerais). Au total ce sont 305 MUS\$ qui sont nécessaires.

²Complexe Militaro Industriel

³L'entreprise n'a pu les réaliser qu'à concurrence d'environ un tiers (cf. Annexe Feuille 19).

1.4. PROGRAMME PREVISIONNEL DE PRODUCTION

Le programme de production à court terme (1996-2000) envisage un niveau de production de 2.8 Mt/an de minerai (traités dans les deux concentrateurs), à moyen terme (2000-2005) de 3.6 Mt/an et à plus long terme (au delà de 2005) de 4Mt/an.

Le tableau ci-après montre les tonnages respectifs des minerais produits et des métaux contenus dans les minerais, (correspondant au programme de production envisagé pour la période de 1996 à 2010)

k tonnes minerais	52 000
tonnes de cuivre	415 470
tonnes de zinc	1 300 199
kilos d'or	12 127
kilos d'argent	560 684

Le tableau suivant montre ces quantités exprimées en tonnes équivalent Cu (et en %), c'est à dire de valeur US\$ contenue dans les minerais:

PRODUCTIONS EN CUIVRE EQUIVALENT t métal récupéré	tonnes Cu équiv	%
cuiivre	394 697	41.5%
zinc	468 072	49.3%
or	59 207	6.2%
argent	27 980	2.9%
total Cu équivalent t	949 955	100.0%

On observe que la production d'UGOK est constituée en premier lieu de Zn (50% du total de la valeur contenue exprimée en Cu équivalent), suivi du Cu (41%); l'Au et l'Ag associés représentent 6% et 3% respectivement, ce qui correspond à une plus-value d'environ 12% par rapport à la valorisation du Cu et du Zn considérés seuls. Comme indiqué précédemment, les concentrés de Cu sont à teneur 15-16%, les concentrés de Zn à 45-48%. Les teneurs en Au et Ag des concentrés de Cu sont typiquement de l'ordre de 3 g/t et 100 g/t. Celles des concentrés de Zn sont typiquement de l'ordre de 2.5 g/t et 80 g/t.

1.5. LES RECETTES

En ce qui concerne ses recettes, UGOK dépend largement des métallurgies non-ferreuses de l'Est-Oural pour valoriser ses produits, principalement le combinat Electrozink de Cheliabinsk pour les concentrés de Zn et les fonderies de cuivre de Kystym, Pyshma et Krasnoulral'sk pour les concentrés de Cu. Comme les entreprises métallurgiques sont dans une situation économique également difficile, les paiements inter-entreprises sont actuellement très perturbés. Pour cette raison, UGOK doit vendre ses produits par l'intermédiaire d'un négociant (trader) qui prend en charge et avance les coûts et les recettes, au départ de la gare de Uchaly (concentrés chargés en wagons de chemin de fer de 65t). Ce

négociant fait évidemment payer cher ses services, de sorte que les recettes de UGOK pour les métaux contenus dans les concentrés sont plus faibles qu'elles devraient l'être.

1.6. LES COÛTS DE PRODUCTION

Les coûts de production ne sont pas anormalement élevés, surtout si l'on tient compte de ce qui vient d'être dit, notamment d'une baisse de la production de 50%, à personnel constant. Le coût moyen d'extraction minière 1995 (11 mois) est de 8.51 US\$/t extraite transport compris (cf. Annexes Feuille 12), et le coût de traitement moyen du concentrateur est de 5.44 US\$/t traitée (cf. Annexe Feuille 12). Le coût mine et concentration est donc de 14-15 US\$/t extraite, transportée au concentrteur et traitée, coût qui inclut le personnel correspondant.

Les coûts fixes qui s'ajoutent à cela sont de 5 M\$ (cf. Annexe Feuille 12, administration centrale et coûts sociaux, coût de la centrale électrique et de chaleur). Le coût de l'ensemble du personnel (cf. Annexe Feuille 10) est de 5.2 MUS\$. Le coût de production total ressort ainsi à 17.0 US\$/t dont 11.4 US\$ de coût variable et 10.2 MUS\$ de coût fixe. (Cf. Annexes Feuille 13).

Si l'on rapporte les coûts à la lb de Cu équivalent, ils s'établissent à 0.62 \$/lb Cu équivalent en 1995, ce qui place UGOK dans la moyenne des producteurs (0.60 US\$/lb Cu).

1.7. EVOLUTION PREVUE DES COÛTS

Le coût d'extraction minière doit malheureusement s'accroître pour deux raisons:

- l'exploitation va devenir en majeure partie souterraine; et la méthode d'exploitation envisagée (tranches descendantes avec remblai complet au béton maigre), est certainement la méthode la plus chère de toutes, même si elle permet la meilleure récupération du gîte.
- L'exploitation va s'éloigner davantage de Uchaly (100 km), ce qui va imposer des coûts de transport du minerai par la route, plus chers qu'actuellement⁴.

Compte tenu des recettes dues aux métaux contenus, soit en moyenne 0.52. US\$/lb Cu équivalent en 1994-1995, de cette analyse il ressort donc une perte de 0.08 US\$/lb Cu équivalent.

Il est donc certain que des efforts de productivité s'imposent à UGOK. Il lui faudra progressivement augmenter la productivité du personnel, améliorer les rendements

⁴C'est pourquoi, il existe un « grand projet » de BMSK: la construction d'un concentrateur moderne dans le sud (qui servirait aussi à BRU Buribaï) et le prolongement de la ligne de chemin de fer depuis Sibaï. Toutefois aujourd'hui, ce projet n'est qu'une hypothèse qui demande des investigations et des études.

d'exploitation minière, la récupération métal du concentrateur et les recettes dues aux métaux contenus, diminuer les coûts variables (extraction et concentration), et les coûts fixes. Cela doit se faire dans le cadre d'un programme à moyen et à long terme.

Les dirigeants de UGOK sont réalistes, ils acceptent pleinement la nécessité d'une augmentation de la productivité, mais ils ont besoin de temps et de financements pour la mener à bien. En raison de circonstances économiques qui sont pour l'essentiel externes à l'entreprise, UGOK présente donc un aspect très affaibli vis à vis de l'extérieur. Les problèmes de UGOK sont ceux de la grande majorité des entreprises russes, à savoir les difficultés d'une transition trop brutale à l'économie de marché. Si l'on appliquait brutalement à l'entreprise les règles du marché, on devrait licencier plus de 50% du personnel pour compenser la baisse de l'activité. Et on devrait réduire le secteur social dans les mêmes proportions, ce qui provoquerait de grandes difficultés dans la ville. C'est ce processus que UGOK n'a pas voulu, ou n'a pas pu mettre en oeuvre, espérant que la situation macro-économique en Russie s'améliorerait.

UGOK a cependant des atouts qui sont susceptibles attirer des investisseurs professionnels du secteur.

1. UGOK dispose tout d'abord de réserves importantes principalement en Cu et en Zn avec Au et Ag associés (la part de valeur contenue dans les minerais est de l'ordre de 4-6% cf. Annexe Feuille 5). De plus il existe une possibilité de récupérer l'Au et l'Ag contenu dans les rejets (en produisant à nouveau des concentrés de pyrite, ou spécifiquement des concentrés aurifères) par traitement hydro-métallurgique (cf. Annexe 26 Memorandum Mecanobr). Dans ce cas, le supplément de valeur contenue par rapport au Cu/Zn serait de l'ordre de 20-25%.

Par le même processus, on pourrait récupérer une partie des métaux précieux accumulés dans les rejets de concentration stockés depuis le début de l'exploitation (1955). Il y a en effet 23 Mt de rejets de concentration avec des teneurs moyennes de 1.2 g/t Au (stock de 28.7 t métal) et 10 g/t Ag (stock de 240 t métal) (cf. Annexes Feuilles 7 et 8).

2. UGOK dispose d'un personnel compétent tant au niveau des cadres, ingénieurs et spécialistes techniques, qu'au niveau du personnel d'exploitation (mines, concentrateurs et services généraux). La qualité des installations et équipements, leur niveau d'entretien, l'application de procédures strictes et bien au point dans tous les domaines (notamment les processus de production et la concentration, instrumentation et contrôles automatiques), témoignent de toute évidence d'un haut niveau de technologie. Les coûts de personnel restent faibles, en salaires individuels (salaire moyen mensuel inférieur à 100 US\$, et en masse salariale (cf. Annexes Feuille 9).
3. En considérant le programme de production prévu (tonnages minerais, métaux contenus et coûts miniers (cf. Annexes Feuilles 10, et 21), et les investissements requis pour le réaliser (305 MU\$), la rentabilité intrinsèque du projet de mise à niveau d'UGOK serait de l'ordre de 12 % de taux de rentabilité interne (en considérant des progrès de productivité comme évoqué ci-dessus). Ce taux de rentabilité paraît acceptable compte tenu du taux d'opportunité des capitaux à 10 ans de 6-7% sur les marchés internationaux. Et si l'on considère les possibilités de récupérer l'or et l'argent contenu dans les rejets de concentration, la rentabilité serait encore plus élevée, puisque les recettes seraient majorées de 20-25% avec des coûts supplémentaires marginaux.
4. Cette rentabilité devrait permettre d'intéresser un investisseur.

2. PLACE DU SECTEUR DES METAUX NON-FERREUX DE LA REPUBLIQUE DE BASHKORTOSTAN DANS L'ECONOMIE DE LA REGION OURAL.

2.1. LOCALISATION: LA REGION SUD OURAL

Les monts Oural constituent une longue chaîne méridienne qui s'étend sur 2 000 km entre la toundra arctique au nord et les steppes kazakhs au sud. La région économique Oural n'en comprend qu'une partie, toute la partie nord de la chaîne (et son point culminant, le mont Narodnaia, 1 894m), étant rattachée à la république des Komis. Dans ses limites actuelles, la région économique Oural, 824 000 km², occupe les parties centre et sud de la chaîne avec ses piedmonts occidentaux (les oblasts de Perm et Orenbourg, les républiques oudmourte et bashkire) et orientaux, (oblast de Sverdlosk, capitale Ekaterinbourg). D'âge hercynien, l'Oural sépare les grandes dépressions de la plaine russe et de la Sibérie occidentale. C'est un vieux massif constitué d'intrusions volcaniques dans des roches primaires, l'ensemble ayant été vigoureusement plissé et faillé par des événements tectoniques postérieurs à cette activité volcanique. Les gîtes métallifères associés à ces intrusions sont exploités depuis la fin du XVI^e siècle.

Le découpage régional qui s'impose pour cet espace est le découpage méridien ou longitudinal. La partie est de la région s'est spécialisée dans la métallurgie (fer à Magnitogorsk et non ferreux (cuivre, zinc et métaux précieux associés) à Ekaterinbourg et Cheliabinsk. La chaîne, relativement étroite dans sa partie nord et centrale, s'élargit au sud où les lignes de crêtes s'écartent en patte d'oie. Le relief (crêtes rectilignes orientées N-S), est de type appalachien. Les crêtes méridiennes sont séparées par des vallons remplis de sédiments, où se trouvent les intrusions volcaniques porteurs des gîtes métalliques. Les altitudes sont modérées, 800-1000 m et le fond des vallons 400-600 m.

C'est dans la partie est du centre et du sud de la chaîne que se trouvent les gîtes de métaux non ferreux (Cu, Zn et métaux précieux Au et Ag associés). Les premiers gîtes métalliques furent exploités au nord dans la partie centre Oural mais ils sont aujourd'hui épuisés. A partir des années trente, l'exploitation s'est déplacée vers le sud Oural, avec la mise en valeur de gîtes à Uchaly, à Uchaly et à Buribaï. Plus au sud, dans la région d'Orenbourg, se trouvent d'autres gîtes de métaux non-ferreux, notamment ceux de Gaï et de Mednogorsk, mais ceux-ci sortent du cadre du mandat de Paribas.

2.2. CLIMAT

Le climat est continental, chaud en été (30-35° en juillet), froid en hiver (températures de -20 à -30° en janvier) avec enneigement permanent de mi-novembre à fin mars. En hiver, le régime anti-cyclonique centré sur la Sibérie prédomine, avec ciel bleu et ensoleillement important. Ce climat froid explique, malgré la faible altitude de la chaîne, une végétation de

type alpin: feuillus (bouleaux) tandis que les sapins occupent tout l'espace proche des crêtes. La faune est constituée de renards et loups, rongeurs, quelques ours, cervidés, oiseaux de proie (aigles et faucons) et gibier de forêts. Les principaux fleuves sont à l'ouest la bassin de la Kama (affluent de la Volga) et son affluent la Belaïa qui passe à Oufa; à l'est des crêtes c'est le bassin du fleuve Oural qui collecte les eaux de la région.

L'activité humaine et économique est depuis longtemps parfaitement adaptée à ces conditions climatiques, tant dans les conditions d'habitat que de travail et de circulation. Malgré le climat rude, la circulation est facile en hiver car les dénivellations sont modestes et ne gênent pas les passages de la ligne des crêtes d'ouest en est; les routes sont bonnes, leur surface étant nivelée par la neige. Le régime dépressionnaire venant du secteur ouest nord-ouest, provoque des chutes de neige abondantes sur le piémont occidental, rendant parfois la circulation plus difficile, voire le blocage des aéroports intérieurs de la Bashkirie. L'aéroport d'Oufa (population >1 M habitants), est ouvert par tout temps.

2.3. CADRE ECONOMIQUE ET SOCIAL

La région économique Oural est une des plus vieilles régions industrielles de la Russie, aujourd'hui la troisième après le centre et la région Donets-Dniepr. Elle est célèbre depuis le XVIII^{ème} siècle pour l'exploitation de ses ressources en fer et en métaux non-ferreux, particulièrement le cuivre.

En ce qui concerne le fer, on a d'abord exploité des gîtes de fer à forte teneur (40-60% Fe), magnétites de Blagodat, amas lenticulaires de Vysokaïa et le célèbre mont Magnitaïa qui est à l'origine de la ville de Magnitogorsk (1930). Mais ces sites sont aujourd'hui en voie d'épuisement et on doit exploiter des gisements sédimentaires plus faibles en teneur. La région importe aujourd'hui près de 60% des besoins en fer de la sidérurgie de l'Est-Oural, principalement du Kazakhstan. La sidérurgie régionale produit des laminés lourds, rails, profilés et tubes.

L'autre activité minière est celle des métaux non ferreux, principalement le cuivre et aussi le zinc. Les mines et concentrateurs alimentent en concentrés les usines métallurgiques de l'Est-Oural (Ekaterinbourg, Cheliabinsk, usines Revda, Kystym, Pyshma, Karabad, Kirovgrad, Krasnourask, et Electrozink). Après épuisement des gîtes du centre Oural exploités depuis 3 siècles, les villes d'Uchaly, de Sibai et de Buribai se sont créées autour des centres d'exploitation ouverts pendant la période de développement industriel de l'URSS. Il en est de même des villes de Gaï et de Mednogorsk, au sud dans la région d'Orenbourg.

Les industries de la construction mécanique accompagnent les industries de base. L'ensemble du secteur (mines, métallurgie et industries de transformation) est orienté vers les équipements lourds: rails, construction de wagons, et gros engins de chantiers, machines

de forage pétrolier, équipements pour la sidérurgie (laminoirs), la chimie et les centrales électriques.

La région économique Oural et la Bashkirie en particulier, sont un important producteur de pétrole avec cinq centres principaux de production s'étendant depuis Perm jusqu'à Orenbourg, (Janaul, Neftekamsk, Octiabrsky, Belebej, Sterlitamak).

Au nord de Perm, (Berezniki, Solikamsk), on exploite de grands gisements de sel et de potasse pour l'industrie chimique.

Le secteur énergétique est aussi important, la région étant reliée par un réseau de pipelines avec la Sibérie occidentale et l'Asie Centrale (Nord Caspienne).

L'ensemble des entreprises de la région économique Oural était surtout orientée vers le VPK (complexe militaro-industriel). En raison des chutes de commandes de ce secteur de l'économie russe (plus de 50%), les entreprises connaissent aujourd'hui une situation très difficile. Le passage à l'économie de marché leur impose une transition brutale, difficile à accepter. Malgré une baisse considérable de leur production, elles ont gardé leur personnel en quasi-totalité et continuent de supporter tout le secteur social qui caractérisait les grands combinats russes.

En dehors des industries de base et de la construction mécanique, l'activité forestière, liée à l'origine à la sidérurgie et à la métallurgie, reste une activité très importante, notamment pour le bois de construction et le papier. Très exploité depuis trois siècles, les massifs forestiers de la région fournissent encore 15% des coupes russes et l'importante industrie qui s'y est constituée fournit 18% du papier du pays. Le développement de la forêt est favorisé par de fortes précipitations (800-900 mm/an sur le versant oriental de la chaîne). Les feuillus dominant dans le piémont et les bas étages, tandis que les sapins dominant près des crêtes.

Avec les massifs rocheux et les gorges liées au relief appalachien, cet écrin forestier confère un cachet souvent somptueux aux paysages ouraliens où un tourisme local se développe activement (maisons de repos, thermalisme, stations de ski). Cela est particulièrement vrai dans les piémonts occidentaux qui sont des pays de petite montagne et de collines, descendant en gradins vers le bassin de la Volga, et où prédominent des activités traditionnelles (travail du bois, agro-alimentaire).

3. L'ENTREPRISE UGOK A UCHALY.

3.1. HISTORIQUE DE L'ENTREPRISE ET DE LA VILLE MINIERE, UGOK UCHALY

UGOK est une entreprise minière d'extraction et d'enrichissement de minerais non ferreux qui exploite les gîtes de cuivre et zinc du piedmont oriental du sud Oural. Elle fut créée en 1955 pour la mise en valeur du gîte de Uchalinskoye. La ville d'Uchaly se développa autour des activités minières et d'enrichissement des minerais. Sa population est aujourd'hui de 35 000 habitants et l'entreprise occupe 4 900 personnes. Depuis le début de l'exploitation minière, quelques autres entreprises se sont développées à Uchaly (agriculture, élevage, industries du bois et du bâtiment, etc.), mais la principale d'entre elles est UGOK, qui assure plus de 90% des ressources de la ville. La pérennité de UGOK est donc importante pour l'activité économique et l'emploi dans la région Oural Sud.

3.2. STRUCTURE INDUSTRIELLE DE UGOK

UGOK comprend d'abord un concentrateur de minerais de Cu, de Zn et de minerais mixtes Cu/Zn, tous deux avec Au et Ag associés; il est situé à la périphérie de la ville de Uchaly, proche du gîte polymétallique de Uchalinskoye qui fut exploité en premier par la méthode à ciel ouvert. La ville s'est développée à proximité de la mine et du concentrateur pour l'hébergement et la fixation du personnel. La capacité de traitement du concentrateur est de 2 Mt par an. Jusqu'à la fin de la décennie 1980, avant l'éclatement de l'URSS, UGOK a effectivement traité de l'ordre de 2 Mt de minerais par an.

La partie exploitable à ciel ouvert de Uchalinskoye est aujourd'hui en voie d'épuisement (fin prévue en 1998), mais le gîte continue en profondeur sous la carrière. On a donc développé une mine souterraine sous le fond de la carrière, laquelle doit prendre le relais de l'exploitation à ciel ouvert. Les infrastructures de la mine (puits et ossatures souterraines) sont achevées, les travaux miniers bien avancés, et il reste à équiper certaines installations (puits et recettes du jour et du fond) ainsi que les chantiers d'exploitation et à les mettre en route. UGOK dispose d'une concession d'exploitation du gîte d'Uchalinsky conforme à la législation minière du pays, c'est à dire 25 ans renouvelable. Au sud d'Uchalinsky se trouve le gîte de Novo Uchalinsky, une lentille séparée du gîte principal mais dont les réserves sont comptées avec celles d'Uchalinsky souterrain.

L'autre gîte important d'UGOK est celui d'Uzelginsky. Il est situé à 45 km au sud d'Uchaly mais il est au delà de la frontière fixée entre la république du Bachkortostan et la Russie (dans l'oblast de Cheliabinsk et dans la région de Sverdlosk, laquelle n'a pas été rebaptisée). Autour du gîte d'Uzelginsky, il y a plusieurs petites lentilles proches de la surface: Ozernoye (au nord), Zapadna Ozernoye (Ouest Ozernoye) à l'ouest, Talganskoye au sud-est Tchiebatchie et Molodejnoye au sud. Actuellement seuls les gîtes d'Uzelginsky et de Molodejnoye ont été exploités, à ciel ouvert. Vu son importance en volume, en tonnage et en teneurs Cu, Zn, Au et Ag, et son extension en profondeur, Uzelginsky a été développé pour poursuivre l'exploitation en souterrain.

3.3. PRODUCTIONS

La production de minerais extraits par les mines et traités dans les concentrateurs en 1993, est indiquée ci-dessous ainsi que les productions respectives de Cu et de Zn, Au et Ag; la capacité nominale de traitement du concentrateur d'Uchaly est de 3.5 Mt/an, celle d'Uzelginsky est de [??]:

Concentrateur Uchaly

	<u>Produits Mt</u>	<u>Produits %</u>	<u>Cu %</u>	<u>Zn %</u>	<u>S %</u>	<u>Ag g/t</u>	<u>Au g/t</u>
alimentation laverie	1.762	100.00%	1.00%	3.50%	39.02%	20.00	1.20
concentré Cu	0.079	4.47%	17.00%	5.50%	40.00%	104.03	3.35
concentré Zn	0.095	5.38%	0.70%	47.50%	36.00%	67.29	1.95
concentré pyrite	1.296	73.56%	0.22%	0.78%	42.00%	8.74	0.69
rejets	0.292	16.59%	0.22%	0.78%	26.50%	31.95	2.65

Concentrateur Uzelginsky

	<u>Product yield</u> <u>Mt</u>	<u>Product yield</u> <u>%</u>	<u>Cu %</u>	<u>Zn %</u>	<u>S %</u>	<u>Ag g/t</u>	<u>Au g/t</u>
total feed	1.142	100.00%	1.20%	3.06%	33.81%	20.00	1.20
Cu concentrate	0.063	5.54%	15.50%	5.20%	40.92%	83.94	2.70
Zn concentrate	0.053	4.66%	1.30%	46.00%	38.50%	77.68	2.25
Pyrite concentrate	0.635	55.61%	0.32%	0.75%	40.76%	11.56	0.91
tailings	0.390	34.19%	0.31%	0.62%	20.70%	15.50	1.29

3.4. RESERVES GEOLOGIQUES ET MINIERES DES PRINCIPAUX GITES

3.4.1. ORIGINE DES MINÉRALISATIONS (CU, ZN, AVEC OR ET ARGENT ASSOCIÉS)

Les gîtes exploités ou prospectés par UGOK sont situés dans la partie orientale du sud de l'Oural. Ils appartiennent aux formations volcaniques du synclinorium de Magnitogorsk: (basaltes, rhyolites, andésites), d'âge compris entre le silurien supérieur et le dévonien supérieur.

Les épisodes minéralisateurs proprement dits ont eu lieu, pour la majorité des gîtes, au milieu du dévonien. Ils sont du type hydrothermal ou exhalatif volcano sédimentaire et accompagnent les intrusions volcaniques acides

Les zones minéralisées se présentent généralement sous la forme d'importantes lentilles épaisses, au contact franc avec l'encaissant, de pendage variable (passant d'horizontal à sub-vertical en fonction de la tectonique postérieure à la genèse). Les parties supérieures des gîtes, proches de la surface, sont oxydées avec présence d'un "chapeau de fer", comme habituellement dans ce type de gîtes.

La minéralisation se présente sous la forme de sulfures massifs, essentiellement: pyrite, chalcopryrite et blende, très généralement associés avec or et argent. Il faut noter la quasi absence d'arsenic dans tous les gîtes.

La distribution spatiale des métaux dans les amas les plus importants est caractérisé par une zonalité marquée. Le coeur de la lentille est une association pyrite-blende avec peu de chalcopryrite. L'association typique pyrite-chalcopryrite-blende représente l'essentiel du reste du gîte avec cependant, au mur, un enrichissement notable en chalcopryrite et un appauvrissement en blende, suivi, au contact direct mur encaissant, d'une bordure de pyrite massive. Cette zonalité conduit l'exploitant à traiter au concentrateur, par campagnes ou lots, différents types de minerais: minerais à prédominance Cu dans lesquels le Zn à faible teneur n'est pas valorisé, ou au contraire des minerais mixtes Cu et Zn. Le concentrateur produit ainsi des concentrés de Cu et de Zn. Dans tous les cas, le métal cible est le cuivre et il n'est jamais traité de minerai dans lequel le cuivre n'est pas valorisé.

Bien que l'or et l'argent se trouvent en légèrement plus faible proportion, associés à la blende, ils sont présents dans toutes les zones avec une teneur de 1 à 16g/t pour l'or et de 15 à 100 g/t pour l'argent. Il n'est pas signalé d'or libre à l'exception des zones oxydées et de petits gîtes particuliers sans sulfures massifs (gîtes secondaires?). Mais ce point est incertain et mériterait des investigations supplémentaires, l'or et l'argent étant l'objet de réticences quant à l'information livrée aux étrangers.

3.4.2. RÉSERVES DE MINERAIS,

Huit gîtes constituent les réserves d'UGOK à l'horizon 2 000. Ce sont:

1. Uchalinsky souterrain
2. Novo Uchalinsky au sud du précédent
3. Ozernoye
4. Ouest Ozernoye
5. Uzelginsky souterrain
6. Talganskoye
7. Tchibatchye
8. Molojenoye

Le tableau suivant récapitule les réserves de minerais, les teneurs en Cu, Zn, Au, Ag, et le contenu en métaux et leur équivalent Cu sur la base de prix LME estimés sur le long terme

Horizon 2000-2005	BMSK	équivalences t/t	Ensemble en équ Cu	rdts métal concentration	rdts métal pyro- métallurgie	Métal récupéré voie	rdts métal hydro	potentiel voie hydro	
Réserves géol. Mt minerais	242								
contenu Cu kt	3 892	1.00	3 892	83.0%	93.0%	3 004			
contenu Zn kt	2 780	0.41	1 137	78.0%	88.0%	781			
contenu Ag t	4 786	55	265	40.0%	95.0%	101	42.0%	111	
contenu Au t	309	5 139	1 587	18.0%	95.0%	271	57.4%	911	
contenu Cu équiv kt	6 881		6 881	60.4%		4 157		1 022	
				<u>\$/t valeur contenue</u>		<u>milliard \$ valeur contenue</u>		<u>milliard \$ supplémentai res Au, Ag voie hydro</u>	<u>total valeur contenue milliards \$</u>
teneur Cu %	1.61%			2314.2		9.6		2.4	12.0
teneur Zn %	1.15%								
teneur Ag g/t	19.8					<u>dont Au,Ag %</u>		24.6%	
teneur Au g/t	1.3					9.0%			

Le tableau détaillé des réserves est donné en Annexe 4. Ces tableaux appellent les commentaires suivants en ce qui concerne les concessions, le degré de confiance, et les métaux précieux (Au et Ag) associés.

Horizon 2000-2005	UGOK	équivalences t/t	Ensemble en équ Cu contenu	rdts métal concentration	rdts métal pyro. métallur gie	Cu équiv. récupéré voie pyro kt	rdts métal hydro	potentiel voie hydro	
Réserves géol. Mt minerais	173								
contenu Cu kt	2 044	1.00	2 044	83.0%	93.0%	1 578			
contenu Zn kt	4 353	0.41	1 781	78.0%	88.0%	1 222			
contenu Ag t	3 211	55	178	40.0%	95.0%	68	42.0%	75	
contenu Au t	162	5 139	834	18.0%	95.0%	143	57.4%	479	
contenu Cu équiv kt	4 837		4 837	62.2%		3 011		553	
				<u>\$/t valeur contenue</u>		<u>milliard \$ valeur contenue</u>		<u>milliard \$ supplémentaires Au, Ag voie</u>	<u>total valeur contenue milliards \$</u>
teneur Cu %	1.18%			2314.2		7.0		1.3	8.2
teneur Zn %	2.52%		11.2						
teneur Ag g/t	18.6					<u>dont Au,Ag %</u>		18.4%	
teneur Au g/t	0.9					7.0%			

3.4.2.1. Concessions minières

Une concession du gouvernement Bashkire, accordant le droit d'exploitation pour une durée de 20 ans renouvelable, existe pour le gîte d'Uchalinski (date d'expiration de la concession actuelle 2013). Il en est de même pour le gîte de Molodejnoye lequel est situé en territoire russe (région de Cheliabinsk). La concession pour les autres gîtes, notamment celui d'Uzelginski, ne nous a pas été montrée. En raison de l'historique d'exploitation et de développement de ces gîtes du temps de l'URSS, on peut supposer que l'obtention des titres miniers ne pose pas de problèmes. Néanmoins, il faut absolument qu'UGOK puisse assurer un investisseur étranger qu'elle dispose des titres miniers en bonne et due forme, émis par les autorités russes compétentes.

Les concessions sont accordées par le ministère de la géologie conformément aux procédures légales en vigueur (elles sont les mêmes en Russie et en Bashkortostan). Les concessions d'exploration sont d'une durée de 5 ans renouvelables 1 fois en fonction du caractère sérieux de l'opérateur, c'est à dire son programme d'exploration. Les concessions d'exploitation sont accordées pour une durée de 20 ans, sur la base d'un projet soumis par l'opérateur (évaluation technique et économique et étude d'impact sur l'environnement).

La concession est généralement accordée dans l'année qui précède la mise en exploitation, c'est à dire celle du démarrage du projet. Ce point pose un problème juridique pour UGOK, comme d'ailleurs pour tous les gîtes de Bashkirie. Comme il s'agit de lentilles multiples et dispersées, le programme d'exploitation prévoit l'exploitation de certaines d'entre-elles dans un avenir lointain, par exemple Tchiebatchi à partir de 2002. Dans la

législation actuelle, il n'est pas possible d'obtenir une concession pour exploiter un gîte dans 10 ans. Il faut cependant que l'opérateur soit assuré d'en obtenir la concession le moment venu, puisque l'exploitation du gîte fait partie de son plan à long terme. Il faudra donc négocier avec l'État une convention prévoyant un droit de préemption sur le gîte concerné, et le gel de la ressource dans une réserve d'Etat, afin que celui-ci ne puisse pas vendre le gîte aux enchères à un quelconque opérateur. Le problème est de même nature avec la Russie, en ce qui concerne les gîtes situés sur le territoire russe.

3.4.2.2.Degré de confiance des réserves

Les réserves sont reconnues et classées selon la méthodologie russe de classification des réserves. Celle-ci est généralement reconnue et acceptée par les spécialistes géologues de la profession minière.

Catégorie A

La catégorie A est le plus haut niveau de la classification pour un gîte donné et nécessite une exploration complète. En premier, la position du corps minéralisé, sa forme et sa structure doivent être précisément déterminées. Ensuite, la minéralogie du minerai doit être étudiée pour déterminer à la fois la composition et les propriétés des éléments valorisables ainsi que celles de la gangue.

Il est aussi nécessaire de définir les blocs minéralisés, les limites des minerais non économiques; de définir pour chaque type de minerai, les classes d'iso-teneurs, propriétés physico-chimiques équivalentes, les conditions de dépôt (tectonique et hydrogéologie) qui peuvent affecter l'exploitation.

Pour obtenir de fiables informations, les données géologiques sont collectées à partir d'affleurements, tranchées, sondages et galeries d'exploration. Il est particulièrement important de détecter et d'analyser les mouvements de failles qui peuvent déplacer la minéralisation. Les dimensions du corps minéralisé peuvent être déterminées par interpolation à partir du report des points connus. (L'interpolation est la seule méthode acceptable pour la délimitation d'un gîte). Pour cette catégorie A, le dimensionnement du gîte est fait à partir d'une maille d'exploration la plus serrée possible.

Catégorie B

Un minerai est classé dans la **catégorie B** si les principales caractéristiques du corps minéralisé sont connues. Cela inclut la forme, la structure, et la distribution générale des différents types de minéralisations. Il est aussi nécessaire de tracer les contours des zones stériles et des réserves sub-économiques.

La minéralogie est étudiée ainsi que les caractéristiques physico-chimiques. Les réserves classées en catégorie B doivent être explorée jusqu'à l'obtention de la configuration générale du corps minéralisé. Les grandes failles sont détectées et leur déplacement est estimé. Les propriétés physiques et technico-économiques de la minéralisation sont étudiées à un niveau tel que le procédé de traitement puisse être choisi. L'évaluation des conditions minières est également effectué pour choisir la méthode d'exploitation appropriée.

Catégorie C1

Les réserves classées en **catégorie C1** sont basées sur une exploration à large maille. Cependant les données sont suffisantes pour déterminer l'aspect géologique général, tel que la forme, *l'occurrence*, et la structure du corps minéralisé. L'évaluation grossière de la distribution des différents types de minerais contenus et de leurs caractéristiques sont nécessaires pour évaluer la faisabilité du potentiel minier ainsi que les options de traitement.

La quantité de minerai est déterminée par l'estimation de la pente du gisement et des trois dimensions: extensions longitudinale et latérale, épaisseur moyenne. La teneur est également estimée. Il est important de savoir si des blocs stériles sont présents à l'intérieur du corps minéralisé. Cependant la délimitation de ces blocs et des différents types de minerais n'est pas obligatoire et peut être effectuée de façon statistique.

Catégorie C2

Les réserves classées C2 correspondent seulement à une première évaluation et n'offrent qu'un bas niveau de fiabilité. Comme les données sont rares, l'interpolation est effectuée sur une maille d'exploration très lâche. Les limites du dépôt sont définies principalement par extrapolation des structures géologiques adjacentes et par comparaison avec des dépôts similaires. La qualité et les propriétés physico-chimiques du minerai sont déterminées à partir des carottes de sondages et par analogie à d'autres minerais de même origine (par exemple ceux provenant du même gîte mais déjà classés A, B ou C1).

3.4.2.3. Métaux précieux associés (Au et Ag).

Les métaux précieux associés aux concentrés de Cu et de Zn (Au et Ag) sont importants comme le montrent les tableaux ci-dessus, le tableau de synthèse précédent et le tableau détaillé en Annexe 4.

Dans le procédé de concentration, la récupération de l'Au et de l'Ag est typiquement de 18% pour l'Au et de 35-40% pour l'Ag (principalement dans les concentrés de Cu). Il en résulte que pour l'ensemble des concentrés Cu+Zn, le supplément de valorisation dû à l'Au

et à l'Ag s'élève (compte tenu des rendements métal en pyro-métallurgie), en moyenne et sur longue période, à environ 8 % de la valorisation du Cu+Zn⁵.

La plus grande partie de l'Au et de l'Ag (80% et 60% respectivement) part avec les rejets du concentrateur qui sont stockés sur les verses. La récupération de ces métaux précieux constituerait une recette supplémentaire importante pour UGOK (environ 20-25% comme l'indique le tableau de synthèse).

Les raisons pour lesquelles l'Au et l'Ag ont été négligés jusqu'à présent, et continuent même aujourd'hui d'être l'objet de secret, sont les suivantes:

- Du temps de l'URSS, les mines ne se souciaient que de produire du Cu et du Zn pour le VPK et se désintéressaient pratiquement du reste. L'Au et l'Ag des concentrés étaient récupérés par la voie pyro-métallurgique et tout ce qui passait dans les rejets était perdu. Les entreprises n'avaient aucun intérêt ni aucune incitation à développer des techniques pour valoriser les métaux précieux perdus dans les rejets.
- Les métaux précieux sont du ressort du monopole d'Etat, et les données correspondantes font l'objet d'un black-out total; ceux qui divulguent des informations relatives à l'Au et à l'Ag sont passibles de prison.

Des essais effectués par l'Institut Mecanobr de St-Petersbourg, pour récupérer les métaux contenus dans les rejets de concentration par concentration gravimétrique et lixiviation cyanurée, ont donné des résultats positifs. Un mémorandum de Mecanobr sur ce sujet est donné en Annexe 6. Sous réserve de confirmation, il existe une possibilité de récupérer l'Au et l'Ag contenu dans les rejets, ce qui permettrait d'augmenter la valeur contenue des produits de UGOK de 20-25%.

⁵On a fait le choix dans cet analyse de l'entreprise, de compter l'Au et l'Ag en supplément de valorisation, que comme crédit déduit des coûts de production. Pour cela, on raisonne en Cu équivalent sur la base de prix de marché moyens LME des métaux (Cu, Zn, Ag, Au) et de coûts de transformation métallurgiques de référence.

3.5. DESCRIPTION DES PROCÉDES DE PRODUCTION

3.5.1. LA VOIE TECHNOLOGIQUE POUR LA PRODUCTION DE CU ET DE ZN.

La voie technologique traditionnelle pour la production et l'enrichissement des minerais sulfurés est la suivante:

- extraction et transport du minerai au concentrateur,
- concassage, broyage fin, concentration par flottation, filtration et séchage du concentré,
- expédition des concentrés sélectifs de Cu et de Zn aux usines métallurgiques⁶ par chemin de fer.

Le produit de UGOK est donc constitué de concentrés de Cu et de Zn, lesquels contiennent aussi de l'Au et de l'Ag associés.

A partir de la mise en wagons de chemin de fer à la gare ferroviaire d'Uchaly, on entre dans le domaine de la transformation métallurgique c'est à dire de l'extraction des métaux contenus dans les concentrés. Les concentrés sont vendus à un négociant en métaux non-ferreux, qui sert d'intermédiaire commercial et surtout financier, entre UGOK et le métallurgiste. Le négociant paie d'avance les concentrés au mineur à un prix convenu; il en fait aussi l'avance au métallurgiste, ainsi que l'avance des frais de transport des concentrés depuis Sibai, et les frais de transport des métaux raffinés (Cu, Zn) aux clients finals du négociant. Les métaux précieux Au et Ag suivent un processus séparé car leur commercialisation est assurée de manière exclusive par l'Agence russe des métaux précieux qui en détient actuellement le monopole. C'est à cette Agence que sont livrés l'Au et l'Ag récupérés dans les boues d'électrolyse (du Cu et du Zn), puis affinés en raffinerie de métaux précieux. L'Agence des métaux précieux règle alors le métallurgiste directement pour l'Au et l'Ag contenus dans les boues, et le métallurgiste paie le mineur pour l'Au et l'Ag contenu dans les concentrés, après déduction des frais de traitement. Le cycle de paiement est assez long, mais UGOK semble satisfait.

3.5.2. MÉTHODE D'EXPLOITATION SOUTERRAINE

UGOK a développé une exploitation souterraine en fond de carrière pour poursuivre l'exploitation du gîte d'Uchaly. Les travaux d'ossature ont été réalisés depuis le fonds de la carrière. Les puits (un puits d'extraction, un puits d'aérage et un puits de service) ont été foncés depuis la surface. Il reste à équiper les puits, terminer des travaux d'infrastructure au fond (recettes, salle des pompes, etc.), et équiper les chantiers d'exploitation.

⁶Fonderies et raffineries de Cu situées à 400 km au sud-ouest de Ekaterinbourg pour les concentrés de Cu; Usine d'Electrozink près de Cheliabinsk pour les concentrés de Zn (environ 190 km).

La méthode d'exploitation (également utilisée à BMSK Sibai et à BRU Buribai) est la tranche descendante avec remblai complet bétonné (béton maigre constitué avec du clinker comme liant, clinker qui est produit sur place).

On découpe le gîte en blocs de X m entre épontes (par exemple 40 m), par 60 m d'allongement et sur une relevée de 10-12 m entre sous-niveaux. Dans ces blocs, on exploite des chambres entre épontes de 5-6m de large. L'abattage se fait par tirs à l'explosif, le chargement par engins sur pneus (LHD) et le transport, depuis le chantier jusqu'à la recette du puits, par camions sur pneus. Le puits doit être équipé d'un skip.

Après avoir nettoyé complètement la chambre n, on la remblaie (transport hydraulique du remblai depuis le jour et mise en place par projection) par un béton maigre (mélange de clinker (fabriqué au jour dans une unité spéciale) et de ciment). Le remblai pose sur la sole de la chambre. Pendant la phase de mise en place et de durcissement du remblai dans la chambre n, l'équipe d'abattage se déplace dans la chambre voisine n+2 en laissant la chambre adjacente n+1 comme pilier de protection. Au cours du cycle suivant, l'équipe remblaie la chambre n+2 et l'abattage se poursuit dans la chambre n+4. Dès que le remblai est stabilisé, on vient exploiter les chambres (n+1, n+3 etc.), situées entre remblai et sous remblai (du sous niveau supérieur). Les opérations sont donc protégées par du remblai en couronne et sur les deux parements latéraux, l'abattage progressant d'une éponte à l'autre.

La méthode présente les avantages suivants, du point de vue de UGOK:

- réduire au minimum les pertes de minerai (récupération maximum du gîte)
- élimine les risques d'échauffement et d'incendie (dus à la présence de sulfures et de pyrites).
- minimise les affaissements en surface.

Si la méthode permet effectivement les meilleurs résultats en ce qui concerne la récupération du gîte, du point de vue de la productivité et du coût, elle est sans conteste la plus chère de toutes les méthodes minières. Le coût par tonne extraite est généralement cité dans la fourchette 25 US\$ et plus. Il faudrait étudier la possibilité d'utiliser une autre méthode, moins chère et tout aussi efficace, par exemple, les tranches montantes remblayées (remblai naturel), ou foudroyage par sous-niveaux ou encore abattage en grande masse .

3.5.3. LES PRODUITS DE UGOK: CONCENTRÉS SÉLECTIFS DE CU ET DE ZN AVEC AU ET AG ASSOCIÉS.

Les concentrés sélectifs produits sont aux normes des usines métallurgiques russes: concentrés de Cu (15-16% Cu, 2-7% Zn, 25 g/t Ag et 2g/t Au), et concentrés de Zn (47-50% Zn, 1.5% Cu, 60g/t Ag, 2g/t Au). Autrefois on produisait aussi des concentrés de pyrites (35-40% S) mais cette production est aujourd'hui arrêtée et les pyrites sont rejetées avec les rejets du concentrateur. L'Ag et l'Au, non récupérés dans les concentrés, sont

retrouvés dans les rejets fins du concentrateur. Il existe des stocks importants de rejets sur les verses, accumulées depuis des années. En ce qui concerne les concentrés de pyrites produits autrefois, et livrés à l'usine d'engrais phosphatés de Meleuz en Bashkirie pour la production d'acide sulfurique, il existe un stock important de cendres de pyrites près de cette usine. Ces cendres ont une teneur en Au de 3-4 g/t.

3.5.4. QUALITÉ DES CONCENTRÉS

Les concentrés de Cu et de Zn sont aux normes de qualité demandées par les usines métallurgiques russes; ces qualités sont indiquées ci-dessous pour les concentrés de zinc et de cuivre. Les teneurs indiquées sont soit des fourchettes, soit des maxima.

qualité	<u>concentré Zn</u>	qualité	<u>concentré Cu</u>
norme	<u>Ì Ö 4</u>	norme	<u>KM-7</u>
Zn %	45-48	Cu %	15-17
Cu %	1-2	Zn %	6-8.5
S %	33-36	S	39.4%
Fe %	10-12	Fe	29.3%
Pb %	0.20-0.45	Pb	1.2-1.8
As %	0.1-0.5	As %	0.35-0.60
Sb %	0.1-0.3	Sb %	0.1-0.2
Cd %	0.14-0.22	Cd %	0.01-0.02
SiO ₂ %	0.5-1.5	SiO ₂ %	0.1-1.0
CaO %	0.6-0.7	CaO %	0.1-1.0
Al ₂ O ₃	3-7	Al ₂ O ₃ %	1.5-5.0
BaSO ₄ %	1.3-2.5	BaSO ₄ %	0.2-0.8
Se g/t	30-50	Se g/t	70-100
Te g/t	40-60	Te g/t	80-200
Th g/t	3-5	Th g/t	5-8
In g/t	40-70	In g/t	6-10
		Mo %	0.02-0.05
Ag g/t	70-86	Ag g/t	120-140
Au g/t	1.80-1.95	Au g/t	2.5-2.9

3.5.5. ASPECTS ENVIRONNEMENT

3.5.5.1. Rejets des mines

Les principaux rejets des mines sont les stériles qui sont stockés à proximité des exploitations. Ces rejets ont seulement un effet néfaste sur le paysage car ils occupent de l'espace. Ils ne sont pas encore soumis à obligation de restauration du terrain, en l'état précédant l'exploitation.

C'est ensuite l'eau d'exhaure des mines, celle-ci au contact des minéralisations de sulfures s'acidifie et se charge en métaux Cu et Zn. Les eaux sont rejetées dans les bassins des rivières, lesquelles font partie du bassin occidental du fleuve Oural.

3.5.5.2. Rejets de la concentration à Uchaly.

Les principaux rejets sont les stériles de la concentration. Ceux-ci sont épaissis en bacs décanteurs avant d'être mis à verse sur des aires spécialisés. La population locale est de plus en plus sensible à ces rejets, car il s'en écoule d'une part des eaux chargées de matières chimiques (réactifs utilisés dans le processus de flottation) et qui ne sont pas neutralisés. Le concentrateur neutralise les eaux acides à la chaux. Il peut aussi passer des eaux polluées dans la nappe phréatique sous la surface des versants, mais ceci est généralement faible. Le contrôle de la pollution des bassins hydrologiques nécessite de bien épaissir les rejets avant mise à verse pour ralentir l'écoulement par gravité, et de construire des digues de protection suivant les règles de l'art.

4. ÉVALUATION ECONOMIQUE ET FINANCIERE

4.1. COUTS DE PRODUCTION

4.1.1. ENSEMBLE DES SITES

Les coûts des différents sites d'extraction (extraction, transport et enrichissement de minerai) sont indiqués ci-dessous pour le mois de Septembre 1995⁷:

<u>sites</u>	<u>Uchalinski</u> <u>(CO)</u>	<u>Uchalinski</u> <u>(sout.)</u>	<u>Uzelginski</u>	<u>Molodejnie</u> <u>(CO)</u>	<u>ensemble</u>
tonnages extraits	100 000	45 000	18 216	73 800	163 216
valorisation M RUR	12 833	4 615	2 171	9 492	29 112
extraction M RUR	800.4	3 344.0	1 267.6	2 245.6	7 657.6
transport à stock tampon M RUR	35.3	15.8	12.6		63.7
transfert au concentrateur M RUR	91.2	41.0	460.0	87.2	679.4
concentrateur M RUR	4 076.9	1 834.6	3 008.7	742.0	9 662.2
total coût industriel M RUR	5 003.8	5 235.4	4 748.9	3 074.8	18 062.9
RUR/US\$ (moyen à fin 10/95)	4 600				
extraction \$/t	1.74	16.15	15.13	6.61	10.20
transport à stock tampon \$/t	0.08	0.08	0.15	0.00	0.08
transfert au concentrateur \$/t	0.20	0.20	5.49	0.26	0.90
concentrateur \$/t	8.86	8.86	35.91	2.19	12.87
total coût industriel \$/t	10.88	25.29	56.67	9.06	24.06
lb Cu équi/t minerai	52.8	47.0	58.4	47.4	50.5
total coût industriel \$/lb Cu équi	0.21	0.54	0.97	0.19	0.48

On observe que le coût moyen septembre 1995 (coût industriel) par lb Cu équivalent, est de 0.20US\$/lb pour les exploitations à ciel ouvert; il est de 0.54 US\$/lb Cu équivalent à

⁷Mais la sa statistique sur un seul mois est peu significative (notamment septembre, fin de l'été).

Uchalinsky souterrain et de 0.97 Cu équivalent à Uzelginsky. En moyenne, pour l'ensemble des mines, le coût s'établit à 0.48 US\$/lb Cu équivalent.

A ce coût moyen (ensemble des mines), on doit ajouter les coûts des services généraux, les coûts de la gestion administrative du combinat et les coûts sociaux (voir ci-après).

4.1.2. COÛTS DES MINES SOUTERRAINES

Pour la période janvier à octobre 1995⁸, les coûts des mines souterraines Uchalinski et Uzelginski sont indiqués ci-après:

<u>sites</u>	<u>Uchalinski</u>	<u>Uzelginski</u>	<u>ensemble mines souterraines</u>
tonnages extraits	381 250	121 560	502 810
valorisation M RUR	42 839	13 199	56 038
extraction minerais M RUR	24 771	14 952	39 723
transport à stock tampon M RUR	101	20	120
transfert au concentrateur M RUR	285	477	763
concentrateur M RUR	12 658	4 036	16 694
total coût industriel M RUR	37 815	19 484	57 299
<i>RUR/US\$ (moyen à fin 10/95)</i>	<i>4 600</i>		
extraction \$/t	14.12	26.74	17.17
transport à stock tampon \$/t	0.06	0.04	0.05
transfert au concentrateur \$/t	0.16	0.85	0.33
concentrateur \$/t	7.22	7.22	7.22
total coût industriel \$/t	21.56	34.84	24.77
lb Cu équiv./t minerais	48.27	46.88	46.50
coût/lb Cu équivalent	0.45	0.74	0.53

On observe que le coût moyen (coût industriel) des mines souterraines est de 0.53 US\$/lb Cu équivalent. utilisé en premier (1994 et 9 premiers mois de 1995 cf. Annexes Feuille 11). Dans ce tableau sont considérés les coûts industriels ainsi que les coûts sociaux. Les coûts sociaux sont de vrais coûts, pratiquement incompressibles en raison de la structure industrielle Russe; les entreprises industrielles importantes prennent directement en charge une grande part des besoins sociaux du personnel et paient des salaires nominaux très faibles (le salaire moyen est inférieur à 100 US\$/mois à UGOK en 1995 cf Annexes Feuille 9).

NB: Le cours moyen du rouble sur la période 1/1/95-30/09/95, soit 4600 RUR/USD, est utilisé pour convertir tous les coûts en US\$ de la même période. On s'affranchit ainsi de l'inflation des prix intérieurs et de la dévaluation du rouble qui l'accompagne. Pour tenir compte d'une possible sous-évaluation du rouble, les coûts en US\$ sont également été évalués avec un taux de change de 4 140 RUR/USD (considérant une sous-évaluation de 10%).

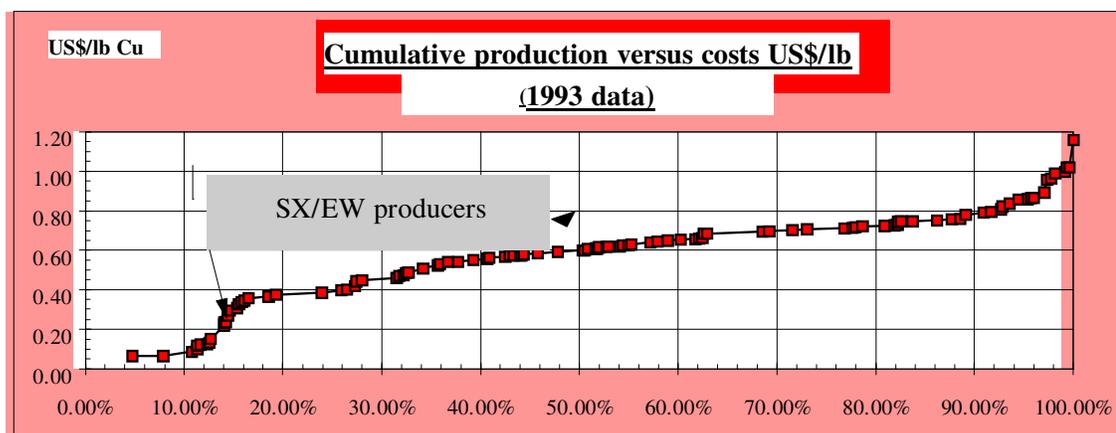
⁸Période plus significative, mais encore insuffisante.

4.1.3. AUTRES COÛTS

Les coûts industriels considérés jusqu'à présent ne représentent qu'une partie des coûts totaux: il y a en effet en plus, les charges sociales du personnel (40% des salaires nominaux), les coûts de la centrale de production d'électricité et chaleur (cycle combiné), les coûts de fonctionnement des services administratifs, les coûts de maintenance, les travaux et services de tiers (entreprises et contractors). En accord avec UGOK, on a estimé à 65% le ratio des coûts partiels par rapport aux coût total.

4.1.4. COMPARAISON AVEC LES COÛTS INTERNATIONAUX

Le coût moyen de 0.62 US\$/lb Cu équivalent place UGOK bien au-dessus de la moyenne des producteurs (0.60 US\$/lb Cu équivalent) comme le montre la figure ci-dessous.



Coûts de transport des concentrés, de la transformation métallurgique, de transport des produits finis et du négoce.

Ces coûts sont estimés sur la base des quantités traitées et d'un modèle explicité en Annexe Feuille 14. Ces coûts sont appliqués en déduction aux recettes dues aux métaux contenus dans les concentrés (cf. Annexes Feuille 14 en bas). La recette nette est alors ramenée à la lb Cu équivalent qui peut alors être comparée au prix moyen LME à long terme du Cu (1.10 US\$/lb). On constate que la recette moyenne 1994-1995 s'élève à 0.52 \$/lb (soit 50% seulement de la valeur contenue 1.10US\$/lb Cu équivalent), ce qui est faible. Cela est dû aux coûts de transformation métallurgique et du négoce.

4.2. RECETTES DES VENTES DE CONCENTRES 1995 (9 MOIS)

Les recettes nettes (déduction faite des coûts de transport, de transformation métallurgique et des frais de négoce) pour les ventes de concentrés et des métaux contenus, départ FOR gare Uchaly sont (cf Annexes Feuille 15):

<u>valorisations 1995 (9 mois)</u>	<u>Uchalv Co</u>	<u>Uchalv So</u>	<u>Uzelginski</u>	<u>Molodejne</u>	<u>ensemble</u>
t minerais	997 208	333 250	99 336	785 557	2 215 351
t Cu contenu	10 027	2 889	1 102	11 488	25 506
t Zn	46 609	13 924	3 352	19 030	82 915
t Cu équivalent	29 094	8 585	2 473	19 273	59 426
rdt Cu estimé	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%
rdt Zn estimé	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%
Cu des concentrés estimé	8 126	2 341	893	9 310	20 671
Zn des concentrés estimé	36 140	10 797	2 599	14 756	64 291
t Cu équivalent	22 911	6 758	1 956	15 347	46 972
+ 8% Au,Ag	24 744	7 299	2 113	16 574	50 730
M lb Cu équi	54.5	16.1	4.7	36.5	111.8
M US\$ contenu minerais	60.0	17.7	5.1	40.2	123.0
RUR/US\$	4 600.0				
M RUR contenu minerais	275 946	81 398	23 563	184 842	565 749
US\$/t minerais	60.2	53.1	51.6	51.2	55.5
valorisation M RUR 1-9/95 (UGOK)	12 833	4 615	2 171	9 492	272 287
valorisation M US\$ 1-9/95	28.87	8.52	2.47	19.34	59.19
% recettes nettes	48.1%	48.1%	48.1%	48.1%	48.1%
<u>Recette nette moyenne US\$/lb Cu</u>					0.53

On observe qu'en moyenne 1995, la valorisation nette correspond à 48.5% de la valeur contenue à la sortie des concentrateurs. La recette nette par lb Cu équivalent est de 0.53 US\$/lb.

4.2.1. RÉSULTATS 1995 (9 MOIS)

Les résultats 1995 (9 mois) sont indiqués ci-dessous:

<u>9 mois 1995</u>	<u>M RUR</u>	<u>M US\$</u>
coûts industriels	199 468	43.4
coûts sociaux	10 257	2.2
coûts totaux	209 725	45.6
Mlb Cu équivalent	111.81	
US\$/lb Cu équiv		0.41
taux de change RUR/USD		4 600
NB: 1. taux change moyen 9 premiers mois 1995		
recettes	M RUR	M USD
	272 287	59.19
US\$/lb équiv		0.53
résultat US\$/lb Cu équi		0.12
résultat M US\$		13.60

4.3. PLAN DE PRODUCTION 1996-2010

Les tableaux suivants montrent les productions de minerais, de métaux contenus dans les concentrés (Cu, Zn, Au, A) et les productions exprimées en Cu équivalent sur la base du tableau d'équivalences.

années	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006-2010
EXTRACTION MINERAIS en kt											
Uchalny carrière	1 100	600	200								
Uchalny souterrain	700	900	1 200	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400
Molodejnoye carrière	300	200									
Molodejnoye souterrain + Tchêbatchi									100	200	200
Uzelginskoye souterrain	700	900	1 200	1 500	1 500	1 800	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100
Talganskoye souterrain							100	100	200	300	300
Total	2 800	2 600	2 600	2 900	2 900	3 200	3 600	3 600	3 800	4 000	4 000

Tableau d'équivalences

	<u>Cu \$/lb</u>	<u>Zn \$/lb</u>	<u>Au \$/oz</u>	<u>Ag \$/oz</u>
prix LME \$/lb (Cu, Zn) \$/oz (Au, Ag)	1.10	0.45	380	4.1
valeurs \$/lb	1.10	0.45	5653	61
équivalent Cu en poids (*)	1	0.41	5 139	55
1 unité de poids de Cu, Zn, Au, Ag est équivalent à 1, 0.41, 5139, 55 unités de Cuivre.				

années	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006-2010
PRODUCTIONS EN CUIVRE EQUIVALENT t											
cuivre	19 727	18 300	17 947	20 679	21 204	25 091	28 929	28 929	29 805	30 681	30 681
zinc	26 615	24 780	24 390	27 414	27 489	30 286	33 285	33 285	33 864	34 444	34 444
or	2 825	2 686	2 725	2 892	3 083	3 676	4 331	4 331	4 546	4 685	4 685
argent	1 368	1 292	1 361	1 500	1 607	1 743	2 010	2 010	2 088	2 167	2 167
total Cu équivalent t	50 535	47 059	46 422	52 485	53 383	60 796	68 554	68 554	70 303	71 977	71 977
total Cu équivalent Mlb	111.4	103.7	102.3	115.7	117.7	134.0	151.1	151.1	154.9	158.6	158.6
valeur métaux contenus MS	122.5	114.1	112.5	127.2	129.4	147.4	166.2	166.2	170.4	174.5	174.5

4.4. RENTABILITE DE UGOK A COURT ET MOYEN TERMES

4.4.1. COÛTS DE PRODUCTION

Les coûts prévisionnels sont établis sur la base du programme de production de minerais de UGOK, avec des coûts d'extraction et de transport modulés par mines, le coût de traitement, et les coûts fixes annuels sur la base de la situation de 1995.

4.4.2. PROGRAMME D'INVESTISSEMENTS PREVISIONNELS

Le programme d'investissements prévisionnels est de 305 MUS\$. Il concerne principalement la fin du développement de la mine souterraine d'Uchalinsky (équipement des puits, finition de l'infrastructure souterraine, et l'équipement des chantiers de production), ainsi que de la mine souterraine d'Uzelginsky, les installations de production de clinker (pour la mise en oeuvre du remblayage au béton maigre), la modernisation du concentrateur et la construction de logements supplémentaires pour le personnel.

4.4.3. CALCULS DE RENTABILITE ECONOMIQUE

Le calcul économique du taux de rentabilité du programme d'investissements est effectué en US\$ à partir du cashflow généré par l'exploitation, c'est à dire les recettes moins

les coûts directs de production (les coûts industriels plus les coûts sociaux en conditions actuelles exprimés en US\$/t), et du programme d'investissements.

Avec les données obtenues et selon le mode de traitement de celles-ci, la rentabilité globale du projet serait insuffisante. Ceci, même en prolongeant la période d'évaluation de 2010 à 2015, ce qui correspond à 20 ans au lieu de 15 ans, comme suggéré dans le programme d'investissements d'UGOK. Cela est dû aux recettes faibles des métaux contenus dans les concentrés à cause des coûts de transformation métallurgique et des coûts de négoce, aux coûts élevés, et surtout à l'importance du programme d'investissements.

Il n'y a pas de rentabilité positive sur la période d'évaluation.

Le modèle techno-économique a donc été utilisé pour effectuer une simulation de l'effet de variations favorables de paramètres principaux influant sur la rentabilité: les coûts de production directs (coûts fixes, coûts variables et coûts déductifs (transports, transformation et négoce), le prix de vente des métaux au LME ou ce qui revient au même une amélioration des rendements de récupération métal au concentrateur, et enfin le montant des investissements). Avec les hypothèses considérées (-10% sur les coûts, +10% sur les recettes dues aux métaux contenus, -15% sur les investissements (cf. Annexes feuille 22)), la rentabilité commence à apparaître à partir de l'année 2006 (1.8% en 2006) et s'élève à plus de 12.3% en 2015. Ce chiffre serait acceptable puisqu'il se compare à un taux d'opportunité des capitaux à 10 ans de 9.5% sur les marchés internationaux.

La simulation des sources de financement et du tableau financier (avec un apport de fonds propres de 20% et d'emprunts de 80%) montre que le taux de rentabilité sur fonds propres serait de l'ordre de 20%.

Il paraît donc nécessaire, que UGOK réexamine les différents postes de l'évaluation dans le sens d'une baisse des coûts et d'une augmentation de la productivité. Cela peut s'envisager aussi bien dans le cadre de l'évaluation du projet lui-même que par la définition d'un programme de réduction des coûts et d'augmentation des recettes restant à UGOK, après déduction des frais de transport, de transformation métallurgique et de négoce. La productivité dépend aussi beaucoup des rendements de récupération métal du concentrateur.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- ◇ Il nous paraît souhaitable, sur la base du modèle d'évaluation économique utilisé, que UGOK réexamine son projet industriel dans le sens d'une baisse des coûts d'opération, d'une baisse sensible des coûts d'investissement, et d'une hausse des recettes nettes de valeur des métaux récupérés (dans les concentrés de Cu et de Zn et par la récupération de l'Au et de l'Ag perdus dans les rejets). Tout progrès,

notamment en ce qui concerne les métaux précieux, sera très bénéfique sur le résultat global.

- ◇ Cela doit s'envisager dans le cadre d'un projet global d'investissements, de réduction des coûts et d'amélioration de la productivité (y compris par les recettes), ce qui permettra de mieux justifier les investissements et d'attirer un investisseur professionnel du secteur. Il semble en effet, que l'accent n'est mis que sur le court terme, c'est à dire la restauration des capacités minières, et pas assez sur l'augmentation de la productivité en général et des récupérations métal. Il nous paraît important, pour intéresser des professionnels du secteur, que cet aspect soit mieux pris en compte, notamment par la définition d'un grand projet de réduction des coûts et d'amélioration de la productivité, dans le cadre d'un plan de développement à long terme.
- ◇ Le total des réserves UGOK s'élève à 4.8 Mt de Cu équivalent dont environ 7% Au et Ag. Par voie classique, on peut récupérer environ 62% des métaux contenus, soit environ 3 Mt de Cu équivalent, ce qui à 2 400 \$/t (1.1 US\$/lb) représente une valeur de l'ordre de 7.3 milliards US\$. Le traitement hydro-métallurgique des rejets de concentration, ciblé sur l'Au et l'Ag, permettrait d'augmenter de 1.3 milliards US\$ (de l'ordre de 10%) la valeur des métaux contenus récupérables. Cela porterait ainsi le total de la valeur contenue dans les réserves à plus de 8.6 milliards de US\$.

**ANN
EXE
S**
