

Utilisation de la cyanuration dans l'industrie aurifère en Guyane. Impacts potentiels sur l'environnement et recommandations

Rapport final

BRGM/RP-61968-FR

Février 2013



Utilisation de la cyanuration dans l'industrie aurifère en Guyane. Impacts potentiels sur l'environnement et recommandations

Rapport final

BRGM/RP-61968-FR
Février 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2012 PSP12GUY30

Moisan M., Blanchard F.

Vérificateur :

Nom : F. BLANCHARD

Date : 08/03/13

Signature :

Approbateur :

Nom : A. BLUM

Date : 08/03/13

Signature :



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.



Mots clés : Cyanure, mine, or, environnement, Guyane.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

MOISAN M. et BLANCHARD F., 2012. Utilisation de la cyanuration dans l'industrie aurifère en Guyane. Impacts potentiels sur l'environnement et recommandations. Rapport final BRGM/RP-61968-FR, 120 pages.

© BRGM, 2013, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La technique de cyanuration dans l'industrie aurifère est la plus utilisée à travers le monde, il n'existe à l'heure actuelle aucune alternative adéquate à l'utilisation du cyanure pour l'extraction de l'or. La technologie de cyanuration n'est pas encore employée pour la récupération de l'or en Guyane, même si des projets pilotes ont été menés par le passé (Changement) ou envisagés (Camp Caïman, Cambior) avec des résultats probants. A terme les compagnies minières auront peut-être recours à cette technologie dans le cadre de projets, à l'échelle industrielle, comme dans d'autres parties du monde. L'objet de cette étude, cofinancé par la DEAL Guyane et l'Office de l'Eau Guyane, est de présenter cette technologie et les impacts potentiels que pourraient avoir son utilisation en Guyane du point de vue de ses caractéristiques géographiques, écologiques et climatiques particulières.

La chimie du cyanure est complexe et ses propriétés nécessitent d'être comprises afin de pouvoir gérer ses applications industrielles et ses effets potentiels sur le milieu naturel. Le rapport décrit les différentes formes de cyanures, leurs propriétés (solubilité et stabilité variables) et leur toxicité qui varie suivant les molécules. Le cyanure faiblement dissociable (WAD) est la forme la plus toxique mais les produits de dégradation naturelle ou liés à un traitement, bien que moins toxiques peuvent présenter un risque pour l'environnement aquatique. En effet les écosystèmes aquatiques sont plus sensibles aux cyanures que les écosystèmes terrestres.

Le cyanure est utilisé pour les gîtes d'or primaires. Le principe de cette technique repose sur la propriété du cyanure de se complexer et de rendre soluble l'or. Cette procédé chimique est appelé lixiviation. Les différentes techniques mises en œuvre dépendent de la granulométrie, minéralogie et teneurs des minerais, elles sont décrites dans le rapport (lixiviation en cuves, lixiviation en tas). On considère qu'il faut environ 300 à 2000 grammes de cyanure de sodium par tonne de minerai pour obtenir une extraction efficace.

Les résidus issus du traitement du minerai sont composés de matériaux très fins avec des fortes teneurs en eau, ils sont gérés conventionnellement comme des liquides et stockés dans des parcs à résidus derrière des digues. Les résidus de la cyanuration produisent des boues très alcalines, riches en ions cyanures, en complexes de cyanures métalliques stables et en produits de transformation des cyanures. La concentration en métaux et métalloïdes dans les boues est fonction de la composition chimique du minerai.

La présence de larges quantités de boues liquides chargées en produits dangereux stockées derrière des digues peut avoir des effets désastreux sur l'environnement en cas de fuite ou de rupture de ces digues. Le rapport examine les différentes causes de défaillance des digues avec en particulier les problématiques de management ou d'événements climatiques exceptionnels. Cette dernière cause, a l'origine de l'accident de Baia Mare en Roumanie, a cristallisé une opposition à l'utilisation du cyanure.

Ces graves accidents ont amené les autorités à faire évoluer les pratiques et la réglementation quant à l'utilisation du cyanure dans l'industrie aurifère. Les dernières évolutions en termes de norme de rejets (de plus en plus strictes) dans les parcs à résidus ou dans le milieu naturel au niveau européen, français et international sont présentées dans le rapport. Les Directives Européennes sur les déchets miniers et les émissions des installations industrielles précisent les conditions d'utilisation du cyanure et l'application des « Meilleures Techniques Disponibles » (MTD) dans la gestion des sites miniers dont la destruction du cyanure avant rejet dans les parcs à résidus.

Par ailleurs, la profession a mis en place « Le code international de gestion du cyanure » qui est une initiative à adhésion volontaire constituée par les sociétés minières, les producteurs et les transporteurs du cyanure. Il vise à compléter les réglementations existantes et il a pour objectif la gestion en toute sécurité de l'usage du cyanure. Un extrait du code est annexé au présent rapport.

Aujourd'hui, l'évolution des bonnes pratiques se focalisent sur la réduction de la consommation de cyanure et l'optimisation du recyclage et de leur destruction avant stockage dans les parcs à résidus. Une autre possibilité qui se développe, et permet de limiter les risques de rejets accidentels des résidus dans l'environnement (en particulier en climat équatorial), est la prise en considération des nouvelles techniques de stockage (par épaissement) qui permet de stocker les résidus sous forme solide et non sous forme de boues liquides. La fermeture et la réhabilitation de ces parcs résidus sont aussi très importantes sous climat équatorial, en seront facilités car il faut garantir la pérennité des solutions de confinement de ces résidus sur le long terme.

La qualité des infrastructures et en particulier de l'accessibilité aux sites miniers est importante dans ce type d'opération industrielle car la mine a besoin d'un ravitaillement régulier, qui se fait normalement par camion, en cyanure (caisse d'une tonne ou fûts) et d'autres produits chimiques tels que les acides, carburants, etc.

Enfin, la Guyane possède des teneurs naturelles en mercure dans les sols et les roches, les procédés de traitement pour récupérer l'or vont faciliter la concentration du mercure dans les jus cyanurés. Ce mercure est susceptible d'être libéré dans l'atmosphère aux différentes étapes du procédé et des mesures de prévention d'émissions et de récupération du mercure devront être mises en place ; elles seront fonction des concentrations initiales en mercure dans le minerai.

D'une manière générale les règles de gestion du cyanure et l'application de bonnes pratiques s'appliquent au contexte guyanais, une grande partie des nouveaux projets miniers se situent en effet en zone équatoriale et tropicale. Toutes ces pratiques, comme celles listées dans le Code international de gestion du cyanure, doivent faire partie d'un Système de Management Environnemental global mis en place au niveau de la mine avec des audits indépendants effectués à intervalle régulier. La qualité du management est importante, comme dans toute opération industrielle, de même que l'existence de contrôles réguliers des opérations minières par des experts indépendants et par les autorités.

Sommaire

1. Contexte et problématique	9
1.1. CONTEXTE	9
1.2. OBJECTIF	9
1.3. PRINCIPALES UTILISATIONS DU CYANURES	10
2. Généralités sur les cyanures	11
2.1. CHIMIE DES CYANURES	11
2.1.1. Le cyanure libre (CN ⁻)	11
2.1.2. Les cyanures simples	12
2.1.3. Les cyanures de complexes métalliques	12
2.1.4. Produit de décomposition	12
2.1.5. Problèmes analytiques	13
2.2. INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT	13
2.2.1. Interactions avec le milieu	14
2.2.2. Persistance	15
2.3. VALEURS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTALES DE REFERENCES	18
2.3.1. Dans le milieu du travail (air)	18
2.3.2. Valeurs de la qualité des eaux de consommation	18
2.3.3. Concentrations sans effets prévisible pour le milieu aquatique (PNEC) ..	19
3. La cyanuration dans l'industrie aurifère	21
3.1. PROCÉDES DE CYANURATION	22
3.1.1. Lixiviation en tas – Principes et généralités	23
3.1.2. Lixiviation en tas - Pratiques et contraintes	24
3.1.3. Lixiviation en tas – Essais réalisés en Guyane	26
3.1.4. Lixiviation en tas – Conclusions et recommandations pour la Guyane ..	29
3.1.5. Lixiviation en cuve – Principes et généralités	31
3.1.6. Lixiviation en cuve – Conclusions et recommandations pour la Guyane ..	36
3.2. TRAITEMENT DES RESIDUS	38
3.2.1. Les processus chimiques	38
3.2.2. Les processus biologiques	41

3.3. MERCURE ET CYANURATION	42
3.4. GESTION DES CYANURES DANS L'INDUSTRIE AURIFERE.....	43
3.4.1. Accidents environnementaux	43
3.4.2. Conséquences sur l'utilisation du cyanure dans l'industrie minière: réponse de la profession et des institutions	44
4. Les bonnes pratiques	49
4.1. BONNES PRATIQUES	49
4.2. LE TRANSPORT	49
4.3. LA MANUTENTION.....	49
4.4. LA GESTION DURANT L'EXPLOITATION	50
4.5. LA GESTION DES RESIDUS	51
4.6. LA GESTION DES RISQUES	52
4.7. RECYCLAGE ELIMINATION DES CYANURES.....	53
4.8. FERMETURE	53
5. Conclusions et recommandations pour la Guyane	55
5.1. GENERALITES	55
5.2. MISE EN ŒUVRE ET PERSPECTIVES EN GUYANE.....	56
6. Bibliographie	59

Liste des figures

Figure 1 : Diagramme % dissociation CN – HCN en fonction du pH.	11
Figure 2 : Comportement et transformation du cyanure à l'intérieur d'un bassin à résidus (tailing pond) et dans différents compartiments de l'environnement (air et sédiment) (Mudder et al., 1991)	14
Figure 3 : Caractéristiques physico-chimiques des différents types de cyanures rencontrés sur les sites miniers et classés en fonction de leur stabilité croissante et toxicité décroissante (Yu Zhang Hydrometallurgy 46, 1997).....	17
Figure 4 : Valeurs de références pour les eaux de consommation humaine	19

Figure 5 : Stockage des caisses de cyanure	22
Figure 6 : Alimentation du cyanure dans l'usine	22
Figure 7 : principe de la lixiviation en tas.	24
Figure 8 : exemple de lixiviation en tas au Ghana	26
Figure 9 : Exemple de problème de gestion des eaux en climat tropical	26
Figure 10 : mine de changement. Pilote de traitement du minerai par cyanuration en tas.....	27
Figure 11 : lixiviation en tas - synthèse des points forts et des contraintes pour la Guyane.....	30
Figure 12 : Mine d'or de Rosebel (Surinam). D'après IAMGOLD.....	31
Figure 13 : Exemple de l'usine de cyanuration du projet Camp Caïman d'après IAMGOLD (Montagne de Kaw, Guyane)	33
Figure 14 : Parc à résidus conventionnel.....	35
Figure 15 : Exemple de stockage de résidus épaisés.....	36
Figure 16 : lixiviation en cuve - synthèse des points forts et des contraintes pour la Guyane.....	37
Figure 17 : Procédés de destruction des cyanures par oxydation.....	39
Figure 18 : Unité de destruction du cyanure par le procédé INCO.....	40
Figure 19 : Processus du traitement biologique en aérobic (Akcil, 2003)	42
Figure 20 : Répartition des causes des principaux accidents sur les exploitations aurifères entre 1975 et 2000 (PNUE, 2006)	43
Figure 21 : Rupture de digue (Hongrie, 2010)	44
Figure 22 : Directives d'émissions des rejets cyanurés dans l'environnement de la Banque mondiale (Banque mondiale, 2007).....	47

Liste des annexes

Annexe 1	61
Annexe 2 <i>Arrêté du 19 avril 2010 relatif à la gestion des déchets des industries extractives</i>	89

1. Contexte et problématique

1.1. CONTEXTE

Le cyanure de sodium (NaCN) est utilisé pour le traitement de la plupart des minerais d'or et partout dans le monde. Le mot "cyanure" est cependant très connoté et a actuellement dans nos sociétés, une charge émotionnelle bien compréhensible. En effet, en fonction de la manière dont il sera utilisé, il peut présenter – ou non - des risques pour la santé humaine et l'environnement (cf. accidents et incidents, survenus depuis un certain nombre d'années dans le monde). Par ailleurs, il n'y a pas d'alternative au cyanure pour le traitement des minerais aurifères, en termes de technologies et de coûts : le cyanure est indispensable à l'industrie mondiale de l'or. En Europe c'est la Suède qui a, à ce jour, les plus grandes installations de cyanuration.

En Guyane, aujourd'hui, cette technologie n'est pas utilisée (il y a eu par le passé des projets pilotes qui ont été menés à bien), les compagnies minières ne devant pas (encore) avoir recours à cette technologie vu la typologie actuelle des minerais exploités.

A terme ne faudra-t-il pas y avoir recours, comme dans les autres parties du monde ? Si c'était le cas, quels impacts potentiels cela pourrait représenter pour le milieu naturel dans les conditions de climat qui existent en Guyane ? Et particulièrement pour les milieux aquatiques en aval des installations minières ? Ou pour la santé humaine ? Les conditions d'utilisation et de destruction des cyanures posent-elles en Guyane des contraintes différentes qu'ailleurs ? Y-a-t-il des spécificités, propres au contexte climatique, géographique et humain, qu'il faudrait prendre en compte lorsqu'on étudie la faisabilité des processus par cyanuration ?

C'est dans ce contexte que la DEAL Guyane a confié au BRGM la réalisation d'une étude visant à faire la synthèse des connaissances actuelles et proposant des réponses à ces questions. Ce document devrait également aider les gestionnaires à statuer sur l'utilisation des cyanures en Guyane, et le cas échéant, à encadrer son usage dans le futur. La présente étude a également bénéficié du soutien de l'Office de l'Eau de Guyane qui souhaite ainsi anticiper une éventuelle altération de l'état chimique et écologique des cours d'eau.

1.2. OBJECTIF

L'objectif de l'étude consiste à faire la synthèse des connaissances sur les procédés de cyanuration utilisés dans l'exploitation aurifère en conditions climatiques équatoriales (ou tropicales), sur ses conditions d'utilisation, ses contraintes, ses limites tant industrielles qu'environnementales. On veillera à relever aussi les impacts potentiels et les conséquences pour les milieux naturels et particulièrement les milieux aquatiques, en mettant en exergue ce qui serait plus spécifique des conditions

rencontrées en Guyane, tant du point de vue naturel (climat, géographie...) qu'anthropique (développement industriel local, démographie...).

Il est important de noter, qu'à ce jour, **aucune demande d'autorisation n'a été déposée auprès des services de l'Etat pour une exploitation utilisant la cyanuration**. La présente étude se veut donc prospective et vise à mettre à disposition des acteurs qui seront impliqués dans l'instruction et le suivi d'éventuels futurs projets, les connaissances de base sur l'utilisation des cyanures dans l'industrie aurifère et le retour d'expériences des exploitations passées et en cours dans le monde.

1.3. PRINCIPALES UTILISATIONS DU CYANURES

Environ 1,1 millions de tonnes de cyanure d'hydrogène sont produites annuellement dans le monde, avec environ 6% utilisées pour produire des réactifs de cyanure pour le traitement de l'or (« International cyanide management code for the gold mining industry »). Les 94% de la production restante sont utilisés dans des applications industrielles, telle que la production de matières plastiques, les adhésifs, les retardateurs de flamme, les cosmétiques, la pharmaceutique, l'agro-alimentaire et comme additif antiagglomérants pour les sels de table et de voirie.

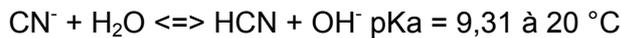
2. Généralités sur les cyanures

2.1. CHIMIE DES CYANURES

Le cyanure existe sous 3 formes: le cyanure libre, les cyanures simples et les cyanures de complexes métalliques.

2.1.1. Le cyanure libre (CN⁻)

Cette dénomination comprend à la fois le cyanure libre (CN⁻) et le cyanure d'hydrogène (HCN). Il s'agit de la forme la plus toxique des cyanures. Les cyanures libres peuvent se trouver en phase gazeuse ou en phase liquide sous forme CN⁻ ou HCN très volatil. Le cyanure libre donne le cyanure d'hydrogène par combinaison avec l'hydrogène selon la réaction suivante :



La dissociation du cyanure moléculaire est fonction du pH comme l'indique le diagramme de la figure suivante.

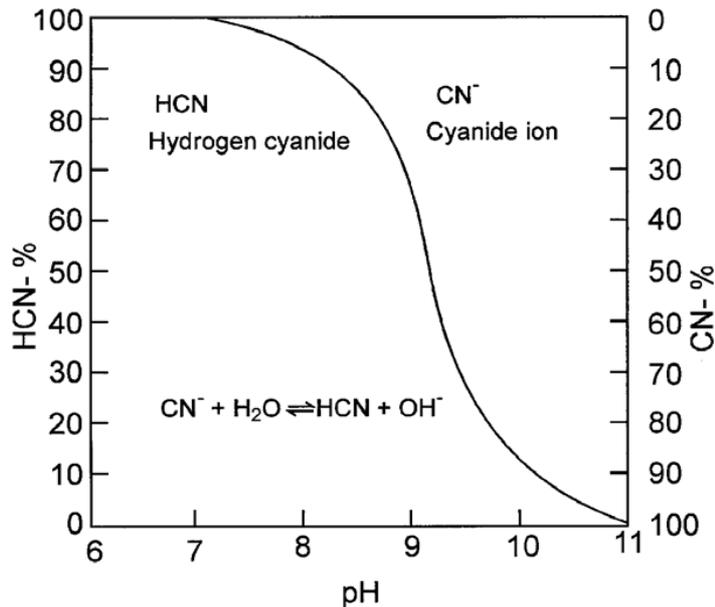
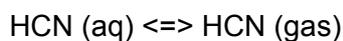


Figure 1 : Diagramme % dissociation CN – HCN en fonction du pH.

La réaction suivante illustre la perte de cyanure d'hydrogène de la phase aqueuse vers la phase vapeur à travers le processus de volatilisation lorsque le pH est trop bas.



Comme cette réaction est à l'équilibre à pH 9,3, le cyanure sous forme ionique va prédominer au-dessus de ce pH alors que le cyanure d'hydrogène le sera en dessous. En conséquence, le cyanure restera en solution approximativement à des pH au-dessus de 11 et à l'inverse il sera volatilisé en dessous d'un pH de 8 et plus le pH sera bas, plus le taux de volatilisation sera grand.

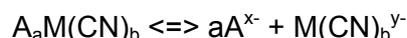
2.1.2. Les cyanures simples

Les cyanures simples sont des composés ioniques sous forme de sels plus ou moins solubles qui se dissocient en milieu aqueux en libérant un cation (alcalin, alcalino-terreux ou métallique) et un anion qui contient l'ion cyanure (appelés WAD en anglais). On distingue :

- Les cyanures simples solubles : NaCN, KCN, Ca(CN)₂, Hg (CN)₂
- Les cyanures simples peu solubles : Zn(CN)₂, CuCN, Ni(CN)₂, AgCN

2.1.3. Les cyanures de complexes métalliques

Les cyanure libre CN⁻ et HCN réagissent avec les métaux pour former des cyanures complexes de type A_aM(CN)_b où A est un cation alcalin et alcalino-terreux de type Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, etc, et M un cation métallique.



La formation de complexes métalliques dans une solution de cyanure est un processus séquentiel où le métal forme un composé initial de faible solubilité qui à son tour réagit avec l'ion cyanure excédentaire pour former un complexe soluble et plus stable. Les liaisons covalentes établies avec le métal confèrent à ces composés une certaine stabilité. Le degré de dissociation d'un complexe à l'équilibre est alors inverse de sa stabilité caractérisée par la constante de stabilité ou de dissociation (Ks).

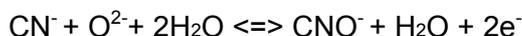
Ces cyanures complexes sont donc classés suivant leur constante de stabilité K et ils se répartissent en 3 classes:

- les complexes faiblement liés ou complexes faibles comme par exemple : Zn(CN)₄²⁻, Cd(CN)₃⁻, Cd(CN)₄²⁻ (où Ks = 10¹⁶),
- les complexes modérément liés ou complexe moyennement stables : Cu(CN)₂⁻, Cu(CN)₃²⁻, Ni(CN)₄²⁻, Ag(CN)₂⁻
- Les complexes fortement liés ou complexes stables : Fe(CN)₆⁴⁻, Fe(CN)₆³⁻, Co(CN)₆⁴⁻, Au(CN)₂⁻ (où Ks = 10³⁷).

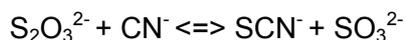
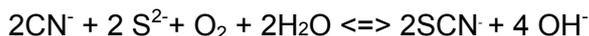
2.1.4. Produit de décomposition

Les principaux produits d'oxydation appartenant au cortège de dégradation du cyanure sont les cyanates et les thiocyanates.

Les cyanates sont des composés qui contiennent le groupe CNO^- et qui correspondent à l'oxydation des cyanures libres ou des cyanures simples selon la réaction suivante :



Les **thiocyanates** (SCN^-) sont produits par réaction entre le cyanure libre, l'oxygène et des composés renfermant l'ion soufre.



Les thiocyanates sont beaucoup moins toxiques que l'ion CN^- mais sont plus stables que les cyanates en solution aqueuse. Ils peuvent se dégrader lentement dans des conditions faiblement acides et à la suite de l'action microbienne comme par exemple le *thiobacillus thiocyanoxidans*, lequel l'oxyde pour former de l'ammoniac et du sulfate.

D'autres produits secondaires sont générés par les procédés employés pour la destruction des cyanures: ce sont les nitrates NO_3^- , les nitrites NO_2^- et l'ammoniac NH_3 .

2.1.5. Problèmes analytiques

En général les procédures analytiques utilisées pour déterminer la présence des 3 catégories précédentes de cyanures échouent dans la détermination de la présence des produits de dégradation et en particulier les cyanates et thiocyanates.

Par ailleurs, des imprécisions peuvent être révélées dans les analyses des cyanures totaux et des cyanures WAD (*Weak Acid Dissociable cyanide* ou cyanure à acide faible dissociable) en particulier. Elles sont en générale dues aux interférences analytiques, aux rendements de distillation insuffisants et aux méthodes inadéquates de préservation des échantillons.

On doit procéder à des analyses spécifiques si l'on veut analyser les cyanates et/ou les thiocyanates ainsi que les composés organiques du cyanure. Le cyanure WAD est la forme mesurable de cyanure libre ou faiblement complexé ayant la signification la plus importante sur le plan toxicologique vis-à-vis des milieux aquatiques et terrestres.

2.2. INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT

Les données présentées dans ce paragraphe sont issues de *la fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques* de l'INERIS à propos des cyanures et dérivés (2011). Une monographie sur les impacts environnementaux du cyanure a également été produite par l'Australian Government Department of the Environment (DEWHA, 2010).

2.2.1. Interactions avec le milieu

Le schéma ci-dessous retrace le devenir du cyanure dans un bassin de stockage des résidus miniers, ainsi que dans l'air et les sédiments.

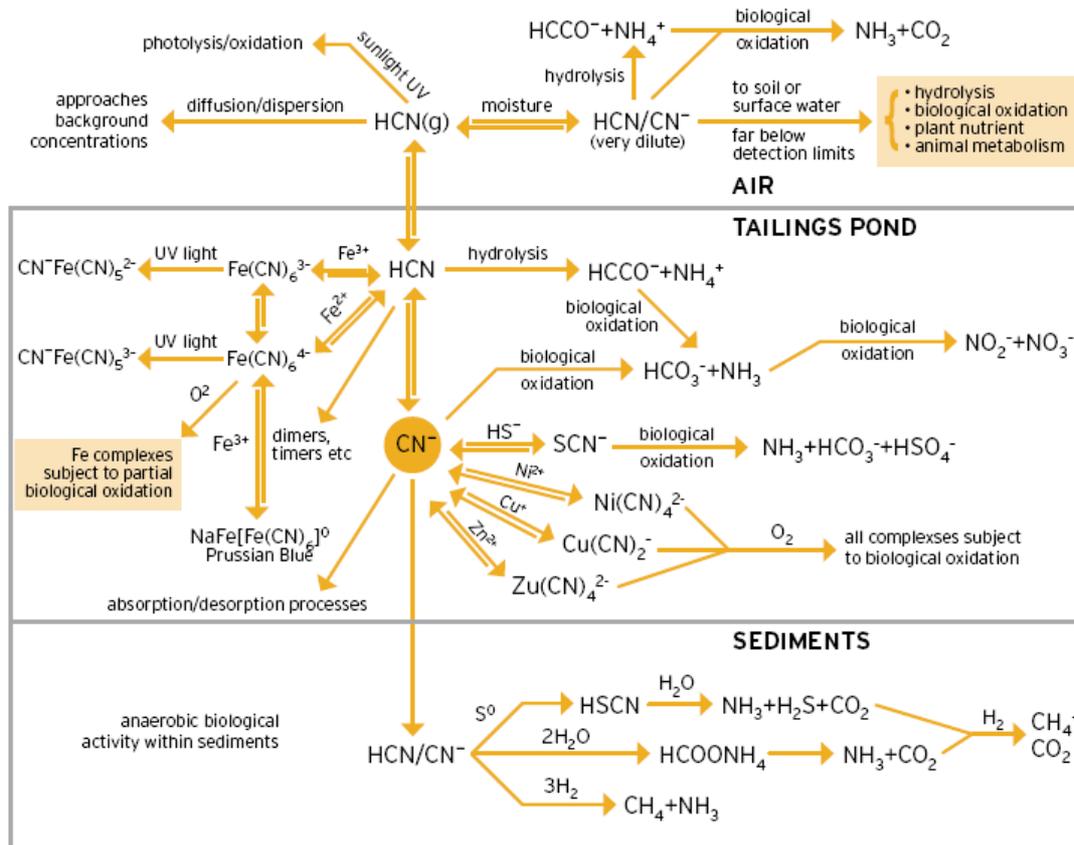


Figure 2 : Comportement et transformation du cyanure à l'intérieur d'un bassin à résidus (tailing pond) et dans différents compartiments de l'environnement (air et sédiment) (Mudder et al., 1991)

Dans l'air

Les cyanures dans l'atmosphère se présentent essentiellement sous la forme gazeuse HCN. Ce composé présente cependant un faible taux de dégradation dans l'air et est résistant à la photolyse. Les réactions de dégradation les plus importantes sont celles avec les radicaux hydroxylés générés photo-chimiquement, suivies par une oxydation rapide conduisant à la production de monoxyde de carbone et d'oxyde nitrique.

Ce composé est également faiblement redéposé sous forme solide. La demi-vie de HCN dans l'atmosphère est évaluée entre 1,4 et 2,9 années.

Dans les sols

Les cyanures peuvent être présents dans les sols sous la forme HCN libre, cyanures métalliques alcalins ou complexes métallo-cyanures immobiles. Les cyanures sont généralement moyennement mobiles dans les sols. D'une manière générale, leur mobilité est d'autant plus faible que le pH est bas et que la teneur en oxydes de fer, particules chargées positivement et argile est élevée (ATSDR, 1997).

Dans les eaux

Les cyanures sont présents dans l'eau essentiellement sous forme HCN. Ils peuvent également se présenter sous le forme ion cyanure, KCN, NaCN ou CaCN ou encore sous la forme de complexes métallo-cyanures de stabilité variable. HCN et cyanures libres sont en équilibre en fonction du pH et de la température. A des pH < 8, la forme cyanure libre est retrouvée à plus de 93 % (INERIS, 2011 et ATSDR, 1997).

Les formes alcalines des complexes métallo-cyanures sont très solubles dans l'eau et leur dissociation est rapide. La proportion de HCN formé suite à cette dissociation est alors fonction du pH : lorsque celui-ci décroît, la proportion d'HCN formé augmente.

Dans la plupart des eaux naturelles, la température n'est pas assez élevée et le pH trop neutre (entre 4 et 9) pour observer une transformation significative des cyanures et de leurs dérivés. A noter que les eaux guyanaises présentent des températures élevées généralement entre 25 et 28 °C et des pH légèrement acides généralement entre pH 5 et pH 6.

Même si le cyanure d'hydrogène est très soluble, le transport de ce composé par la pluie semble négligeable (ASTSDR, 1997).

Dans les eaux souterraines, la volatilisation des cyanures est limitée et ils peuvent donc persister dans ce milieu du fait du contenu très faible en oxygène. Ainsi des teneurs significatives peuvent être retrouvées au droit des sites où les teneurs dans les sols sont toxiques pour les microorganismes limitant la biodégradation.

2.2.2. Persistance

Biodégradation

La biodégradation est un mécanisme important pour la transformation des cyanures dans les eaux de surface. La biodégradation est contrôlée par la concentration en cyanure, le PH, la température, la concentration et la disponibilité des nutriments pour les souches dégradantes. Boening et Chew (1999) considèrent que la concentration en cyanure doit être au maximum de 50 mg/l d'eau pour que la biodégradation soit efficace. Une étude de 1951, rapportée par l'ATSDR (1997) et réalisée en condition de laboratoire, a montré que la demi-vie des cyanures dans deux eaux de rivière était comprise entre 10 et 24 jours, cependant cette valeur est à prendre avec précaution car la dégradation chimique n'a pas été prise en compte lors de cette expérimentation.

Ainsi certains auteurs considèrent que la température des eaux de surface ne serait généralement pas assez élevée et le pH trop neutre pour permettre une transformation significative du cyanure dans ce milieu.

De la même manière que dans les eaux de surface, la biodégradation des cyanures dans les sols serait contrôlée par la concentration en cyanure, le pH, la température, la concentration et la disponibilité des nutriments pour les souches dégradantes. Dans les sols, les cyanures présents à faible concentration se dégradent avec formation initiale d'ammoniac transformé en nitrites et nitrates, en présence de bactéries nitrifiantes.

Concernant le milieu anaérobique, peu d'information sur la dégradation des composés cyanurés sont disponible dans la littérature. En milieu anaérobique, les produits de dégradation des cyanures sont le bicarbonate et le formate, mais les mécanismes de dégradation dans ces conditions sont encore peu connus.

Bio-accumulation

Le cyanure d'hydrogène ne se bio-accumule pas dans les organismes vivants, qu'ils soient aquatiques ou terrestres.

Toxicité

La dangerosité du cyanure provient de sa capacité à agir comme poison violent. Ses effets toxiques les plus graves se produisent à l'intérieur des organismes et sont dus à la combinaison de CN⁻ avec le fer de l'hémoglobine empêchant l'oxygénation du sang.

La toxicité des complexes de cyanure est liée à la facilité avec laquelle le cyanure libre peut être dissocié du complexe. Le tableau ci-dessous regroupe les principaux composés de cyanure. Cette classification est établie en fonction de leur toxicité décroissante et de leur stabilité.

Réf.	Désignation	Dénomination analytique réglementaire	Spéciations / composés	Cte d'équilibre	Solubilité g/100mL	Toxicité/poisson LC50 en mg/L
1	Cyanure libre	Cyanure libre	CN ⁻ , HCN _g	9,2	- 9,2	~ 0,1 0,05 – 0,18
	Cyanures composés simples <i>A_ solubles</i>	Cyanure libre	KCN(s) NaCN.2H ₂ O(s) Ca(CN) ₂ (s)		71,6 (25°C) 34,2 (15°C)	0,03 – 0,08 0,4 – 0,7
2	Cyanures composés simples <i>B_ Relativement insolubles</i>	Cyanures Aisément libérables <i>terme anglais: WAD (weak acid dissociable)</i>	CuCN(s) Zn(CN) ₂ (s) Ni(CN) ₂ (s)	19,5 15,9 -	9,1x10 ⁻⁴ (15°C)	- - -
	Cyanures faiblement complexés / faiblement liés	Cyanures aisément libérables <i>anglais: WAD (weak acid dissociable)</i>	Cd(CN) ₄ ²⁻ , Zn(CN) ₄ ²⁻	17,9 19,6		- 0,18
	Complexes cyanurés modérément ou faiblement liés	Cyanures aisément libérables <i>terme anglais: WAD (weak acid dissociable)</i>	Ni(CN) ₄ ²⁻ , Cu(CN) ₂ ⁻ , Cu(CN) ₃ ²⁻ , Cu(CN) ₄ ³⁻ , Ag(CN) ₂ ⁻	30,2 16,3 21,6 23,1 20,5	- -0,26 - - -	0,42 - 0,71 (24h) - -
5	Complexes cyanurés fortement liés <i>anglais: SAD (Strong acid dissociable)</i>	Intégrés dans les cyanures totaux	Fe(CN) ₆ ⁴⁻ , Fe(CN) ₆ ³⁻ , Co(CN) ₆ ⁴⁻ , Au(CN) ₂ ⁻	35,4 43,6 38,3	- - -	35,0 (jour) et de 860 à 940 (nuit) 35,0 (jour) et de 860 à 940 (nuit)
6	Produits de dégradation des cyanures	Thiocyanates	SCN ⁻	-	-	50 – 200
		Cyanates	CNO ⁻	-	-	34 - 54

Figure 3 : Caractéristiques physico-chimiques des différents types de cyanures rencontrés sur les sites miniers et classés en fonction de leur stabilité croissante et toxicité décroissante (Yu Zhang Hydrometallurgy 46, 1997)

La principale voie d'intoxication à l'acide cyanhydrique gazeux ou le cyanogène est l'inhalation. L'intoxication aux sels de cyanures solubles (sodium, potassium, calcium et ammoniacal) par ingestion résulte à la fois d'une absorption intestinale des ions cyanures mais également par l'inhalation de l'acide cyanhydrique généré au niveau stomacal en raison de l'acidité du milieu. Les cyanures sont très rapidement absorbés par inhalation (quelques secondes) et par voie orale (quelques minutes à quelques heures).

Au cours d'une exploitation minière les principaux risques pour l'homme sont liés à la poussière produite durant la manipulation de ce produit ou au moment de la

préparation de la solution cyanurée, pouvant générer la formation de cyanure d'hydrogène gazeux. La dose létale par ingestion est estimée à 180 mg et la dose létale par inhalation est de 100 ppm (Noyer, 1997). Le cyanate est moins toxique que HCN et s'hydrolyse facilement en ammoniac et dioxyde de carbone.

Ecotoxicité pour les organismes aquatiques

Dans la colonne d'eau, concernant l'écotoxicité aiguë, une importante variabilité intra et interspèce a été observée, et il ne semble pas qu'un taxon soit plus sensible qu'un autre. La concentration provoquant un effet pour 50% des organismes (CE₅₀) la plus faible est de 57 µg.L pour les algues, de 29 µg.L pour les invertébrés et de 41,4 µg.L pour les poissons. Concernant le compartiment benthique et les organismes associés à ce milieu, aucun résultat valide d'essai de toxicité n'existe dans la littérature selon l'INERIS (2011).

2.3. VALEURS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTALES DE REFERENCES

2.3.1. Dans le milieu du travail (air)

Les valeurs de références utilisés dans le milieu du travail en France sont issues des notes documentaires *INRS ND 2098 (2005) «valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France»* et *ND 2190-191-03 «indices biologiques d'exposition»*. Ainsi la Valeur limite de Moyenne Exposition (VME), pour une durée d'exposition égale à la journée de travail, correspondant au risque toxique à long terme, est établie à 5 mg/m³ pour les cyanures et 4 mg/m³ (2 ppm) pour les cyanogènes dans l'air. La valeur limite d'exposition à court terme (VLE), soit le plafond maximum qui ne doit jamais être dépassée sur 15 minutes, est fixée à 20 mg/m³ (10 ppm) pour les cyanogènes.

2.3.2. Valeurs de la qualité des eaux de consommation

Pour les eaux de consommation, les valeurs de références sont présentées dans le tableau de synthèse ci-dessous associées à leurs références.

Cadre	Référence	Seuil pour les cyanures totaux
France	Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine	50 µg/L
UE	Directive 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine	50 µg/L
OMS	Référence de qualité pour l'eau de boisson (2006)	70 µg/L

Figure 4 : Valeurs de références pour les eaux de consommation humaine

2.3.3. Concentrations sans effets prévisible pour le milieu aquatique (PNEC)

Une importante variabilité intra et inter espèce est observée, cela peut être dû à la spéciation du cyanure utilisé dans les essais. Au vu des données, il ne semble pas qu'un taxon soit plus sensible qu'un autre.

Les données long terme existent pour trois niveaux trophiques (algues, crustacés, poissons). Cependant, certaines données aiguës sont plus faibles ou équivalentes aux données long terme observées. Par ailleurs, Kimball *et al.* (1978) montrent que la reproduction (production d'œufs) des poissons (*Lepomis macrochirus*) est encore affectée à une concentration de 5,2 µg/L. Des concentrations plus basses n'ont pas été testées. D'après les résultats aiguës, il ne semble pas que les poissons soient plus sensibles que les crustacés. Cependant, il est nécessaire de tenir compte de l'incertitude régnant autour des effets sur la reproduction sur certaines espèces. Par conséquent, l'INERIS propose d'appliquer un facteur d'extrapolation de 50 à la plus faible NOEC, c'est à dire celle rapportée par Koenst *et al.* (1977) pour *Salvelinus fontinalis* NOEC (144 j) = 5,7 µg/L. d'où PNEC eau douce = 0.114 µg/L.

3. La cyanuration dans l'industrie aurifère

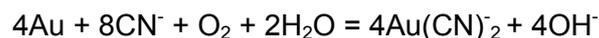
Le cyanure est utilisé depuis plus de cent ans pour aider à la récupération de l'or des gîtes primaires. Le procédé de cyanuration est bien établi et est la principale technique employée à travers le monde pour la récupération de l'or. Bien que l'industrie minière recherche depuis de nombreuses années des alternatives à la cyanuration, à l'heure actuelle il n'existe aucun substitut plus efficace, plus facile à utiliser, moins coûteux et plus sûr pour la santé humaine et l'environnement (Mudder, 1999).

En 2000, on dénombrait dans le monde quelque 875 exploitations minières d'or ou d'or et d'argent. Sur ces 875 mines, 460 (c'est à dire 52 %) avaient recours au cyanure, 15 % d'entre elles pratiquaient la lixiviation en tas et 37 % recouraient à la cyanuration pour la lixiviation en cuve (Commission européenne, 2009).

Actuellement en Guyane, la récupération de l'or s'effectue dans des concentrateurs centrifuges et sur des tables à secousses après les étapes de concassage – broyage.

La cyanuration est un procédé chimique, par opposition aux procédés physiques tel que la gravimétrie, utilisés actuellement en Guyane. L'industrie minière a recours à la cyanuration pour **extraire l'or fin des gîtes primaires altérés**. Elle repose sur le principe de la lixiviation, qui désigne les techniques d'extractions de produits solubles, à l'aide d'une solution cyanurée. Cette technique est particulièrement adaptée pour les minerais de faible teneurs, jusqu'à 0.2g/t.

Le principe de la cyanuration repose sur le fait que les ions cyanures forment des complexes très stables avec l'or, l'argent et quelques autres métaux. Les solutions de cyanures faiblement alcalines dissolvent préférentiellement l'or et l'argent contenus dans le minerai, selon la réaction chimique correspondante :



Le taux de dissolution de l'or dépend de la concentration en cyanures de sodium (NaCN) et de l'alcalinité de la solution, l'optimum étant situé entre pH 10 et 11.

Seulement 0,3 à 0,5 grammes de cyanure par tonne d'un minerai type sont en principe nécessaires pour dissoudre et extraire l'or, cependant dans la pratique, la consommation peut être comprise entre 300 grammes à plus de 2000 grammes par tonne pour atteindre une extraction efficace. L'excès de cyanure est consommé par l'oxydation en cyanate, la volatilisation sous forme de gaz HCN ainsi que par la complexation avec le cuivre, le fer et le zinc ou des réactions avec d'autres sulfures pour former du thiocyanate.



Figure 5 : Stockage des caisses de cyanure



Figure 6 : Alimentation du cyanure dans l'usine

3.1. PROCÉDES DE CYANURATION

On peut distinguer deux familles de procédés, il existe des techniques de lixiviation en tas et ou en cuves.

3.1.1. Lixiviation en tas – Principes et généralités

La lixiviation en tas, par rapport à la lixiviation en cuve, présente les avantages d'être un procédé relativement simple, avec des coûts d'investissement et de production plus faibles. Elle est plus adaptée à un minerai de roche poreuse qui contient un or microscopique et à basse teneur. Elle est généralement mise en œuvre dans les zones climatiques sèches car elle permet le recyclage presque intégral des eaux cyanurées.

Une installation de lixiviation en tas se compose des éléments suivants :

- Un système de prétraitement du minerai,
- un tas et une aire de lixiviation,
- un système d'arrosage par la solution et de récupération des jus,
- un circuit de récupération du métal,
- un bassin pour la solution chargée et la solution stérile.

a) Le prétraitement du minerai

Le prétraitement peut varier entre un concassage seul, concassage et agglomération ou agglomération seule, selon la nature du minerai. L'objectif étant d'obtenir une poudre, suffisamment fine pour que la solution entre bien en contact avec l'or et suffisamment perméable pour que la lixiviation soit uniforme à travers tout le tas.

Ainsi, pour les minerais moins perméables, une agglomération des particules fines par un liant tel que le ciment ou de la chaux est nécessaire pour améliorer la percolation de la solution cyanurée dans le tas.

b) Tas et aire de lixiviation

La construction du tas et de l'aire de lixiviation requiert la prise en compte de divers facteurs tels que le type et l'origine du minerai, le type de métallurgie, la topographie du site, les caractéristiques géotechnique, hydrologique et climatique du site. De plus l'aire de lixiviation doit prévenir les infiltrations de solution cyanurée dans le sol.

Le placement du minerai sur le tas est aussi déterminant, il est fonction de la nature du minerai. En effet, il faut limiter le plus possible le tassement et la formation de couches différenciées au sein du tas.

c) Système d'arrosage par la solution et de récupération des jus

Généralement la solution de lixiviation est pompée dans un bassin à jus stériles où elle est dispersée à la surface du tas par différents système d'arrosages. La solution doit être répartie de manière uniforme à la surface du tas. L'arrosage doit consister en un écoulement non saturé de la solution à travers le tas. En effet la réaction chimique de dissolution de l'or par la cyanuration nécessite une oxygénation naturelle du tas.

Une couche de matériau perméable est située à la base du tas afin de recueillir la solution, elle est ensuite drainée à l'aide d'un système de tuyauteries. La solution ainsi recueillie est ensuite filtrée puis stockée dans un bassin. Ce bassin recueille également

l'eau de ruissellement du tas, il doit donc être conçu de manière à tenir compte des précipitations exceptionnelles.

d) Récupération de l'or

La récupération de l'or de la solution chargée s'opère par absorption sur colonnes de charbon actif ou par précipitation sur zinc selon le procédé de Merrill-Crow.

La solution stérile, après récupération de l'or, est renvoyée vers le bassin des jus stériles. On y ajoute du cyanure et des réactifs pour atteindre un pH proche de 10, avant de renvoyer la solution sur le tas.

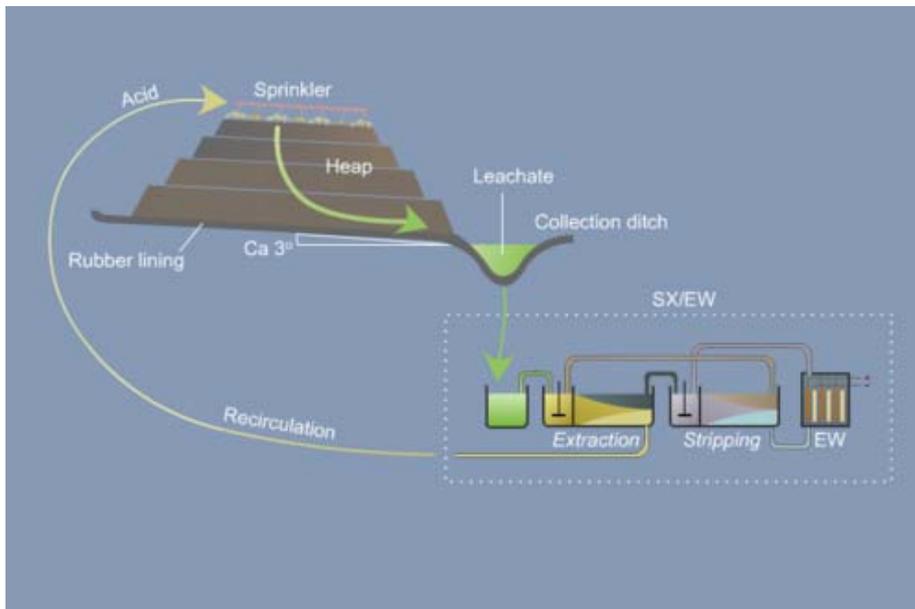


Figure 7 : principe de la lixiviation en tas.

Dans le cas de la lixiviation en tas, il n'y a pas de parc à résidus, car la lixiviation par les jus cyanurés se fait directement à travers le minerai mis en tas.

3.1.2. Lixiviation en tas - Pratiques et contraintes

L'évolution des pratiques en ce qui concerne la lixiviation en tas conduit à considérer les paramètres clés qui sont les suivants :

- La **gestion des eaux** est un sujet sensible en climat équatorial et tropical, car un excès d'eau à travers les tas va entraîner une dilution des jus cyanurés

(néfaste à l'efficacité de la récupération de l'or), une instabilité des pentes des tas, mais aussi générer une quantité d'eau que l'installation ne pourra pas gérer (tuyauterie, bassins, etc.). Une des solutions est de couvrir temporairement les tas avec des bâches plastiques. En effet une opération en opération normale est en circuit fermé, en cas de fortes pluies, il est très difficile de stocker les excédents d'eau (grande surface de bassin) et des rejets dans le milieu naturel deviennent nécessaires. La hauteur maximale des tas finaux doit donc prendre en compte le type de minerai, et les conditions climatiques. L'importance du bilan hydrique dans le dimensionnement est capitale et pour une installation de grande capacité la qualité de la gestion des opérations sera d'autant plus importante.

- **La fermeture de ces installations** : si le cout de fonctionnement de la lixiviation en tas est inférieur à celui de la lixiviation en cuves, la fermeture réclame du temps et des coûts non négligeables pour laver les tas (doit se faire a fur et à mesure de l'abandon de chaque gradin durant la vie de la mine), qui sont des résidus miniers, et procéder à leur réhabilitation afin d'éviter des contaminations des eaux de surface et souterraines ainsi qu'assurer une stabilité sur le long terme (confinement des tas). Un plan de fermeture avec une analyse des risques est indispensable.

Dans le cas de la Guyane il s'agit d'un point clé d'un exploitation par cyanuration en tas. Selon le positionnement du site et notamment la proximité avec un cours d'eau, un suivi strict du devenir des installations et des tas s'avère nécessaire. A noter qu'il n'y a pas de retour d'expérience dans ce domaine en Guyane. Le site pilote de Changement (cf. paragraphe suivant) s'étant arrêté à la fin des années 90.

- **La stabilité des tas du fait d'une hauteur de plus en plus haute avec une succession de gradins reposant sur des géomembranes étanches.** La hauteur finale de ces tas qui atteignait 50 m dans les années 1990 peut atteindre, à l'heure actuelle, 200m dans certains cas. Cette évolution étant liée aux contraintes de surface disponible pour ce type d'opération consommatrice d'espace. Ceci entraine des contraintes potentielles sur l'intégrité des géomembranes (contrôle des fuites potentielles) posées entre chaque gradin afin de récolter les jus cyanurés. De plus la percolation des fluides à travers le minerai (degré de saturation élevé) augmente les risques d'accident par instabilité des pentes des tas, érosion et /ou liquéfaction pour certains types de minerai.



Figure 8 : exemple de lixiviation en tas au Ghana



Figure 9 : Exemple de problème de gestion des eaux en climat tropical

3.1.3. Lixiviation en tas – Essais réalisés en Guyane

Un pilote de cyanuration en tas de rejets aurifères a été réalisé par le BRGM en 1986 et 1987 sur l'exploitation de Changement (80 km au sud de Cayenne) à la demande de

la SESIC (Société d'exploitation du Site de Changement). L'objet de cet essai était de tester l'intérêt de la méthode et d'identifier ses contraintes.

Les principales conclusions de cet essai sont présentées dans un rapport du BRGM (Matheus et Libaude, 1987). La SESIC exploitait un gisement d'or primaire, constitué principalement de filons de quartz broyés et oxydés dans des schistes altérés et argilisés. Ce gisement qui extrayait l'or par gravimétrie, présentait une teneur élevée (entre 5 et 6 g/t) ce qui a incité à envisager le retraitement des rejets gravimétriques par cyanuration en tas. Le tas pilote était constitué de 2700 t de matériaux, la teneur moyenne en or s'élevait à 6,3 g/t.

Il est précisé que l'abondance de la pluie (1300 mm cumulé pendant l'essai) n'a pas perturbé significativement le fonctionnement des opérations. Environ 800 m³ de solution cyanurée ont dû être rejetés après traitement. Le volume total perdu par évaporation a été estimé à 545 m³. **Il est d'ailleurs souligné que l'évaporation est un facteur non négligeable dans le maintien en eau de l'installation. Une capacité de stockage suffisamment importante des solutions cyanurée est recommandée, afin d'équilibrer le bilan en eau de l'installation.** Par ailleurs Il a été suggéré que l'utilisation de tas couverts permettrait de diminuer la surface collectrice des pluies (mais limite l'évaporation), qui doit être comparée à la construction de bassins plus grands et plus profonds. Car si l'abondance des pluies n'a pas perturbé l'essai dans la durée de manière significative, elle peut très ponctuellement à l'occasion de précipitations importantes sur un laps de temps court être dommageable. Ainsi, **dans tous les cas, compte tenu de l'importance des précipitations rencontrées en Guyane, il est indispensable de prévoir un bassin de rejet et le traitement de son contenu.**



Figure 10 : mine de changement. Pilote de traitement du minerai par cyanuration en tas.

Des essais en laboratoire ont aussi été réalisés sur des échantillons de deux puits de la mine de Loulouie (Crouzet *et al.*, 1987), il ont eu pour but de fixer les bases d'un procédé industriel de cyanuration en tas pour l'exploitation d'or primaire de Loulouie.

Après ces essais, le site de Changement a été exploité pendant une petite dizaine d'année par la société SESIC (Société d'Exploitation du Site de Changement) puis abandonné. L'article de Verten et al. (1990) fait le point sur le développement de la cyanuration en tas après 3-4 ans d'exploitation. Les choix en matière de conception des installations de production y sont développés. L'exploitant explique ainsi que pour une lixiviation en tas, deux options ont été envisagées :

- La construction d'aires perdues sur membranes plastiques, abandonnées à la fin du traitement ;
- La construction d'aires récupérables utilisables plusieurs fois, en béton ou autre matériau capable de supporter le roulage d'engin.

Compte tenu de la forte pente caractéristique du site et de l'importance du boisement, la deuxième option a été retenue. Cette option présente par ailleurs l'avantage d'une meilleure maîtrise des écoulements induits par les fortes précipitations du site. Ce dispositif permet ainsi la couverture des tas.

Deux aires bétonnées de 15m x 30m ont ainsi été construites (voir figure suivante). L'article de Verten et al. (1990) développe la préparation du minerai et le procédé de récupération de l'or. Si des informations précieuses et pertinentes sont données sur le dimensionnement du chantier et notamment sur la gestion des tas, il manque des informations sur le devenir et le traitement des rejets. Ce n'était cependant pas l'objet de l'article.



Figure 11 : mine de Changement. Vue générale des aires de lixiviation. D'après Verten et al., 1990.

Depuis, aucun suivi n'a, a priori, été réalisé sur le site de Changement. Compte tenu des enjeux en terme de suivi post-fermeture, il serait intéressant d'évaluer l'état environnemental du site actuel.

Il est important de souligner que ces essais avaient pour objectif de développer et de tester des procédés d'exploitation de l'or et non d'avoir une approche globale de l'utilisation de la cyanuration en Guyane. Les rapports cités précédemment se focalisent donc en priorité sur le développement des procédés, les rendements, l'intérêt technique et économique de la méthode et non sur ses éventuelles conséquences environnementales. Celles-ci restent à étudier.

3.1.4. Lixiviation en tas – Conclusions et recommandations pour la Guyane

Bien que plus simple en apparence au niveau du procédé appliqué pour des minerais oxydés basse teneur, la lixiviation en tas requiert un design sans faute et un management compétent comme pour la lixiviation en cuves en particulier en climat tropical ou équatorial.

Le tableau suivant résume les avantages et les inconvénients de ce procédé dans le contexte géographique et climatique de la Guyane et les recommandations associées.

Lixiviation en tas		Recommandations pour une mise en œuvre en Guyane
Points forts	Facteurs limitant ou de vigilance dans le contexte guyanais	
Facilité de mise en œuvre, absence de parc à résidus mais tas résiduels équivalent en volume ou supérieur car technique adapté au minerai basse teneur, lixiviation directe par jus cyanurés à travers le minerai mis en tas. La porosité du minerai peut requérir une phase d'agglomération	Simple en apparence mais difficile à maîtriser en milieu équatorial Déficit de personnel technique qualifié	Bien que les techniques ne soient pas complexes, leur mise en œuvre nécessite une formation adaptée des opérateurs et de leur personnel, une mise à niveau régulière et un suivi régulier du respect des règles de base
Coût d'investissement et de production limités et adapté à des exploitations de taille moyenne		L'étude de faisabilité identifiera les paramètres de l'exploitation dont le rendement
Pas de séparation solide- liquide ni de broyage fin mais la stabilité des tas durant l'exploitation et sur le long terme est un facteur important	Importance des précipitations, risque de lessivage rapide des jus cyanurés Longueur de la saison des pluies qui ne permet pas toujours d'adapter l'exploitation à la saison	Adapter le dimensionnement et les caractéristiques du tas et de l'aire de lixiviation aux conditions climatiques et événements extrêmes <ul style="list-style-type: none"> • Couverture des tas (fixes ou mobiles) • Mise en place d'un ou plusieurs bassins de rejets et destruction des cyanures avant rejet pendant la saison des pluies • Barrière étanche bassins/tas (géotextile) • Assurer un suivi régulier et strict du respect des procédures et du plan de gestion
Tas et aire de lixiviation : aire supplémentaire nécessaire mais assez limitée et réaliste en Guyane, fonction de la taille de l'exploitation et de sa localisation	Morphologie du site et notamment pente, précipitations	
Pas de parc à résidus qui est couteux en fonction de la surface et de l'importance des digues	Fermeture qui nécessite du temps et des coûts non négligeables pour laver les tas, qui sont des résidus miniers, et procéder à leur réhabilitation afin d'éviter des contaminations des eaux de surface et souterraines + stabilisation des tas	Elaboration d'un plan de fermeture avec une analyse des risques. Réalisation d'un suivi régulier post-fermeture

Figure 12 : lixiviation en tas - synthèse des points forts et des contraintes pour la Guyane.

3.1.5. Lixiviation en cuve – Principes et généralités

Les deux principales techniques utilisées dans l'industrie minière sont le « *Carbon In Pulpe* » (CIP) ou le « *Carbon In Leach* » (CIL). Elles reposent également sur la propriété de solubilité de l'or dans une solution cyanure de sodium.

La technique CIP était envisagée par la société IAMGOLD pour le projet d'exploitation minière de Camp Caïman (voir figure 11). Le CIL est actuellement utilisé par cette même société sur la mine de Rosebel au Surinam.



Figure 13 : Mine d'or de Rosebel (Surinam). D'après IAMGOLD.

Le minerai d'or est préalablement finement broyé et amené sous forme de boue (ou pulpe) dans une série de cuve de lixiviations. Cette boue est ensuite agitée dans les cuves de lixiviation, par voie mécanique ou par injection d'air ou elle est mise en contact avec la solution de cyanure dans des cuves avec du charbon actif. Les complexes métalliques or-cyanure contenus dans les boues sont ainsi absorbés sur le charbon actif que l'on sépare des boues par tamisage, l'or est ensuite récupéré par extraction chimique ou électrolyse.

Lorsque l'on introduit du charbon actif directement dans les cuves de lixiviation le procédé est appelé « *Carbon in Leach* » ou CIL. Si le charbon actif est ajouté dans des cuves séparées après lixiviation il est appelé « *Carbon-In-Pulp* » ou CIP.

Durant le processus de lixiviation il faut s'assurer que le pH de la boue à une valeur de 10 à 11 en utilisant de la chaux à l'entrée du circuit pour empêcher, lors de l'adjonction du cyanure, que du cyanure d'hydrogène gazeux ne se dégage et pour garantir que le cyanure va rester dans la solution pour dissoudre l'or.

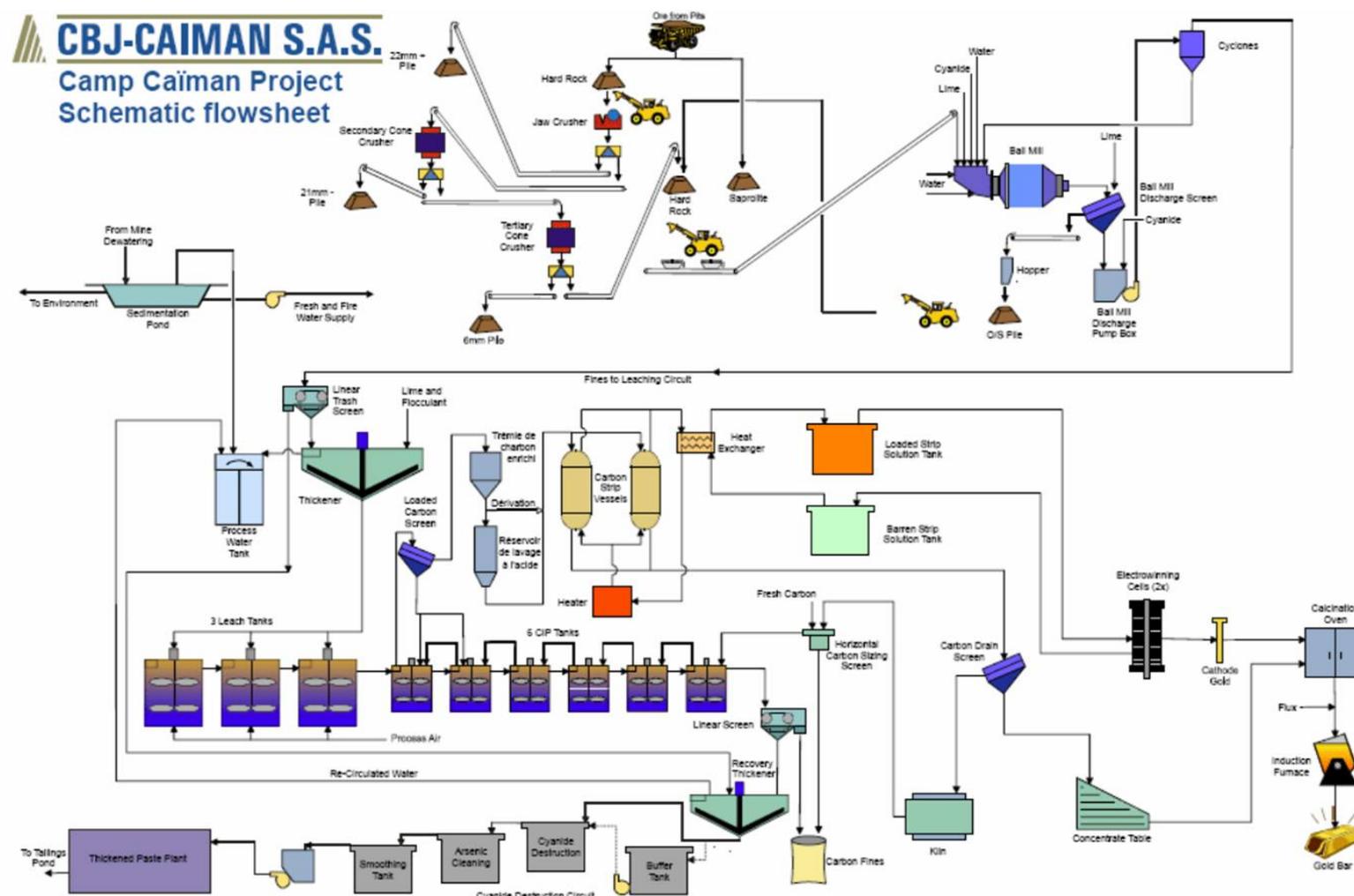


Figure 14 : Exemple de l'usine de cyanuration du projet Camp Caiman d'après IAMGOLD (Montagne de Kaw, Guyane)

Les boues dont l'or a été extrait forment les résidus. Soit on met en place une séparation solide/liquide (et construire une partie des digues avec les fractions les plus grossières) pour récupérer l'eau et le réactif cyanuré résiduel, soit on les traite pour neutraliser ou récupérer le cyanure, ou on les envoie directement dans des bassins à résidus. La granulométrie des résidus est comprise entre 2 mm et quelques microns, l'évolution des technologies va vers une diminution de la taille des grains (<50 µm). En raison de leurs caractéristiques mécaniques (très forte teneur en eau), les résidus sont gérés comme des liquides et stockés en bassins. Pour information les parcs à résidus prévus pour le projet à Camp Caïman étaient compris entre 10 et 25 ha.



Figure 15 : Parc à résidus conventionnel

La stabilité physique de ces ouvrages est l'enjeu principal à cause des accidents (ruptures de digues ou débordements) qui menacent la qualité des eaux des rivières, la vie sauvage, les personnes et leurs biens. Les caractéristiques chimiques de ces déchets (mobilité des métaux et d'autres réactifs présents) sont souvent sources de problèmes. Le challenge pour les mineurs est de concevoir, construire et gérer des ouvrages de stockage de telle manière qu'ils restent stables et sécurisant dans le futur.

Une nouvelle approche dans le stockage des résidus consiste à épaissir les résidus grâce à une séparation solide/liquides plus ou moins poussée qui aboutit à des résidus avec une très faible humidité résiduelle. De ce fait les résidus sont stables et les digues bordières des parcs sont de taille beaucoup plus modeste. Les risques de fuites dans le milieu naturel et de ruptures des digues s'en trouvent considérablement diminués.

De plus la réhabilitation d'un parc à résidus conventionnel n'est pas facile car il faut un temps de consolidation de plusieurs années avant de pouvoir accéder avec des engins

dans les parcs. Dans le cas de résidus épaissis il est plus aisé de procéder à une réhabilitation progressive durant la vie de la mine.



Figure 16 : Exemple de stockage de résidus épaissis

3.1.6. Lixiviation en cuve – Conclusions et recommandations pour la Guyane

Le tableau suivant fait le point sur les points forts de cette méthode sur ces facteurs potentiellement limitant ou nécessitant une certaine vigilance en Guyane.

Lixiviation en cuve		Recommandations pour une mise en œuvre en Guyane
Points forts	Facteurs limitant ou de vigilance dans le contexte guyanais	
La lixiviation en cuve à un meilleur rendement pour des minerais riches	Très important car si les résidus contiennent encore de l'or exploitable ils pourraient faire l'objet de réexploitation illégale mettant à mal les travaux de réhabilitation	L'étude de faisabilité dont les résultats sur les paramètres d'exploitation seront inclus dans l'Etude d'Impact sur l'Environnement
	Présence de mercure naturel : les procédés de traitement pour récupérer facilitent la concentration du mercure dans les résidus et les jus cyanurés et peut être émis aux différentes étapes du procédé	Mise en place de mesures de prévention d'émissions et de récupération du mercure sous forme liquide
	Déficit de personnel technique qualifié	<ul style="list-style-type: none"> • Former les opérateurs aux bonnes pratiques • Vérifier les capacités techniques de l'opérateur • Assurer un suivi régulier du respect des bonnes pratiques et du plan de gestion
	Stabilité du parc à résidus (principale cause d'accident = rupture de digue du parc ou débordement)	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer un dimensionnement et une gestion rigoureuse des ouvrages de stockage • Assurer un suivi strict et régulier, notamment en période de fortes pluies • Nécessité d'utiliser des techniques de stockage non conventionnelles (résidus épaissis), qui diminue les risques et facilite une réhabilitation progressive
	Caractéristiques chimiques des déchets et notamment des autres métaux potentiellement mobilisés (As, Sb, Fe, Zn, Cu....)	Destruction des cyanures et confinement du parc à résidus. Nécessité d'un suivi post fermeture

Figure 17 : lixiviation en cuve - synthèse des points forts et des contraintes pour la Guyane

3.2. TRAITEMENT DES RESIDUS

Les procédés de récupération de l'or par cyanuration produisent des eaux très alcalines, riches en ions cyanures, en complexes de cyanures métalliques stables et en produits de transformation des cyanures. Ainsi, en plus d'ions cyanure libres, les eaux contiennent généralement des complexes de cuivre, de fer, de nickel, et de zinc de type métalocyanures ainsi que du thiocyanate, du cyanate et de l'ammoniac. La concentration de ces composants est surtout fonction de la composition chimique du minerai.

Le cyanure peut être détruit ou récupéré par plusieurs procédés, ils peuvent être chimiques ou biologiques.

3.2.1. Les processus chimiques

Le choix du traitement chimique le plus approprié dépend de la nature chimique de la solution à traiter, de son volume et des conditions environnementales acceptables. Les procédés de traitements des cyanures fonctionnent sur le principe de conversion du cyanure en composés moins toxiques par réaction d'oxydation (figure suivante).

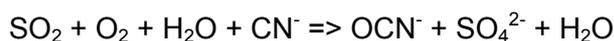
Procédé employé	type	Méthode utilisée	Réactifs de base en jeu	Produits issus de la dégradation
DESTRUCTION des CYANURES par OXYDATION				
Chloration alcaline	C	Oxydation par le Cl ₂ ou NaClO à pH>11	Cl ₂ ou ClO ⁻ , NaOH	CNO ⁻ puis en N ₂ et CO ₃ ²⁻
SO ₂ /Air	C	Oxydation par SO ₂ et air avec catalyseur Cu; procédé INCO	SO ₂ , air, Cu comme catalyseur	CNO ⁻
Péroxyde d'hydrogène H ₂ O ₂	C	Oxydation avec H ₂ O ₂ et Cu ₂ ⁺ comme catalyseur	H ₂ O ₂	CNO ⁻ , CO ₃ ²⁻ et CO ₂
Acide de Caro H ₂ SO ₅	C	Oxydation	H ₂ SO ₅	CNO ⁻
Charbon actif (CIP)	C+P	Oxydation avec CA et catalyseur Cu	Charbon actif, air/O ₂ , catalyseur Cu	CNO ⁻ , CO ₃ ²⁻ , NH ₄ ⁺ ,
Bio-dégradation	B	Oxydation utilisant les micro-organismes autochtones	Na ₂ CO ₃ , H ₃ PO ₄	CO ₃ ²⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ ,
Oxydation Catalytique UOP	C	Oxydation avec air à température <130° et pression ~550 kPa avec catalyseur	catalyseur	CO ₂ , N ₂ , NH ₄ ⁺ ,
Ozonation	C	Oxydation par l'ozone	O ₃ ,	CO ₃ ²⁻ , N ₂ ,
Oxydation à l'air humide	C	Oxydation à température élevée (175 à 320°) et haute pression (2100-20700 kPa)	-	CO ₂ , N ₂ ,
Photo-catalytique	C+P	Oxydation avec UV (léger visible) avec substrat TiO ₂ , ZnO ou CdS	UV et substrat TiO ₂ , ZnO ou CdS	CNO ⁻ , puis NO ₃ ⁻ et CO ₃ ²⁻

Figure 18 : Procédés de destruction des cyanures par oxydation

Quelques-uns des principaux procédés chimiques sont présentés plus en détail ci-dessous d'après Akcil, 2003.

a) Dioxyde de soufre et air

Ce procédé a été développé par l'entreprise minière canadienne INCO dans les années 1980. Il utilise le dioxyde de soufre et de l'air, en présence d'un catalyseur composé de cuivre soluble, pour oxyder le cyanure en cyanate (OCN⁻) moins toxique.



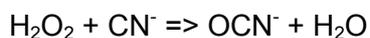
Le principal avantage de ce procédé réside dans le traitement des résidus, mais il peut aussi être utilisé pour le traitement des effluents.



Figure 19 : Unité de destruction du cyanure par le procédé INCO.

b) Peroxyde d'hydrogène

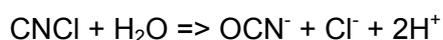
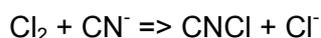
Le processus chimique de traitement par peroxyde d'hydrogène est similaire à celui utilisant du dioxyde de soufre et de l'air, il est également plus utilisé. Ce procédé nécessite également du cuivre soluble pour catalyser la réaction chimique. Le produit final de la réaction est aussi le cyanate.



Ce procédé est principalement utilisé pour le traitement des effluents cyanurés que pour les résidus du fait de l'importante consommation de peroxyde d'hydrogène pour ces derniers. Il s'agit d'un procédé relativement simple capable de fonctionner dans des gammes de pH larges et n'augmente pas le totale des solides dissous, potentiellement néfaste pour l'environnement, comme c'est le cas pour de nombreux traitements chimiques.

c) Chloration alcaline et breakpoint

La chloration alcaline a longtemps été utilisée pour le traitement des cyanures, puis progressivement remplacée par d'autres procédés chimiques. Elle est aujourd'hui seulement utilisée occasionnellement. La réaction de destruction du cyanure par chloration agit en deux étapes. Tout d'abord, la conversion du chlorure de cyanogène (CNCl), suivie de l'hydrolyse du chlore de cyanogène en cyanate.



Si du chlore est ajouté pour atteindre le breakpoint, les thiocyanates et l'ammonium peuvent être également oxydés sous forme d'azote gazeux (N_2), dans le cas où ces deux composés doivent être également traités.

Les traitements au dioxyde de soufre et au peroxyde d'hydrogène ne permettent pas de traiter les thiocyanates, l'ammoniac et les nitrites, issus de la transformation du cyanure. La chloration permet de détruire ces composés mais la concentration de chlorure est souvent trop importante pour que l'eau ainsi traitée soit rejetée dans l'environnement.

3.2.2. Les processus biologiques

Le traitement biologique du cyanure utilise la capacité naturelle des bactéries pour convertir les cyanures libres et les complexes métalliques en bicarbonate et en ammonium. Les métaux ainsi libérés sont soit absorbés au sein du biofilm ou précipité dans la solution.

La première étape du traitement est la destruction par oxydation des cyanures et des thiocyanates, l'adsorption et précipitation consécutive des métaux libres sur le biofilm. Le cyanure et le thiocyanate sont dégradés en une combinaison d'ammonium, carbonate et sulfate. La seconde étape est la conversion de l'ammonium en nitrate par l'intermédiaire du processus de nitrification et de dénitrification classique. Diverses espèces de *Pseudomonas* sont responsables de l'oxydation complète du cyanure, du thiocyanate et de l'ammonium. Le processus de traitement est présenté sur la figure suivante.

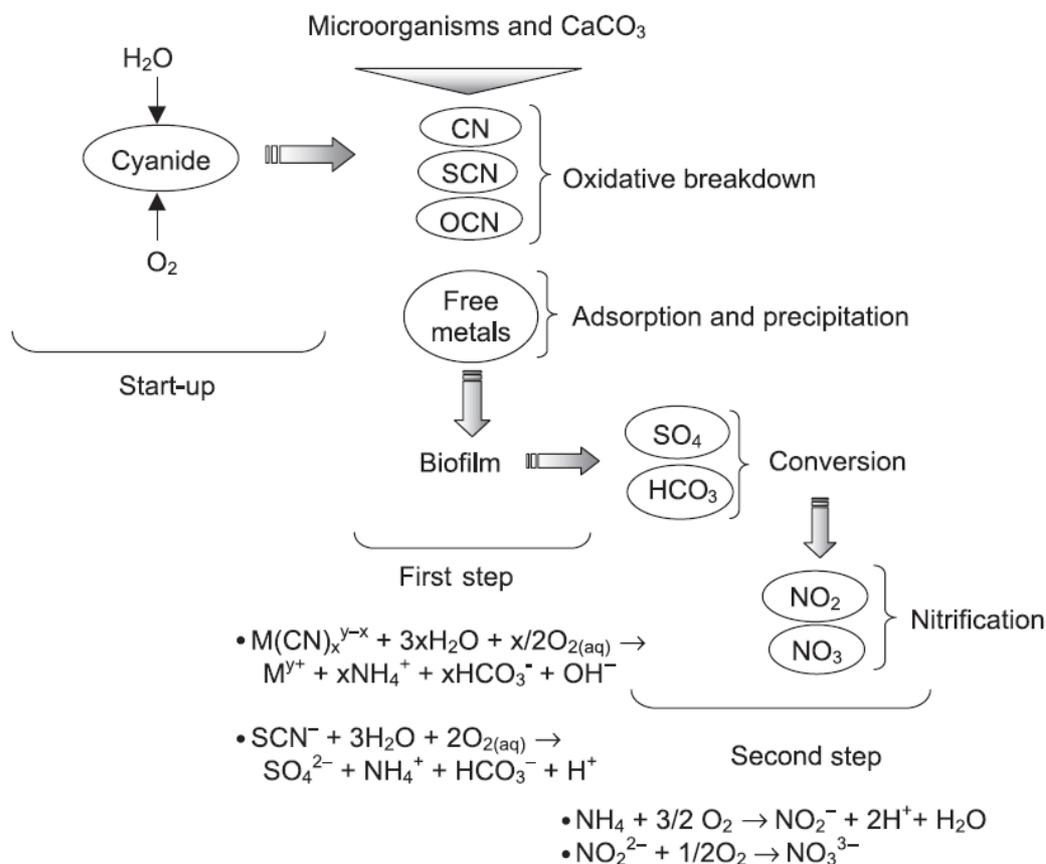


Figure 20 : Processus du traitement biologique en aérobie (Akçil, 2003)

Le traitement biologique est encore très peu utilisé dans l'industrie minière. Les premières unités de traitement biologique dans l'industrie minière ont été utilisées à partir du milieu des années 1980 aux Etats-Unis et au Canada.

3.3. MERCURE ET CYANURATION

La Guyane possède des **teneurs naturelles en mercure** dans les sols et les roches. Les procédés de traitement pour récupérer l'or vont faciliter la **concentration du mercure** dans les résidus et les jus cyanurés.

En effet les complexes d'or et de mercure sont piégés par le charbon actif, puis sont soumis à l'éluion du charbon, la régénération du charbon, l'électrolyse, la production du doré (1500°C). Le mercure est donc susceptible d'être **libéré dans l'atmosphère aux différentes étapes du procédé.**

Des mesures de prévention d'émissions et de récupération du mercure sous forme liquide devront être mises en place (en fonction des concentrations initiales dans le minerai).

Une partie du mercure sera présente également dans les résidus et tout rejet dans le milieu naturel devra prendre en compte la concentration en mercure. Ce dernier pouvant de plus se méthyler par la suite dans certaines parties des cours d'eau. Les enjeux concernent donc à la fois la sécurité des employés et les impacts environnementaux.

3.4. GESTION DES CYANURES DANS L'INDUSTRIE AURIFERE

L'utilisation du cyanure pour la lixiviation de l'or est l'objet d'une polémique depuis ces dernières années. L'accident de Baia Mare en Roumanie a notamment attiré l'attention sur cette technique au niveau européen.

3.4.1. Accidents environnementaux

On relève plusieurs accidents liés aux cyanures dans l'industrie aurifère à travers le monde, dont une trentaine ces 25 dernières années. Ces accidents sont généralement liés à des déversements suite à la rupture d'un bassin de stockage des résidus du fait d'une mauvaise gestion du bilan hydrique (notamment lors de conditions météorologiques extrêmes) ou par défaut de conception et de construction. On relève également quelques accidents relatifs au transport du cyanure (figure 12).

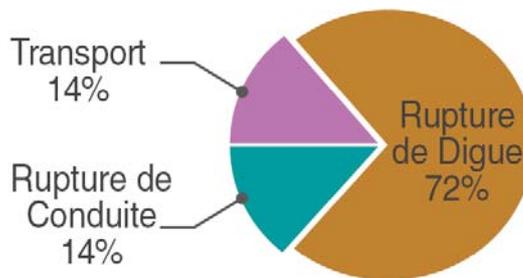


Figure 21 : Répartition des causes des principaux accidents sur les exploitations aurifères entre 1975 et 2000 (PNUE, 2006)

L'accident de Baia Mare a notamment été l'un des plus importants. Le 30 Janvier 2000, une rupture du barrage de résidus de l'usine Aurul SA à Baia Mare, a abouti à la libération de 100 000 m³ de liquide contenant entre 50 et 100 tonnes cyanure dans les rivières Sasar, Lapus, Somes, la Tisza et le Danube avant d'atteindre la mer Noire environ quatre semaines plus tard. Quelque 2000 kilomètres de cours d'eau, dans le bassin versant du Danube, ont été impacté par ce déversement, provoquant la mort de plusieurs tonnes de poissons et la contamination de l'eau potable de plus de 2 millions de personnes en Hongrie.



Figure 22 : Rupture de digue (Hongrie, 2010)

Dans le cas de l'accident de Baia Mare, trois principes fondamentaux de la gestion de l'environnement auraient été ignorés. Tout d'abord, il n'y avait apparemment pas de plan détaillé de gestion des eaux dans la mine. Deuxièmement, de trop fortes concentrations de cyanure ont été autorisées dans les parcs à résidus. Troisièmement, il n'y avait apparemment pas de centre de traitement capable de réduire rapidement les taux de cyanure et de métaux dans les bassins de stockage des résidus (Mudder, 1999).

Au Guyana, à Omai un autre accident de ce type est survenu en août 1995 sur une mine exploitée par la société Cambior. 4,2 million de m³ de résidus cyanurés, à une concentration d'environ 25 ppm, se sont déversés dans la rivière Omai qui se jette dans l'Essequibo impactant près de 100 km de son cours. Il a été affirmé que jusqu'à 23 000 personnes vivant dans la région d'Essequibo ont été touchés par ce déversement par la contamination de l'eau et de la faune aquatique qui représente une ressource importante pour la population riveraine de ce cours d'eau. Cet accident résulterait d'erreurs lors de la conception et la construction du bassin des résidus (Vick, 1996).

3.4.2. Conséquences sur l'utilisation du cyanure dans l'industrie minière: réponse de la profession et des institutions

Ces dernières années, les différents accidents environnementaux et la contestation croissante de la société civile ont amené la profession et les institutions à faire évoluer les pratiques et la réglementation quant à l'utilisation du cyanure dans l'industrie aurifère.

a) Cadre européen

Dans une résolution de mai 2010 le parlement européen préconisait l'interdiction de l'utilisation du cyanure dans l'industrie minière de l'Union européenne. Les principaux arguments avancés pour justifier cette proposition ont été :

- L'extrême toxicité de cette substance chimique pour l'environnement et la santé humaine,
- les inquiétudes de certains pays (République tchèque, Hongrie, Pologne et Slovaquie notamment) quant au danger que représente l'utilisation du cyanure dans l'industrie minière,
- le respect des objectifs de l'Union européenne vis-à-vis de l'environnement, notamment à travers la directive-cadre sur l'eau qui oblige les Etats membres à obtenir et à maintenir un bon état des ressources en eaux et à prévenir leur pollution par des substances dangereuses,
- les accidents parvenus ces 25 dernières années liées au déversement de cyanure dans l'environnement et particulièrement celui de Baia Mare, considéré comme l'une des plus grande catastrophe écologique que l'Europe de centrale ait connue.
- la nécessité d'adopter une approche globale européenne pour prévenir les accidents potentiels sur les bassins versants transfrontaliers,
- le défaut des Etats membres à faire appliquer les règles de prudence et des garanties financières raisonnables en matière d'utilisation du cyanure dans l'industrie minière.

Le 23 juin 2010, le commissaire européen pour l'environnement a publié une déclaration à la demande de la commission en réponse à une enquête parlementaire. Dans cette déclaration la commission a considéré que l'exclusion du cyanure dans les activités minières n'est pas justifiée du point de vue environnemental et sanitaire.

En effet, la commission considère que la législation en vigueur sur la gestion des déchets d'extraction (Directive 2006/21/CE) inclut des dispositions strictes afin d'assurer un niveau de sécurité approprié pour les installations de déchet minier. Les valeurs limites du stockage de cyanure sont les plus strictes possibles et nécessitent une phase de destruction du cyanure. De plus, cette directive impose l'application des « Meilleures Techniques Disponibles » (MTD). Enfin, à l'heure actuelle il n'existe pas de technologie alternative pouvant causer moins d'impacts. Une interdiction générale de l'usage du cyanure impliquerait donc la fermeture des mines existante qui opèrent dans des conditions de sécurité.

En réponse à cette proposition d'interdiction, les compagnies minières, à travers l'association européenne des industries minières, des minerais métalliques et des minéraux industriels « Euromines », c'est manifestée à travers un communiqué de presse du 1 juillet 2010 (Euromines, 2010). Elle approuve la déclaration de la commission et souligne que la réglementation européenne concernant l'utilisation du cyanure dans l'industrie minière est l'une des plus strictes au monde en matière de préservation de l'environnement et de la santé humaine. Elle assure également la sureté de l'utilisation du cyanure pour la récupération de l'or, qui employée de manière

professionnelle est respectueuse de l'environnement et que la technique de lixiviation au cyanure est couramment utilisée dans la plupart des opérations de récupération de l'or au niveau mondiale. La technologie moderne n'utilise que le cyanure en cycle fermé et le procédé de lixiviation est très contrôlé. Enfin, toute décharge contenant du cyanure est traitée dans une unité de destruction de cyanure, représentant la meilleure technique disponible.

Les principaux textes européens qui encadrent l'utilisation du cyanure dans la récupération de l'or sont :

- **La directive européenne sur la Gestion des Déchets Miniers (2006/21/EC).**

Elle définit les limites de concentrations de cyanures dans les bassins de résidus. Il est ajouté que, dans le cas d'un bassin contenant du cyanure, l'exploitant doit veiller à ce que la concentration dans le bassin de cyanure facilement libérable soit réduite au minimum au moyen des meilleures techniques disponibles.

Pour les anciennes mines, la directive impose que pour celles qui dépassent des concentrations de 50ppm en mai 2008, soit diminuées à 20ppm en 2013 et 10 ppm en mai 2018. **Pour les nouvelles mines ouvertes après 2008, la concentration maximum autorisée dans les bassins contenant du cyanure est de 10ppm.** Ceci représente les limites les plus strictes au monde pour les bassins à résidus.

Les principales dispositions de cette directive sont transposées en droit français dans l'arrêté du 19 avril 2010 relatif à la gestion des déchets des industries extractives.

- **La directive européenne sur la Prévention et le contrôle intégrés de la Pollution (IPPC, 96/61/EC).**

Cette directive définit le concept de « Meilleure Technique Disponible » (MTD) : *« Stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base des valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble ».*

Un document de référence sur les meilleures techniques disponibles, relatif à la gestion des résidus et stériles des activités minières, comprenant la lixiviation de l'or par cyanuration, a été publié par la commission européenne (Commission européenne, 2009). D'après ce document, la MTD requière la destruction des cyanures dans l'unité de traitement et des garanties spécifiques pour la prévention des émissions en provenance des installations de gestion des résidus miniers.

b) Références Banque Mondiale

La Banque mondiale publie des Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS), ce sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales concernant une branche d'activité particulière, dont l'exploitation minière (Banque mondiale, 2007). Il est précisé dans cette directive que le cyanure doit être utilisé conformément aux principes et normes de pratiques du Code international de gestion du cyanure (Cyanide Code, 2005).

Le tableau ci-dessous indique les directives de la Banque mondiale pour les émissions d'effluents traités et rejetés directement dans les eaux de surface après utilisation.

	Norme Banque mondiale en mg/L
Cyanure	1
Cyanure libre	0,1
Cyanure WAD	0,5

Figure 23 : Directives d'émissions des rejets cyanurés dans l'environnement de la Banque mondiale (Banque mondiale, 2007).

c) Le code du cyanure

Le code international de gestion du cyanure est une initiative à adhésion volontaire constituée par les sociétés minières, les producteurs et les transporteurs du cyanure utilisé dans l'exploitation de l'or (Cyanide Code, 2005). Il vise à compléter les réglementations existantes pour les sociétés minières. Il a pour objectif la gestion en toute sécurité de l'usage du cyanure dans cette industrie.

Ce code énonce des principes qui sont déclinés en normes de pratiques. Les thématiques abordées par ce code sont les suivantes : la production, le transport, la manutention et le stockage, l'exploitation, le déclassement, la sécurité des employés, l'intervention d'urgence, la formation et la concertation (voir annexe 1, le protocole de conformité pré-opérationnelle).

4. Les bonnes pratiques

4.1. BONNES PRATIQUES

Les bonnes pratiques internationales sont bien identifiées et compilées dans plusieurs documents dont le Code du Cyanure (voir annexe 1). Elles relèvent du domaine de l'environnement, de l'information du public et de l'hygiène et sécurité des travailleurs. Il existe des spécificités, qui sont détaillées plus avant, pour les mines d'or en climat équatorial en particulier en relation avec la gestion des événements climatiques et celle des résidus cyanurés. Les bonnes pratiques et le suivi de leur mise en œuvre repose sur le management de l'exploitation mais aussi à travers les différentes composantes du Système de Management Environnemental (procédures, responsables, suivi, audits, etc.) tel que celui qui constitue la norme ISO 14001.

4.2. LE TRANSPORT

- Etablir des limites claires de responsabilité au sujet de la sécurité, de la sûreté, de la prévention des rejets, de la formation et de l'intervention d'urgence dans des accords écrits avec les producteurs, les distributeurs et les transporteurs.
- Exiger que les transporteurs de cyanure mettent en œuvre les plans d'intervention d'urgence, et emploient les mesures adéquates à la gestion du cyanure.
- L'accessibilité du site est importante car l'approvisionnement du cyanures (sous forme de caisse d'une tonne ou de fûts) doit se faire de façon régulière comme les autres produits tels que les acides, les carburants, etc. nécessaires à ce type d'installation industrielle. Ceci est une contrainte potentielle en Guyane. La qualité des routes et des ouvrages d'art sont des paramètres conditionnant le bon transport de ces produits dangereux.

4.3. LA MANUTENTION

- Concevoir et construire des installations de déchargement, de stockage et de mélange dans le respect des pratiques d'ingénierie acceptées, des procédures de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité, et des mesures de prévention et de confinement des déversements.
- Opérer les installations de déchargement, de stockage et de mélange à l'aide d'inspections, de maintenance préventive et de plans d'urgence afin de prévenir ou de confiner les rejets et pour contrôler et répondre aux expositions des employés.
- Ces pratiques s'appliquent à toutes les installations quel que soit le contexte géographique, mais la sensibilité de l'environnement Guyanais impose un management des opérations sans faille.

4.4. LA GESTION DURANT L'EXPLOITATION

- Mettre en œuvre la gestion et l'exploitation de systèmes conçus pour protéger la santé des hommes et l'environnement y compris la planification d'urgence, ainsi que les procédures d'inspection et de maintenance préventive.
- Introduire des systèmes de gestion et d'exploitation afin de minimiser l'utilisation du cyanure, limitant de ce fait les concentrations de cyanure dans les résidus de l'extraction.
- Mettre en œuvre un programme de gestion d'eau complet afin de se protéger contre tout rejet involontaire.
- Mettre en œuvre des mesures pour protéger les oiseaux, d'autres espèces de la faune des effets nocifs des solutions de traitement contenant du cyanure.
- Mettre en œuvre des mesures de protection des poissons et de la faune contre les déversements directs et indirects de solutions de traitement contenant du cyanure dans l'eau de surface.
- Mettre en œuvre des mesures destinées à gérer les fuites des unités de cyanuration afin de protéger les usages bénéficiaires de l'eau souterraine.
- Offrir des méthodes de prévention ou de confinement des déversements pour les réservoirs de traitement et les pipelines.
- Mettre en œuvre des procédures de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité afin de confirmer que les unités de cyanuration sont construites selon les normes et les caractéristiques acceptées en matière d'ingénierie.
- Mettre en œuvre des programmes de surveillance afin d'évaluer les effets de l'utilisation du cyanure sur la faune, ainsi que la qualité de l'eau de surface et de l'eau souterraine
- Identifier les scénarios d'exposition potentielle au cyanure et prendre les mesures nécessaires pour les éliminer, les atténuer et les contrôler.
- Opérer et surveiller les installations dédiées au cyanure afin de protéger la santé et la sécurité des employés et d'évaluer à intervalles réguliers l'efficacité des mesures liées à la santé et à la sécurité.
- Développer et mettre en œuvre des plans et des procédures d'intervention d'urgence afin de répondre à l'exposition des employés au cyanure.

Toutes ces pratiques s'appliquent au contexte guyanais et ce d'autant plus du fait de la qualité du milieu naturel. Le développement de plan d'urgence repose sur des procédures mais aussi sur le personnel qui doit avoir reçu une formation adéquate initiale et un suivi régulier des acquis.

4.5. LA GESTION DES RESIDUS

La norme 4.3 du code concerne plus particulièrement les mesures de gestion des stockages de résidus et les aléas climatiques qui concernent la Guyane particulièrement :

- L'exploitation a-t-elle élaboré un projet ou s'est-elle engagée à élaborer un bilan hydrique complet et probabiliste ?
- L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à élaborer des procédures d'exploitation qui incorporent des activités d'inspection et de surveillance afin de mettre en œuvre le bilan hydrique et de prévenir le déversement des bassins et des retenues, et les rejets imprévus de solutions de cyanure dans l'environnement ?
- L'exploitation a-t-elle préparé un bilan hydrique ou s'est-elle engagée à élaborer un bilan hydrique qui prenne en compte les points suivants d'une manière raisonnable et selon les installations et l'environnement ?

a) Les concentrations dans les résidus dans les bassins de lixiviation ;

b) Une durée d'orage et un intervalle de retour qui offrent un degré de probabilité suffisant de manière à éviter le déversement du bassin ou de la retenue pendant la vie opérationnelle de l'unité ;

c) La qualité des précipitations existantes et les données d'évaporation dans la représentation des conditions réelles du site ;

d) Le volume de précipitations entrant dans un bassin ou une retenue résultant de l'écoulement de surface en provenance du bassin hydrographique en amont, y compris des modifications le cas échéant pour prendre en compte les différences d'altitude et l'infiltration des écoulements dans le sol ;

f) Les pertes de solution en dehors de l'évaporation, telles que la capacité de décantation, les systèmes de drainage et de recyclage, le suintement autorisé vers la sous-surface et les déversements autorisés dans l'eau de surface

g) Les effets des pannes d'électricité éventuelles ou des pannes de pompes ou d'autres équipements lors du drainage en provenance d'un tapis de lixiviation ou le retrait en urgence de l'eau des unités

h) Là où la solution est déversée dans les eaux de surface, la capacité et la disponibilité en ligne des systèmes nécessaires de traitement, de destruction ou de régénération

i) D'autres aspects de la conception des unités susceptibles d'affecter le bilan hydrique, tels que la surface phréatique supposée dans les centres de stockage des résidus

L'exploitation a-t-elle fourni des dessins techniques qui démontrent que les bassins et les retenues ont été conçus avec un franc-bord adéquat au-dessus de la capacité de

stockage maximum déterminée comme étant nécessaire à partir des calculs du bilan hydrique ou s'est-elle engagée à adopter une telle conception ?

L'exploitation s'est-elle engagée à mesurer les précipitations, à comparer les résultats aux hypothèses de conception et à revoir les pratiques d'exploitation le cas échéant ?

- Compte tenu de l'occurrence d'événements climatiques exceptionnels, en particulier dans la zone inter tropicale, toutes ces pratiques seront à mettre en œuvre en Guyane. De plus pour limiter les risques, un stockage des résidus après épaissement (et non sous forme de boues liquides) permettrait de réhabiliter plus rapidement les zones concernées, de réduire les tailles de digues et les fuites accidentelles dans le milieu naturel. Dans le cas de la lixiviation en tas il n'existe pas de parc à résidus mais des tas de minerai ayant subi la lixiviation par des jus cyanurés.

4.6. LA GESTION DES RISQUES

- Préparer des plans d'intervention d'urgence détaillés en cas de rejets de cyanure.
- Impliquer le personnel du site et les parties prenantes dans le processus de planification.
- Désigner le personnel approprié et dédier l'équipement et les ressources nécessaires à une intervention d'urgence.
- Elaborer des procédures pour l'avertissement et le signalement internes et externes en cas d'urgence.
- Incorporer dans les plans d'intervention des éléments de surveillance et des mesures d'atténuation qui prennent en compte les dangers supplémentaires liés à l'utilisation de produits chimiques de traitement du cyanure.
- Evaluer à intervalles réguliers les procédures et les capacités d'intervention et les réviser selon les besoins.
- Former les employés à comprendre les dangers associés à l'utilisation du cyanure.
- Former le personnel approprié pour exploiter les installations selon des systèmes et procédures qui protègent la santé humaine, la communauté et l'environnement.
- Former le personnel et les employés appropriés pour répondre aux expositions des employés et aux rejets du cyanure dans l'environnement.
- Les opérations qui se développeront en Guyane devront comme dans toutes les installations industrielles (en particulier dans le cas de la lixiviation en cuves, plus complexe) mettre en place des plans de formation, en opération durant toute la vie de l'exploitation minière.

4.7. RECYCLAGE ELIMINATION DES CYANURES

Un autre point important dans la gestion des résidus liquides cyanurés (sans recyclage et/ou destruction) concerne le risque de mortalité pour les oiseaux et les chauves-souris et les animaux en général. Ceci est particulièrement vrai dans les pays où les étendues d'eau alternatives n'existent pas. Pour assurer la protection des espèces aviaires sensibles il est considéré que la concentration en cyanure WAD dans le surnageant du parc à résidus doit être inférieure à 1 mg/l. En effet toutes les mesures pour effrayer les oiseaux ne sont pas efficaces sur le long terme et ne peuvent concerner que des petites surfaces de parcs à résidus. Rappelons d'autre part que la valeur limite de cyanure de rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel est de 0.1 mg/l (Arrêté du 19 avril 2010). Les faibles concentrations dans les résidus sont également requises lorsque les milieux aquatiques à l'aval sont sensibles (cas de la Guyane).

Dans le cas de la cyanuration en tas le risque est plus élevé car l'arrosage des tas se fait avec des solutions riches en cyanure. Il est donc nécessaire de mettre des mesures en place pour éloigner la faune du site minier.

Afin de minimiser tous ces risques qui sont particulièrement pertinents dans le cas de la Guyane il est nécessaire de considérer durant la faisabilité du projet minier, la mise en œuvre des bonnes pratiques : recycler au maximum le cyanure en le renvoyant dans l'usine dans les cuves de cyanuration ou pour arroser les tas (cas de la lixiviation en tas), le détruire mais également, pour diminuer les risques environnementaux, d'utiliser des méthodes alternatives de gestion des résidus (séparation solide/liquide des résidus).

4.8. FERMETURE

- Planifier et mettre en œuvre des procédures pour la fermeture efficace des unités de cyanuration afin de protéger la vie humaine, la faune et le bétail sur le long terme.
- Prévoir une réhabilitation progressive des installations. A la fin de l'exploitation de la mine le parc à résidus contiendra sur des dizaines d'hectares des cyanures et métaux résiduels potentiellement dangereux. La réhabilitation doit assurer une stabilité géotechnique et un confinement de ces produits et doit faire l'objet d'un programme de surveillance post activité minière. Cette réhabilitation sera différente dans le cas de la lixiviation en tas qui ne comporte que des bassins de petites tailles ayant stockés les solutions cyanurés, la réhabilitation concernera donc principalement les tas dont on se sera assuré de l'absence de cyanure résiduelle en leur sein.
- Lors de la conception d'installations de gestion des résidus et des stériles qui soient stables à long terme, les trois classes de mécanismes de rupture suivantes sont prises en compte : ruptures de pentes dans la fondation dans

l'installation de gestion proprement dite, événements extrêmes tels qu'inondations, tremblements de terre et vents violents actions de détérioration lente, telles que l'érosion par l'eau et le vent,, l'altération des matériaux de remblai et les intrusions végétales et animales.

- Dans le cas d'opérations situées en zone intertropicale, cette réhabilitation est cruciale car elle devra sur le long terme résister à des pluies potentiellement importantes avec une érosion induite des surfaces si elles sont mal réhabilitées (importance des angles des pentes et de la revégétalisation effectuée). Lorsque les bonnes pratiques sont mises en œuvre on obtient des réhabilitations pérennes dans le temps avec un minimum de suivi. Les techniques de confinement et de réhabilitation des parcs à résidus dépendent des techniques de stockage mises en œuvre.

5. Conclusions et recommandations pour la Guyane

5.1. GENERALITES

Les propriétés chimiques des cyanures sont complexes et nécessitent une bonne formation des utilisateurs. Le cyanure est utilisé à une grande échelle pour la récupération de l'or, l'évolution des bonnes pratiques se focalisent actuellement sur la réduction de la consommation de cyanure et **l'optimisation du recyclage et de leur destruction** avant stockage dans les parcs à résidus. Les nouvelles évolutions dans la gestion du cyanure et stockage des résidus doivent être considérées dans le cadre de **l'élaboration des études d'impacts sur l'environnement des projets (examen des alternatives et choix des Meilleures Techniques Disponibles)**. La plupart des accidents ne se produisent pas lors des manipulations sur le site minier mais lors du transport et surtout au niveau des parcs à résidus.

Le cyanure faiblement dissociable (WAD en anglais) est la forme la plus toxique et doit être suivie en priorité mais les produits de dégradation naturelles ou liés à un traitement, bien que moins toxiques peuvent présenter un risque pour l'environnement aquatique. En effet les écosystèmes aquatiques sont plus sensibles aux cyanures que les écosystèmes terrestres. Les conditions de prélèvements et d'analyses sont importantes dans le cas de ces composés.

Le suivi de la qualité des formes du cyanure dans les résidus stockés derrière les digues est primordial et accompagné de bonnes pratiques en ce qui concerne **l'échantillonnage et la conservation des échantillons**. Dans le cas de rejets dans le milieu naturel, un suivi des écosystèmes est obligatoire. Le rejet zéro doit être un objectif.

La gestion du cyanure et l'application de bonnes pratiques comme celles mentionnées dans le Code doivent faire partie du **Système de Management Environnemental** global du site (de type ISO 14001) avec des audits indépendants qui doivent être mis en place à intervalle régulier.

Afin de diminuer les risques inhérents à l'utilisation des cyanures, **les compagnies minières doivent mettre en place une formation du personnel**. Une **analyse des risques** avec mise en place de **procédures d'urgence** faisant partie du SME.

A la fin de l'exploitation de la mine le parc à résidus contiendra sur des dizaines d'hectares des cyanures et métaux résiduels. **La réhabilitation doit assurer une stabilité géotechnique et un confinement des produits dangereux** et fait l'objet d'un programme de **surveillance post mine**.

5.2. MISE EN ŒUVRE ET PERSPECTIVES EN GUYANE

Les événements climatiques et la sensibilité de l'environnement requièrent une attention particulière dans la mise en œuvre des **bonnes pratiques de construction de gestion et de surveillance des installations**, mais également et surtout du **management** qui doit être mis en place sur les futurs sites miniers utilisant du cyanure. Il est à noter que ces pratiques génériques s'appliquent en grande majorité au contexte guyanais ; en effet une partie importante des développements miniers dans le monde se fait dans la zone intertropicale. **Une utilisation maitrisée des cyanures en Guyane est donc possible dès lors qu'un minimum de bonnes pratiques de conception, de gestion, et de surveillance sont respectées.**

Concernant les procédés de cyanuration, les avantages et les difficultés potentielles dans le contexte guyanais ont été exposés dans le chapitre 3. Il ressort de cette analyse que malgré sa facilité d'utilisation, la **lixiviation en tas** présente certains risques et des contraintes dans le contexte guyanais. Non pas au niveau de l'emprise au sol et de l'aire d'exploitation nécessaire mais au niveau des précipitations ponctuellement extrêmes.

D'autre part, l'absence ou le **déficit de personnel technique qualifié** (techniciens, chefs de chantiers, géologues...) n'est pas rare, en particulier dans les petites exploitations. Une généralisation de l'utilisation des cyanures à l'exploitation de l'or primaire soulève donc la question des **compétences et du savoir-faire des compagnies** intéressées par ce procédé qui est à une échelle industrielle avec des investissements importants. C'est particulièrement le cas pour les opérations de lixiviation en cuves. Ce point soulève également la question de la **formation des personnels impliqués**, formation qu'il faudra envisager dans le cas d'une généralisation de l'utilisation de la cyanuration.

Il existe d'autres contraintes telles que l'**accessibilité aux sites miniers** ou la qualité des infrastructures. Ces derniers paramètres sont importants au niveau du **transport du cyanure** (conditionnement sous forme de caisses d'une tonne ou de fûts dont l'approvisionnement dépendra de la taille de l'usine). Ce point constitue une réelle contrainte pour la Guyane où beaucoup de gisements ne sont accessibles que par pirogue et/ou hélicoptère. A titre d'exemple, le projet d'exploitation d'or primaire de Camp Caïman par Cambior aurait nécessité un approvisionnement en cyanures hebdomadaire par un poids lourds. La présence d'une route était évidemment un facteur déterminant pour la faisabilité technique du projet. Le transport de tonnes de cyanures vers des sites plus éloignées (notamment dans l'ouest) est évidemment une contrainte forte voir limitante pour les mines de Guyane. Contrainte économique (coût d'approvisionnement) autant que contrainte environnementale (risque de pollution accidentelle des fleuves).

La question de la **surface nécessaire** pour installer les cuves ou gérer le parc à résidus se heurte également à la faiblesse des surfaces disponibles autour des exploitations guyanaises, au relief accidenté et à la nécessité d'augmenter les surfaces déforestées.

Concernant la gestion des eaux dans le contexte climatique de la Guyane, la maîtrise des écoulements n'est pas aisée car il est nécessaire de faire face à des **événements pluvieux exceptionnels** qui, mal gérés, entraîneront des accidents tels que débordement, rupture de digue, etc. (difficultés pour gérer ce paramètre qui est une des causes principales d'accident dans le monde). La question de la gestion de ces événements pluvieux exceptionnels n'est cependant pas spécifique à l'utilisation des cyanures. Une maîtrise des écoulements est systématiquement nécessaire pour l'exploitation d'or primaire et secondaire et pour limiter le risque de pollutions ou d'augmentation anormale de la turbidité des cours d'eau. Dans le monde, une grande majorité des mines ayant recours à la cyanuration sont situées en zone intertropicale. De ce point de vue, le contexte guyanais ne constitue pas une exception par rapport aux autres exploitations mondiales.

Dans un tel contexte climatique et compte tenu des nouvelles normes en vigueur, les opérateurs **devront limiter au minimum les rejets dans les parcs à résidus et limiter au maximum les rejets dans l'environnement**. L'objectif est « zéro décharge » dans le milieu. La prise en **considération des nouvelles techniques de stockage par épaissement** (telle que la « paste technology »¹) est une nécessité aujourd'hui dans un tel contexte.

La fermeture et la réhabilitation de ces installations est aussi clef dans les contrées à climat tropical ou équatorial, car il faut garantir la **pérennité des solutions de confinement sur le long terme**.

Comme mentionné précédemment la **réhabilitation** est primordiale, l'utilisation de bonnes pratiques ne posera pas de problèmes dans un tel contexte climatique mais la stabilité des formes finales doit tenir compte des **événements climatiques exceptionnels**. Sa pérennité dépendra également de la **non réexploitation postérieure** (i.e. une exploitation optimale du gisement).

De plus la Guyane possède des **teneurs naturelles en mercure** dans les sols et les roches), les procédés de traitement pour récupérer l'or vont faciliter la **concentration du mercure** dans les jus cyanurés. Ce mercure est susceptible d'être **libéré dans l'atmosphère aux différentes étapes du procédé et des mesures de prévention d'émissions et de récupération du mercure** devront être mises en place, ceci en fonction des concentrations initiales dans le minerai. Une partie du mercure sera présente également dans les résidus et tout rejet dans le milieu naturel devra prendre en compte les teneurs en mercure qui pourrait par la suite se méthyler dans certaines parties des cours d'eau. Pour mieux apprécier ce risque potentiel il serait intéressant et nécessaire de croiser plus fine les zones à forte teneur en mercure naturel et les gisements potentiels d'or primaire.

¹ Technique dont le principe général est d'épaissir les résidus à partir d'une pâte solide et de limiter la part d'eau associée aux résidus. Cette approche permet ainsi de limiter l'infiltration d'eau et l'impact potentiel sur l'environnement. Elle permet également de limiter la surface au sol du parc à résidus. Longo, 2007.

Enfin, dans la plupart des eaux naturelles, la température n'est pas assez élevée et le pH trop neutre (entre 4 et 9) pour observer une transformation significative des cyanures et de leurs dérivés. **Les eaux guyanaises présentent des températures élevées généralement entre 25 et 28 °C et des pH légèrement acides généralement entre pH 5 et pH 6. La transformation des cyanures et de leurs dérivées devra donc être étudiée particulièrement.**

En résumé dans la perspective d'une utilisation des cyanures en Guyane, la plus grande attention devra être portée aux points suivants :

- Capacités techniques de l'opérateur, expérience, formation du personnel. Mise en œuvre d'un Système de Management Environnemental
- Analyse des alternatives particulièrement importante (événements climatiques)
- Procédé de cyanuration retenue, recyclage, destruction,
- Les émissions potentielles de mercure,
- La Gestion des résidus (nouvelles technologies = nécessité dans un le contexte guyanais)
- La conception et la gestion du chantier qui doit prévenir de toute rupture de digue ou d'un débordement des bassins ou d'un lessivage trop rapide des tas.
- La Surveillance environnementale,
- La Réhabilitation.

En conséquence les dossiers d'autorisation soumis par les compagnies doivent donc être de grande qualité avec :

- Démonstration de la mise en œuvre des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) pour diminuer les risques d'accidents (destruction du cyanure, épaissement des résidus, etc.) ;
- Analyse détaillée des alternatives (localisation des installations et du parc à résidus, techniques de destruction du cyanure, techniques de stockage, etc.) et des risques associés (y compris la gestion du mercure) ;
- Plan de gestion environnementale et moyens humains impliqués ;
- Audits internes et externes ;

et

- Contrôle des autorités strict.

Une mise en pratique en Guyane consisterait à **élaborer un document court et simple résumant les règles impératives à suivre** pour une utilisation efficace et sans dommage des cyanures. Le code des cyanures pourrait être testé, résumé et adapté au contexte géographique et climatique de la Guyane. Un tel document servirait de base au personnel des exploitations et à l'administration.

6. Bibliographie

Ces références sont rassemblées sur le CD-ROM joint.

Alesii B.A. et Fuller W.H. 1976. The Mobility of Three Cyanide Forms in Soil, EPA-600/9-76-015, USEPA, Cincinnati, Ohio. ATSDR 1997, Toxicological Profile for Cyanide, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, Georgia, USA, 46 pages.

ATSDR. 1997. Toxicological Profile for Cyanide. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

Banque mondiale. 2007. Directive environnementales, sanitaires et sécuritaires pour l'exploitation minière. Société Financière internationale (IFC), 40 pages.

Boening D.W. et Chew M.C. 1999. A critical review: general toxicity and environmental fate of three aqueous cyanide ions and associated ligands. *Water, Air Soil Pollut*, 109, 67-79.

Commission Européenne. 2009. Gestion des résidus et des stériles des activités minières – Document de référence sur les Meilleures Techniques Disponibles. Commission Européenne, 632 pages.

Cottard F. et Thomassin J.F. 2009. Le cyanure dans le secteur minier en France, Rapport BRGM/RP-57216-FR, 59 pages.

Crouzet C., Leclercq M., Libaude J. 1987. Résultats des essais de cyanuration en colonne de laboratoire du minerai d'or de Loulouie (Guyane : puits 1 et 2). Rapport BRGM 87-GUY-006-MIN, 58 pages.

Csagoly P. 2000 The Cyanide Spill at Baia Mare, Romania: Before, During and After. Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, 8 pages.

Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. 2010. National industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme: Sodium Cyanide. Australian Government, 386 pages.

Euromines. 2010. Communiqué de presse. <http://www.auplata.fr/pdf/Informations%20Euromines.pdf>. Bruxelles, 7 pages.

INERIS. 2011. Cyanures et dérivés – Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, 72 pages.

International Cyanide Management Institute. 2005. Implementation Guidance for the International Cyanide Management Code: www.cyanidecode.org

Libaude J., Morizot G. 1984. Le traitement des minerais d'or. L'industrie Minérales. Collection « Les Techniques », pp506-524.

Longo S. (2007), Using paste technology to support environmental goals, Mining Environmental Management, 4p.

Matheus Ph. et Libaude J. 1987. Résultats d'un essai pilote de cyanuration en tas de rejets gravimétriques aurifères, Changement (Guyane). Rapport BRGM 87-GUF-227-Min, 96 pages.

Mudder T. 1999. A global perspective of cyanide. The Gold Institut. <http://www.infomine.com/library/publications/docs/Mudder1999a.pdf>

Mudder T.I. 1997. The Sources and Environmental Significance of Low Levels of Cyanide, in short course notes on Management of Cyanide in Mining, Perth, WA, April 1997, Australian Centre for Mining Environmental Research, Kenmore, Queensland.

Noyer M.L. 1997. Caractéristiques des opérations de lixiviation en tas de minerai d'or – Etude bibliographique. Rapport BRGM RR-39140-FR, 67 pages.

Ollivier P., Libaude J.. 1987. Le traitement des minerais d'or. Ses derniers développements. Industrie Minérale. Mines et Carrières. Les Techniques.

PNUE. 2006. Le prix de l'or flambe : l'environnement sous pression. Bulletin d'alerte environnemental n°8, Brochure du Programme des Nations Unis pour l'Environnement, 4 pages.

Verten Ph., Libaude J., Matheus Ph., 1990, Le développement de la cyanuration en tas à la mine de Changement (Guyane), Industrie Minérale, Mines et Carrières, Les Techniques, pp 143-146.

Vick S. 1996. Failure of the Omai Tailings Dam. Geotechnical News septembre 1996, 35-40.

NB : pour aller plus en détails sur les différents aspects des propriétés et de la gestion du cyanure et des résidus, on trouvera sur le CD accompagnant le présent rapport un certain nombre de documents classés dans les répertoires suivants :

- Accidents : 6 documents
- Bonnes pratiques : 10 documents
- Essais en Guyane : 5 documents
- Gestion des résidus : 4 documents
- Procédés de traitement : 7 documents
- Propriétés du cyanure et environnement : 10 documents
- Réglementation : 5 documents

Annexe 1

INSTITUT INTERNATIONAL DE GESTION DU CYANURE

Sociétés d'extraction de l'or

Protocole de conformité pré- opérationnelle pour le Code international de gestion du cyanure

Le Code international de gestion du cyanure (ci-après appelé « le Code »), ce document et d'autres documents ou sources d'informations cités comme sources de référence à www.cyanidecode.org sont considérés comme étant fiables et ont été préparés en bonne foi d'après les informations dont disposaient les rédacteurs. Cependant, aucune garantie n'est offerte quant à l'exactitude ou l'intégralité de ces documents ou de ces sources d'information. Aucune garantie n'est offerte quant au pouvoir de l'application du Code, des documents supplémentaires disponibles ou des documents cités comme sources de référence de prévenir les dangers, accidents, incidents ou blessures des employés et/ou des membres du public sur un site spécifique où l'or est extrait du minerai par le processus de cyanuration. La conformité au Code n'a pas pour but de remplacer, de violer ou de modifier et ne remplace pas, ne viole pas ou ne modifie pas de quelque manière que ce soit les exigences liées aux statuts, aux lois, aux réglementations, aux ordonnances ou autres au niveau national, local ou de l'Etat concernant les domaines inclus dans ce document. La conformité au Code est entièrement volontaire, n'a pas pour but de créer, d'établir ou de reconnaître et ne crée pas, n'établit pas ou ne reconnaît pas d'obligations ou de droits légalement exécutoires de la part de ses signataires, de ses partisans ou de toute autre partie.

Introduction

Le Code prévoit la certification conditionnelle d'une exploitation pas encore active mais suffisamment avancée dans ses phases de planification et de conception pour que les plans du site et les procédures d'exploitation proposées puissent être audités afin de vérifier leur conformité avec les principes et normes de pratiques du Code. Ce protocole de conformité est utilisé par un auditeur d'une tierce partie afin d'évaluer si une société d'extraction de l'or appartenant à un signataire du Code international de gestion du cyanure peut bénéficier d'une certification conditionnelle en partant du principe qu'elle va respecter les principes et normes de pratiques du Code. Pour que cet audit soit acceptable à cette fin, il doit être mené par des auditeurs correspondant aux critères définis pour les auditeurs d'une tierce partie par le Code international de gestion du cyanure.

Les exploitations sont encouragées à utiliser ce protocole de conformité comme modèle de préparation d'un plan de gestion du cyanure décrivant comment l'exploitation a prévu d'aborder chaque élément et de se référer à la documentation existante disponible pour examen. Même si un tel plan n'est pas exigé pour la conformité au Code, il va guider l'exploitation quant à la manière d'aborder tous les éléments requis pour la conformité au Code pendant les étapes de planification et de conception du projet, et aider l'auditeur à évaluer une exploitation qui n'a pas encore été construite et qui, de ce fait, ne peut pas être inspectée de visu.

Ce protocole vise à encourager et à appuyer une enquête approfondie et exhaustive de l'auditeur. Ce protocole est structuré afin que l'auditeur puisse donner des réponses détaillées, suffisantes pour justifier clairement les constatations. Des réponses complètes sont nécessaires pour chaque question : « oui », « non » ou « sans objet » ne sont pas des réponses suffisantes. L'auditeur doit décrire les preuves spécifiques justifiant les constatations affirmant qu'une mine d'or utilisant du

cyanure est censée respecter les dispositions du Code. Les informations doivent être données sur les documents examinés.

Ce protocole ne vise pas à limiter les demandes d'un auditeur pendant un audit ou les actions prises par une société d'extraction de l'or afin de gérer ses exploitations de cyanure en toute responsabilité ou afin de mettre en oeuvre les dispositions du Code.

Il n'a pas non plus pour but de suggérer, quant à n'importe quel principe ou n'importe quelle norme de pratiques, qu'une société d'extraction de l'or ne peut parvenir aux buts du Code que d'une seule manière. Même si les questions posées dans le protocole sont basées sur des mesures généralement adaptées à la conformité aux principes et aux normes de pratiques tels qu'ils sont discutés dans la directive de mise en oeuvre du Code, une société d'extraction de l'or peut utiliser d'autres moyens pour se conformer à une clause particulière du Code. La bonne connaissance de la directive de mise en oeuvre est essentielle afin de placer chaque question du protocole dans le contexte approprié, de comprendre l'intention et les attentes en matière de performance pour chaque norme de pratiques et d'évaluer les mesures à prendre par une exploitation afin que cette dernière puisse garantir sa conformité à la norme. Les conditions spécifiques au site et les exigences des réglementations locales peuvent jouer un rôle significatif dans la détermination des approches utilisées par une exploitation. Les descriptions détaillées de l'auditeur des preuves soutenant une constatation sont particulièrement importantes afin de montrer que d'autres méthodes ont satisfait aux clauses du Code.

Une société d'extraction de l'or doit développer et mettre en oeuvre un certain nombre de systèmes ou de procédures de gestion sous forme écrite afin de traiter du bilan hydrique, de la gestion des fluides, de la santé et de la sécurité des employés, de la formation, de l'intervention d'urgence, de la surveillance et de la publication de rapports, ainsi que des diverses pratiques d'exploitation. Ces plans peuvent prendre n'importe quelle forme, y compris, mais sans s'y limiter, des manuels formalisés, des procédures d'exploitation standard, des listes de vérification, des autorisations et des documents de formation. Aucun de ces documents ne doit se limiter aux questions sur la gestion du cyanure. Selon le Code, les systèmes et procédures de gestion doivent prouver que l'exploitation comprend les pratiques nécessaires à la gestion du cyanure d'une manière qui prévienne et contrôle les rejets dans l'environnement et les expositions des employés et de la communauté.

L'audit doit déterminer si les plans, les procédures et les systèmes de gestion, lorsqu'ils sont mis en oeuvre, peuvent raisonnablement permettre de parvenir aux objectifs de performance établis par les normes de pratiques. Les conflits quant à des affirmations, des calculs ou des procédures spécifiques doivent être évités à moins que la question n'ait une conséquence significative sur la capacité de l'exploitation à se conformer au Code.

Le protocole exige de l'auditeur qu'il établisse si oui ou non l'exploitation peut être entièrement conforme à chacune des normes de pratiques une fois qu'elle devient opérationnelle. La pleine conformité ne nécessite pas une réponse affirmative à toutes les questions individuelles du protocole de conformité sous une norme de pratiques

particulière. Une exploitation peut utiliser d'autres moyens cohérents avec les principes et les normes de pratiques, mais qui ne sont pas spécifiquement identifiés dans le protocole d'audit ou la directive de mise en oeuvre, et une

question particulière dans le protocole d'audit peut ne pas être applicable pour des raisons spécifiques au site.

Une installation pré-opérationnelle ne peut pas se voir octroyer une certification conditionnelle à moins que l'auditeur ne détermine, sur la base des plans, des esquisses, des procédures et/ou des engagements proposés, que l'exploitation devrait être comme prévu en pleine conformité avec tous les principes et les normes de pratiques. Si la pleine conformité n'est pas vérifiée, l'auditeur doit identifier les aspects spécifiques des plans, esquisses, procédures et engagements proposés qui ont été jugés comme incohérents par rapport aux principes et aux normes de pratiques. Cependant, à la différence d'un audit de conformité d'installations opérationnelles, la certification pré-opérationnelle ne peut pas résulter en une certification conditionnelle d'une exploitation qui est seulement en conformité substantielle. L'auditeur peut octroyer une certification pré-opérationnelle à l'exploitation dès que cette dernière a fourni les informations supplémentaires ou révisées nécessaires pour démontrer qu'elle devrait être en pleine conformité comme prévu.

Des installations pré-opérationnelles jugées être en pleine conformité reçoivent une certification conditionnelle, sujette à un audit sur le site pour confirmer que l'exploitation a été construite et est opérée en conformité avec le Code. L'audit de confirmation doit suivre le processus de certification du Code comme vérification initiale, mais la période de 3 ans entre le fait de devenir un signataire et la soumission du rapport d'audit à l'IIGC n'est pas applicable. L'audit de confirmation doit être mené dans l'année suivant la première réception de cyanure sur le site d'une mine d'or.

Protocole de conformité

1. PRODUCTION : Encourager la fabrication responsable de cyanure en achetant auprès de fabricants qui opèrent d'une manière sûre et respectueuse de l'environnement.

Norme de pratiques 1.1 : Acheter du cyanure auprès de fabricants employant des pratiques et des procédures appropriées afin de limiter l'exposition de leurs employés au cyanure et afin de prévenir les rejets de cyanure dans l'environnement.

1. L'exploitation s'est-elle engagée à exiger dans tous les contrats avec le ou les fabricants ou distributeurs de cyanure que a) le cyanure produit dans des installations ait été certifié comme étant en conformité avec le Code ou que b) le ou les fabricants fournissent les résultats d'un audit des activités de production de cyanure mené au moins tous les trois ans par une tierce partie indépendante répondant aux qualifications établies par l'IIGC ?

2. La société d'extraction de l'or s'est-elle engagée à exiger de tout distributeur indépendant auprès duquel elle achète du cyanure qu'il fournisse la preuve que le

cyanure expédié à l'exploitation provient d'un fabricant respectant la clause n° 1 ci-dessus ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 1.1 ? Expliquer le fondement de la constatation.

2. TRANSPORT : Protéger les communautés et l'environnement pendant le transport du cyanure.

Norme de pratiques 2.1 : *Etablir des limites claires de responsabilité au sujet de la sécurité, de la sûreté, de la prévention des rejets, de la formation et de l'intervention d'urgence dans des accords écrits avec les producteurs, les distributeurs et les transporteurs.*

1. La société d'extraction de l'or s'est-elle engagée à conclure des accords écrits entre l'exploitation, le producteur, le distributeur et les transporteurs de cyanure en désignant les responsabilités respectives pour les points ci-dessous, le cas échéant ?

a) Emballage tel qu'exigé par les Nations unies pour les expéditions internationales et par la ou les juridictions politiques traversées par la cargaison

b) Etiquetage dans les langues nécessaires pour identifier la matière dans la ou les juridictions politiques traversées par la cargaison, et selon les exigences de ces juridictions et des Nations unies (pour les expéditions internationales)

c) Stockage avant l'expédition

d) Evaluation et sélection des trajets, y compris l'implication de la communauté

e) Stockage et sécurité aux points d'entrée

f) Chargement, stockage et déchargement provisoires pendant l'expédition

g) Transport vers l'exploitation

h) Déchargement à l'exploitation

i) Sécurité et maintenance des moyens de transport (par ex., avions, vaisseaux, véhicules, trains, etc.) tout au long du transport

j) Formation professionnelle et à la sécurité des transporteurs et des manutentionnaires travaillant avec le cyanure du point de fabrication jusqu'à la société d'extraction de l'or

k) Sécurité tout au long du transport

l) Intervention d'urgence tout au long du transport.

2. Le contrat écrit spécifie-t-il que les responsabilités désignées s'étendent à tout sous-traitant utilisé par le producteur, le distributeur, le transporteur ou l'exploitation pour les activités liées au transport ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 2.1 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 2.2 : Exiger que les transporteurs de cyanure mettent en oeuvre les plans d'intervention d'urgence et les capacités appropriés, et emploient les mesures adéquates à la gestion du cyanure.

1. La société d'extraction de l'or s'est-elle engagée à exiger par contrat que le cyanure soit transporté sur le site par un transporteur qui soit a) soit certifié comme étant conforme au Code ou b) ou fournisse les résultats d'un audit de ses activités de transport de cyanure (qui peut être celui des transporteurs individuels de cyanure et/ou de la chaîne d'approvisionnement en cyanure), devant être mené au moins tous les trois ans par une tierce partie indépendante répondant aux qualifications établies par l'IIGC ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 2.2 ? Expliquer le fondement de la constatation.

3. MANUTENTION ET STOCKAGE : Protéger les employés et l'environnement pendant la manutention et le stockage du cyanure.

Norme de pratiques 3.1 : Concevoir et construire des installations de déchargement, de stockage et de mélange dans le respect des pratiques d'ingénierie saines et acceptées, des procédures de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité, et des mesures de prévention et de confinement des déversements.

Remarque : voir aussi les questions 1-3 & 6 sous la norme de pratiques 4.7 et toutes les questions sous la norme de pratiques 4.8 pour des éléments supplémentaires applicables à la manutention et au stockage du cyanure.

1. La société d'extraction de l'or s'est-elle engagée à fournir ou a-t-elle fourni des dessins techniques montrant que ses installations de déchargement, de stockage et de mélange du cyanure seront conçues et construites selon les directives des producteurs de cyanure, les règles applicables des juridictions et/ou d'autres pratiques d'ingénierie saines et acceptées pour ces installations ?

2. La société d'extraction de l'or a-t-elle montré que les zones de déchargement et de stockage du cyanure liquide et solide sont situées loin des humains et des eaux de surface ou s'est-elle engagée dans ce sens ? Sinon, l'exploitation a-t-elle évalué le potentiel de rejets dans les eaux de surface et/ou d'exposition humaine, et imaginé des précautions afin de minimiser ces potentiels ?

3. Les esquisses de conception démontrent-elles que le cyanure liquide est déchargé sur du béton ou une autre surface susceptible de minimiser le suintement dans la sous-surface ou l'exploitation s'est-elle engagée dans ce sens ?

4. Les esquisses de conception démontrent-elles que la zone de déchargement du cyanure est désignée et construite afin de confiner, de récupérer ou de permettre l'atténuation de toute fuite du camion-citerne ou l'exploitation s'est-elle engagée dans ce sens ?

5. Les esquisses de conception démontrent-elles l'existence d'une méthode conçue pour prévenir le remplissage excessif des réservoirs de stockage de cyanure, telle qu'un indicateur de niveau ou une alarme de haut niveau ou l'exploitation s'est-elle engagée à installer et à utiliser une telle méthode ?

6. Les esquisses de conception ou d'autres documents démontrent-ils que les réservoirs de stockage et de mélange de cyanure sont situés sur une surface de béton ou autre afin de prévenir le suintement dans la sous-surface ou l'exploitation s'est-elle engagée dans ce sens ?

7. Les esquisses de conception ou d'autres documents démontrent-ils que le système de confinement secondaire pour le stockage du cyanure et les réservoirs de mélange est construit à partir de matériaux capables de faire barrage aux fuites ou l'exploitation s'est-elle engagée dans ce sens ?

8. La société d'extraction de l'or a-t-elle fourni les esquisses de conception montrant que le cyanure est stocké selon les critères ci-dessous ou s'est-elle engagée dans ce sens :

a) Avec une bonne aération afin d'empêcher l'accumulation de gaz de cyanure d'hydrogène ?

b) Afin de minimiser le potentiel de contact entre le cyanure solide et l'eau (par ex., sous un toit, surélevé par rapport au sol ou dans des conteneurs spéciaux) ?

c) Dans un lieu sûr interdit au public, tel que derrière les grilles de l'usine ou dans un endroit distinct clôturé et verrouillé ?

d) A part de matières incompatibles telles que des acides, des oxydants très puissants, des explosifs, des denrées alimentaires, des aliments pour animaux, du tabac, à l'aide de bermes, de digues de sécurité, de murs ou d'autre barrières capables de prévenir tout mélange ?

Constatation : Ci l'exploitation met en oeuvre son engagement, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 3.1 ? Expliquer le fondement de la constatation. Prendre en compte les réponses aux questions 1-3 et 6 sous la norme de pratiques 4.7 et toutes les questions sous la norme de pratiques 4.8 dans la mesure où elles sont liées au déchargement, au stockage et au mélange du cyanure.

Norme de pratiques 3.2 : *Opérer les installations de déchargement, de stockage et de mélange à l'aide d'inspections, de maintenance préventive et de plans d'urgence afin de prévenir ou de confiner les rejets et pour contrôler et répondre aux expositions des employés.*

Remarque : voir les questions 1, 3, et 6-8 sous la norme de pratiques 4.1 et la question 3 sous la norme de pratiques 4.7 pour les éléments supplémentaires applicables à l'exploitation en ce qui concerne les installations de déchargement, de stockage et de mélange.

1. En ce qui concerne les conteneurs de cyanure vides, l'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à développer des procédures pour parvenir à :

a) Empêcher les conteneurs de cyanure vides d'être utilisés à d'autres fins que contenir du cyanure ?

b) Rincer les barils de cyanure vides, les sacs et les garnitures en plastique à l'eau trois fois et d'ajouter l'eau de rinçage au processus de cyanuration ou sinon de les jeter selon un processus respectueux de l'environnement ?

c) Ecraser les barils de cyanure vides avant de les jeter dans une décharge ou de les brûler ou de se débarrasser des caisses de bois vides d'une manière respectueuse de l'environnement ?

d) Nettoyer tout résidu de cyanure à l'extérieur des conteneurs de cyanure qui sont renvoyés au fournisseur et bien les fermer pour l'expédition ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à développer ou à mettre en oeuvre des plans ou procédures qui préviennent les expositions et les rejets pendant les activités de déchargement et de mélange telles que celles listées ci-dessous ?

a) Utilisation de tous les raccords et soupapes pour le déchargement du cyanure liquide et le mélange du cyanure solide ou liquide

b) Manutention des conteneurs de cyanure sans les fendre ou les percer

c) Limite de la hauteur de l'empilage des conteneurs de cyanure

d) Nettoyage opportun de tout déversement de cyanure pendant le mélange

e) Sécurité du déchargement du cyanure liquide et du mélange manuel de cyanure solide en exigeant le port d'un équipement personnel de protection adéquat et la présence d'un second individu en observation à partir d'un endroit sûr ou observation à distance par vidéo.

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la

norme de pratiques 3.2 ? Expliquer le fondement de la constatation. Prendre en compte les réponses aux questions 1, 3 et 6-8 sous la norme de pratiques 4.1 et la question 3 sous la norme de pratiques 4.7 dans la mesure où elles sont liées au déchargement, au stockage et au mélange du cyanure.

4. EXPLOITATIONS : Gérer les solutions de traitement contenant du cyanure et la production de déchets afin de protéger la santé des hommes et l'environnement.

Norme de pratiques 4.1 : *Mettre en oeuvre la gestion et l'exploitation de systèmes conçus pour protéger la santé des hommes et l'environnement y compris la planification d'urgence, ainsi que les procédures d'inspection et de maintenance préventive.*

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de plans ou s'est-elle engagée à préparer des plans ou des procédures d'exploitation et de gestion par écrit pour les unités de cyanuration, y compris les installations de déchargement, de mélange et de stockage, les usines de lessivage, les entités de lixiviation, les bassins d'accumulation de résidus, et les systèmes de traitement, de régénération et d'élimination du cyanure ?

2. L'exploitation s'est-elle engagée à inclure dans ses procédures ou a-t-elle préparé des projets de plans ou de procédures qui identifient les hypothèses et les paramètres à partir desquels la conception des installations sera basée et toute exigence réglementaire applicable (par ex., franc-bord exigé pour la sûreté des bassins et des retenues ; concentrations de cyanure dans les résidus sur lesquelles les mesures de protection de la faune sont basées) le cas échéant afin de prévenir ou de contrôler les rejets et les expositions de cyanure qui soient cohérents par rapport aux exigences applicables ?

3. L'exploitation s'est-elle engagée à inclure dans ses procédures ou a-t-elle préparé des projets de plans ou de procédures qui incluent les pratiques standard nécessaires pour l'exploitation des installations dans la sécurité et le respect de l'environnement, y compris les mesures spécifiques pour parvenir à la conformité au Code, telles que les inspections et les activités de maintenance préventive ?

4. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de procédure ou s'est-elle engagée à développer une procédure visant à identifier à quel moment les modifications des processus ou des pratiques d'exploitation d'un site peuvent augmenter le potentiel de rejet de cyanure et visant à incorporer les mesures de prévention de rejet nécessaires ?

5. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de procédures ou s'est-elle engagée à préparer des procédures d'urgence dans les situations de déséquilibre du bilan hydrique d'installations, lorsque des inspections et des opérations de surveillance identifient un écart par rapport à la conception ou aux procédures d'exploitation standard et/ou lorsqu'une fermeture temporaire ou la cessation des opérations semble être nécessaire ?

6. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de formulaires ou de procédures d'inspection ou s'est-elle engagée à inspecter les unités de cyanuration à intervalles établis pour en garantir et en documenter le fonctionnement selon les critères de conception ?

7. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de formulaires ou de procédures d'inspection ou s'est-elle engagée à inspecter les éléments suivants dans les zones de déchargement, de stockage, de mélange et de traitement, selon le site ?

a) Les réservoirs de solutions de traitement pour vérifier leur intégrité structurale et l'absence de corrosion et de fuites

b) Les conteneurs de confinement secondaire pour vérifier leur intégrité, la présence de liquides, leur capacité disponible et pour garantir que les drains sont fermés et, le cas échéant, verrouillés afin de prévenir les rejets accidentels dans l'environnement

c) Les systèmes de détection de fuites et de collecte sur les tapis et les retenues de lixiviation selon les exigences des documents de conception

d) Les pipelines, les pompes et les soupapes pour vérifier l'absence de signes de détérioration et de fuites

e) Les bassins au niveau des paramètres identifiés comme essentiels dans les documents de conception concernant le confinement du cyanure et des solutions, le maintien du bilan hydrique (comme le franc-bord disponible) et l'intégrité du détournement de l'eau de surface

8. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de formulaires ou de procédures d'inspection ou s'est-elle engagée à documenter les inspections, y compris la date de l'inspection, le nom de l'inspecteur, toute insuffisance observée, ainsi que la nature et la date des mesures correctives ?

9. L'exploitation a-t-elle élaboré un projet de programme de maintenance préventive ou s'est-elle engagée à mettre en oeuvre de tels programmes et à documenter ces activités afin de garantir que l'équipement et les dispositifs fonctionnent correctement pour assurer la sécurité de la gestion du cyanure ?

10. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de procédure d'alimentation électrique d'urgence ou s'est-elle engagée à se doter des ressources nécessaires dans ce domaine pour opérer les pompes et autres équipements destinés à prévenir des rejets et des expositions involontaires en cas d'interruption de l'alimentation primaire ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.1 ? Expliquer le fondement de la constatation. Prendre en compte les réponses aux questions 1-3 et 6-8 dans la mesure où elles s'appliquent aux réservoirs et pipelines de déchargement, de stockage et de mélange et les inclure dans la section résultats du protocole de conformité pour la norme de pratiques 3.2.

Norme de pratiques 4.2 : Introduire des systèmes de gestion et d'exploitation afin de minimiser l'utilisation du cyanure, limitant de ce fait les concentrations de cyanure dans les résidus de l'extraction.

1. L'exploitation a-t-elle déterminé les taux d'ajout de cyanure appropriés ou s'est-elle engagée à mener un programme pour déterminer les taux d'ajout de cyanure appropriés dans l'usine de concentration ?
2. L'exploitation a-t-elle élaboré un projet de stratégie ou s'est-elle engagée à mettre en oeuvre une stratégie afin de contrôler son ajout de cyanure le cas échéant lorsque les types de minerais ou les pratiques de traitement modifient les exigences en matière de cyanure ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.2 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 4.3 : Mettre en oeuvre un programme de gestion d'eau complet afin de se protéger contre tout rejet involontaire.

1. L'exploitation a-t-elle élaboré un projet ou s'est-elle engagée à élaborer un bilan hydrique complet et probabiliste ?
2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à élaborer des procédures d'exploitation qui incorporent des activités d'inspection et de surveillance afin de mettre en oeuvre le bilan hydrique et de prévenir le déversement des bassins et des retenues, et les rejets imprévus de solutions de cyanure dans l'environnement ?
3. L'exploitation a-t-elle préparé un bilan hydrique ou s'est-elle engagée à élaborer un bilan hydrique qui prenne en compte les points suivants d'une manière raisonnable et selon les installations et l'environnement ?
 - a) Les taux auxquels les solutions sont appliquées aux tapis et les résidus sont déposés dans les bassins de lixiviation
 - b) Une durée d'orage et un intervalle de retour qui offrent un degré de probabilité suffisant de manière à éviter le déversement du bassin ou de la retenue pendant la vie opérationnelle de l'unité
 - c) La qualité des précipitations existantes et les données d'évaporation dans la représentation des conditions réelles du site
 - d) Le volume de précipitations entrant dans un bassin ou une retenue résultant de l'écoulement de surface en provenance du bassin hydrographique en amont, y compris des modifications le cas échéant pour prendre en compte les différences d'altitude et l'infiltration des écoulements dans le sol

e) Les effets d'un gel et d'un dégel potentiels sur l'accumulation des précipitations dans les unités et le bassin hydrographique en amont

f) Les pertes de solution en dehors de l'évaporation, telles que la capacité de décantation, les systèmes de drainage et de recyclage, le suintement autorisé vers la sous-surface et les déversements autorisés dans l'eau de surface

g) Les effets des pannes d'électricité éventuelles ou des pannes de pompes ou d'autres équipements lors du drainage en provenance d'un tapis de lixiviation ou le retrait en urgence de l'eau des unités

h) Là où la solution est déversée dans les eaux de surface, la capacité et la disponibilité en ligne des systèmes nécessaires de traitement, de destruction ou de régénération

i) D'autres aspects de la conception des unités susceptibles d'affecter le bilan hydrique, tels que la surface phréatique supposée dans les centres de stockage des résidus

4. L'exploitation a-t-elle fourni des dessins techniques qui démontrent que les bassins et les retenues ont été conçus avec un franc-bord adéquat au-dessus de la capacité de stockage maximum déterminée comme étant nécessaire à partir des calculs du bilan hydrique ou s'est-elle engagée à adopter une telle conception ?

5. L'exploitation s'est-elle engagée à mesurer les précipitations, à comparer les résultats aux hypothèses de conception et à revoir les pratiques d'exploitation le cas échéant ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.3 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 4.4 : Mettre en oeuvre des mesures pour protéger les oiseaux, d'autres espèces de la faune et le bétail des effets nocifs des solutions de traitement contenant du cyanure.

1. L'exploitation s'est-elle engagée à mettre en oeuvre des mesures (c'est-à-dire les clôtures, le remplissage des fossés de recueil avec du gravier, ainsi que la couverture ou la pose de filets sur l'eau des retenues et des bassins) pour limiter l'accès de la faune et du bétail à toutes les eaux libres où le cyanure WAD excède 50 mg/l ?

2. L'exploitation s'est-elle engagée à appliquer les solutions de lixiviation afin d'éviter un engorgement de surface significatif à la surface du tas et de limiter la pulvérisation hors cible de solution à partir du revêtement du tas ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.4 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 4.5 : *Mettre en oeuvre des mesures de protection des poissons et de la faune contre les déversements directs et indirects des solutions de traitement contenant du cyanure dans l'eau de surface.*

1. L'exploitation va-t-elle effectuer un déversement direct dans l'eau de surface ? Si tel est le cas, l'exploitation s'est-elle engagée à limiter le déversement à un taux inférieur à 0,5 mg/l de cyanure WAD et a-t-elle incorporé une technologie dans sa conception afin de respecter cette limite ?

2. L'exploitation a-t-elle fourni des informations sur la qualité anticipée de tout déversement direct et les caractéristiques de la masse d'eau réceptrice pour montrer que la concentration de cyanure libre en aval de toute zone établie de mélange ne dépassera pas 0,022 mg/l ?

3. L'exploitation a-t-elle fourni la documentation prouvant que ses unités ont été ou seront conçues d'une manière qui limitera tout déversement indirect dans l'eau de surface afin de ne pas résulter en une concentration de cyanure libre en aval de toute zone établie de mélange supérieure à 0,022 mg/l ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.5 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 4.6 : *Mettre en oeuvre des mesures destinées à gérer le suintement des unités de cyanuration afin de protéger les usages bénéficiaires de l'eau souterraine.*

1. L'exploitation a-t-elle présenté une conception et/ou proposé des informations d'exploitation au sujet de techniques de gestion de l'eau spécifiques ou d'autres mesures de gestion des suintements afin de protéger les usages bénéficiaires de l'eau souterraine en dessous et/ou immédiatement en aval de l'exploitation ?

2. Si l'exploitation a l'intention d'utiliser les résidus de l'extraction comme remplissage souterrain, a-t-elle évalué les impacts potentiels du cyanure résiduel sur la santé des employés et sur les usages bénéficiaires de l'eau souterraine et évalué les mesures nécessaires pour les traiter ou s'est-elle engagée à évaluer ces mesures et à mettre en oeuvre des mesures d'atténuation nécessaires ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.6 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 4.7 : *Offrir des méthodes de prévention ou de confinement des déversements pour les réservoirs de traitement et les pipelines.*

1. Les esquisses de conception démontrent-elles que ou l'exploitation s'est-elle engagée à ce que les mesures de confinement ou de prévention des déversements soient fournies pour tous les réservoirs de solutions de traitement, ainsi que de déchargement, de stockage et de mélange de cyanure ?

2. Les esquisses de conception ou d'autres documents démontrent-ils que le système de confinement secondaire pour le déchargement, le stockage et le mélange du cyanure ainsi que les réservoirs de traitement peut contenir un volume plus important que celui du plus gros réservoir et que celui de tout tuyau se vidangeant dans le système de confinement, avec une capacité supplémentaire en cas d'événement pluvio-hydrologique ou l'exploitation s'est-elle engagée dans ce sens ?
3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à élaborer ou à mettre en oeuvre des procédures afin de prévenir tout déversement dans l'environnement de toute solution de traitement ou de toute précipitation contaminée avec du cyanure qui est recueillie dans une zone de confinement secondaire ?
4. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à élaborer ou à mettre en oeuvre des mesures de prévention ou de confinement des déversements pour tous les pipelines de solution de traitement au cyanure afin de recueillir les fuites et prévenir les rejets dans l'environnement ?
5. L'exploitation a-t-elle mené des évaluations des zones où les pipelines de cyanure vont présenter un risque pour l'eau de surface pour des besoins de protection spéciaux ou s'est-elle engagée à mener de telles évaluations ?
6. Les esquisses de conception ou d'autres documents démontrent-ils que les réservoirs et les pipelines de cyanure sont construits de matériaux compatibles avec le cyanure et un pH élevé ou l'exploitation s'est-elle engagée dans ce sens ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.7 ? Expliquer le fondement de la constatation. Prendre en compte les réponses aux questions 1-3 et 6 dans la mesure où elles s'appliquent aux pipelines et aux réservoirs de déchargement, de stockage et de mélange et les inclure dans la section résultats du protocole de conformité pour la norme de pratiques 3.1. Prendre en compte la réponse à la question 3 dans la mesure où elle s'applique aux pipelines et aux réservoirs de déchargement, de stockage et de mélange et l'inclure dans la section constatations du protocole de conformité pour la norme de pratiques 3.2.

Norme de pratiques 4.8 : Mettre en oeuvre des procédures de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité afin de confirmer que les unités de cyanuration sont construites selon les normes et les caractéristiques acceptées en matière d'ingénierie.

1. L'exploitation s'est-elle engagée à mettre en oeuvre des programmes de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité pendant la construction de toutes les nouvelles unités de cyanuration y compris les installations de déchargement, de stockage et de mélange de cyanure et autres unités de cyanuration ?
2. Dans le cadre de ses programmes de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité, l'opération s'est-elle engagée à traiter de la conformité des matériaux de construction et de l'adéquation du compactage du sol pour les travaux de terrassement tels que les fondations des réservoirs et les revêtements de terre, l'installation des

revêtements en membranes synthétiques utilisés dans les bassins et les tapis de lixiviation et pour la construction des réservoirs de stockage et de traitement du cyanure ?

3. L'exploitation s'est-elle engagée à garder des archives sur le contrôle de la qualité et l'assurance de la qualité pour la construction de ses unités de cyanuration ?

4. L'exploitation s'est-elle engagée à confier à du personnel qualifié l'examen de la construction des unités de cyanuration et la fourniture de documents prouvant que les installations ont été construites selon les propositions et les autorisations ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.8 ? Expliquer le fondement de la constatation. Prendre en compte les réponses à toutes les questions dans la mesure où elles s'appliquent aux pipelines et aux réservoirs de déchargement, de stockage et de mélange dans la section constatations du protocole de conformité pour la norme de pratiques 3.1.

Norme de pratiques 4.9 : Mettre en oeuvre des programmes de surveillance afin d'évaluer les effets de l'utilisation du cyanure sur la faune, ainsi que la qualité de l'eau de surface et de l'eau souterraine.

1. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de procédures de surveillance ou s'est-elle engagée à élaborer des procédures standard par écrit pour les activités de surveillance ?

2. L'exploitation dispose-t-elle d'un projet de procédures de surveillance élaborées par du personnel qualifié ou s'est-elle engagée à confier l'élaboration de ses protocoles d'échantillonnage et d'analyse à de telles personnes ?

3. L'exploitation a-t-elle élaboré un projet de procédures d'échantillonnage ou s'est-elle engagée à élaborer des procédures d'échantillonnage qui incluent les points suivants : comment et où les échantillons doivent être prélevés, les techniques de conservation des échantillons, les procédures de la chaîne de conservation, les instructions d'expédition et les espèces de cyanure à analyser ?

4. Un projet de manuel d'échantillonnage exige-t-il ou l'exploitation s'est-elle engagée à préparer un manuel d'échantillonnage qui exige que les conditions et les procédures d'échantillonnage (par ex., météo, activité du bétail/de la faune, influences anthropogéniques, etc.) soient documentées par écrit ?

5. Un projet de programme d'échantillonnage a-t-il été développé qui exige des activités de surveillance ou l'exploitation s'est-elle engagée à surveiller la présence de cyanure dans les déversements d'eau de traitement dans l'eau de surface ainsi que dans l'eau souterraine et de surface en aval du site ?

6. L'exploitation a-t-elle élaboré un projet de formulaire d'inspection ou s'est-elle engagée à inspecter et à enregistrer les données sur la mortalité de la faune liée au contact avec et à l'ingestion de solutions de cyanure ?

7. L'exploitation a-t-elle spécifié la fréquence adéquate des activités de surveillance pour caractériser le moyen étant surveillé et identifier les changements à temps ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 4.9 ? Expliquer le fondement de la constatation.

5. DECLASSEMENT : Protéger les communautés et l'environnement du cyanure par l'intermédiaire du développement et de la mise en oeuvre de plans de déclassement pour les unités de cyanuration.

Norme de pratiques 5.1 : Planifier et mettre en oeuvre des procédures pour le déclassement efficace des unités de cyanuration afin de protéger la vie humaine, la faune et le bétail.

1. L'exploitation a-t-elle élaboré un plan conceptuel ou s'est-elle engagée à déclasser les unités de cyanuration à la cessation des opérations ?

2. L'exploitation s'est-elle engagée à inclure un calendrier de mise en oeuvre dans son plan de déclassement ?

3. L'exploitation s'est-elle engagée à examiner ses procédures de déclassement pour les unités de cyanuration pendant la vie de l'exploitation et à les réviser au besoin ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 5.1 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 5.2 : Etablir un mécanisme d'assurance capable de financer complètement les activités de déclassement liées au cyanure.

1. L'exploitation a-t-elle élaboré une estimation du coût du financement complet par une tierce partie de la mise en oeuvre des mesures de déclassement liées au cyanure telles qu'identifiées dans le déclassement de son site ou dans son plan de fermeture, ou s'est-elle engagée à inclure une telle estimation dans le plan qu'elle va élaborer ?

2. L'exploitation s'est-elle engagée à examiner et à mettre en jour l'estimation de coût au moins une fois tous les cinq ans ou lorsque des révisions sont effectuées qui ont un impact sur les activités de déclassement liées au cyanure ?

3. L'exploitation est-elle obligée par la juridiction applicable d'établir un mécanisme financier pour couvrir les coûts estimés pour les activités de déclassement liées au cyanure telles qu'elles sont identifiées dans sa stratégie de déclassement et de fermeture ? Sinon, aucune autre preuve n'est exigée pour se conformer à cette norme de pratiques.

4. Si la juridiction applicable n'exige pas de garantie financière, l'exploitation s'est-elle engagée à établir un mécanisme autre que l'assurance ou la garantie propre pour couvrir les coûts estimés des activités de déclassement liées au cyanure telles qu'elles

sont identifiées dans sa stratégie de déclassement et de fermeture ? Sinon, aucune autre preuve n'est exigée pour se conformer à cette norme de pratiques.

5. Si la juridiction applicable n'exige pas de garantie financière et que l'exploitation a l'intention d'établir l'assurance ou la garantie propre comme mécanisme d'assurance financière, l'exploitation s'est-elle engagée à fournir une déclaration de la part d'un auditeur financier qualifié attestant qu'elle a la santé financière suffisante pour faire face à cette obligation comme le démontre une méthodologie d'évaluation financière acceptée ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 5.2 ? Expliquer le fondement de la constatation.

6. SECURITE DES EMPLOYES : Protéger la santé et la sécurité des employés de l'exposition au cyanure.

Norme de pratiques 6.1 : Identifier les scénarios d'exposition potentielle au cyanure et prendre les mesures nécessaires pour les éliminer, les atténuer et les contrôler.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à développer des procédures qui décrivent l'accomplissement de tâches liées au cyanure, telles que le déchargement, le mélange, les opérations d'usine, l'entrée dans des espaces confinés et la décontamination des équipements avant la maintenance d'une manière qui minimise l'exposition des employés ?

2. Les projets de procédures exigent-ils que ou l'exploitation s'est-elle engagée à ce que ses procédures requièrent l'utilisation d'un équipement de protection personnel au besoin et traitent la question des inspections avant le travail, d'une intervention d'urgence, de la surveillance du cyanure, des communications et de la documentation ?

3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à développer des procédures qui examinent tout processus proposé ou tout changement opérationnel quant à son impact potentiel sur la santé et la sécurité des employés, et à incorporer toute mesure de protection des employés nécessaire ?

4. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à solliciter et à prendre activement en compte la participation des employés dans l'élaboration et l'évaluation des procédures de santé et de sécurité ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 6.1 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 6.2 : Opérer et surveiller les unités de cyanuration afin de protéger la santé et la sécurité des employés et d'évaluer à intervalles réguliers l'efficacité des mesures liées à la santé et à la sécurité.

1. L'exploitation a-t-elle déterminé ou s'est-elle engagée à déterminer le pH adéquat pour limiter l'émission du gaz de cyanure d'hydrogène pendant les activités de mélange et de production ?
2. Là où les employés courent un risque d'exposition significative au cyanure, l'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à utiliser des dispositifs de surveillance ambiants ou personnels pour confirmer que les contrôles permettent de limiter l'exposition des employés au gaz de cyanure d'hydrogène et au sodium, ainsi qu'à la poussière de cyanure de potassium et de calcium à 10 parties par million sur une base instantanée et 4,7 parties par million continuellement sur une période de 8 heures, comme CN⁻ ?
3. L'exploitation a-t-elle identifié des zones et des activités où les employés risquent d'être exposés au cyanure en quantités supérieures à 10 parties par million sur une base instantanée et 4,7 parties par million continuellement sur une période de 8 heures, et a-t-elle élaboré des projets de procédures ou s'est-elle engagée à exiger l'utilisation d'un équipement de protection personnel dans ces zones ou lors de l'exécution de ces tâches ?
4. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à maintenir, à tester et à étalonner l'équipement de surveillance du cyanure selon les instructions du fabricant, et à garder les archives pendant au moins un an ?
5. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à placer des panneaux d'avertissement là où le cyanure est utilisé pour alerter les employés à la présence de cyanure, à l'interdiction de fumer, de manger et de boire, à l'interdiction de la présence de flammes nues et à l'obligation de porter l'équipement personnel spécifique de protection contre le cyanure au besoin ?
6. L'exploitation s'est-elle engagée à placer des douches, des douches oculaires à basse pression et des extincteurs à poudre ou non-acides dans des points stratégiques dans toute l'exploitation et à les maintenir, à les inspecter et à les tester à intervalles réguliers ?
7. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à placer des panneaux, des étiquettes, etc., afin d'avertir les employés que les tuyaux et les réservoirs de déchargement, de stockage, de mélange et de traitement contiennent du cyanure et afin d'indiquer le contenu et le sens du débit dans les tuyaux transportant une solution de cyanure ?
8. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à mettre à la disposition des employés des FTSS, des procédures des premiers soins et autres documents d'information sur la sécurité liée au cyanure dans la langue des employés et dans les zones de gestion du cyanure ?
9. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à élaborer et à mettre en oeuvre des procédures pour enquêter sur et évaluer les incidents liés à l'exposition au cyanure afin de déterminer si les programmes et les procédures de l'exploitation axés sur la santé et la sécurité des employés, et sur la

réaction face aux expositions au cyanure, sont adéquats ou si des changements sont nécessaires ? A-t-elle préparé des projets ou des exemples de procédures pour cette évaluation ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 6.2 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 6.3 : Développer et mettre en oeuvre des plans et des procédures d'intervention d'urgence afin de répondre à l'exposition des employés au cyanure.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à mettre à la disposition des employés de l'eau, de l'oxygène, un réanimateur, des trousse d'antidotes, ainsi qu'une radio, un téléphone, un système d'alarme ou d'autres moyens de communication ou d'avertissement d'urgence prêts à être utilisés dans les zones de déchargement, de stockage et de mélange ou ailleurs dans l'usine ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à inspecter son équipement des premiers soins régulièrement pour garantir sa disponibilité en cas de besoin, et à stocker, à tester et/ou à remplacer les matériaux telles que les antidotes au cyanure selon les instructions de leur fabricant afin de garantir leur efficacité en cas de besoin ?

3. L'exploitation a-t-elle élaboré des plans ou des procédures d'intervention d'urgence par écrit ou s'est-elle engagée à élaborer des procédures pour réagir face à des expositions au cyanure ?

4. L'exploitation s'est-elle engagée à disposer de ses propres capacités sur le site afin de dispenser les premiers soins ou offrir une aide médicale aux employés exposés au cyanure ?

5. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à élaborer des procédures pour transporter les employés exposés vers des installations médicales qualifiées et locales à l'extérieur du site ?

6. L'exploitation s'est-elle engagée à prendre des dispositions explicites avec les cliniques et hôpitaux locaux, etc., de manière à ce que les prestataires de soins soient conscients du besoin potentiel de traiter des patients pour exposition au cyanure ?

7. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à organiser des exercices d'alerte afin de tester les procédures d'intervention dans le cadre de divers scénarios d'exposition au cyanure et à incorporer les leçons tirées de ces exercices à la planification de l'intervention ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 6.3 ? Expliquer le fondement de la constatation.

7. INTERVENTION D'URGENCE : Protéger les communautés et l'environnement à travers l'élaboration de stratégies et de capacités d'intervention d'urgence.

Norme de pratiques 7.1 : Préparer des plans d'intervention d'urgence détaillés en cas de rejets de cyanure.

1. L'exploitation a-t-elle préparé un projet de plan d'intervention d'urgence ou s'est-elle engagée à élaborer un tel plan afin de faire face aux rejets potentiels de cyanure ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures qui prennent en compte ou s'est-elle engagée à prendre en compte dans son plan d'intervention d'urgence des scénarios d'échec potentiel liés au cyanure et adaptés aux conditions environnementales et opérationnelles du site, y compris les points suivants, le cas échéant ?

a) Rejet catastrophique de gaz de cyanure d'hydrogène des installations de stockage ou de traitement

b) Accidents de transport

c) Rejets pendant le déchargement et le mélange

d) Rejets pendant des incendies et des explosions

e) Défaillance de tuyaux, soupapes et réservoirs

f) Déversement des bassins et des retenues

g) Panne d'électricité et des pompes

h) Suintement incontrôlé

i) Défaillance des systèmes de traitement, de destruction ou de récupération du cyanure

j) Défaillance des retenues d'accumulation de résidus, des centres de lixiviation et d'autres unités de cyanuration.

3. L'exploitation a-t-elle élaboré des projets de procédures qui décrivent ou s'est-elle engagée à ce que le plan décrive des actions d'intervention spécifiques, (selon les situations anticipées) telles que l'évacuation du personnel et des communautés potentiellement affectées de la zone d'exposition, l'avertissement du personnel d'intervention et de la direction opérationnelle, l'utilisation des antidotes au cyanure et des premiers soins, le contrôle des rejets à la source, le confinement des rejets, l'évaluation du rejet et son atténuation, et la mise en oeuvre de mesures de prévention d'une nouvelle occurrence ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 7.1 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 7.2 : *Impliquer le personnel du site et les parties prenantes dans le processus de planification.*

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures qui intègrent, ou s'est-elle engagée à intégrer ses employés et ses parties prenantes, incluant les communautés potentiellement affectées, au processus de planification en cas d'intervention d'urgence ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à sensibiliser les communautés potentiellement affectées à la nature des risques associés au cyanure et à les consulter directement ou par l'intermédiaire des représentants des communautés au sujet des actions de communication et de réaction ?

3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à intégrer les agences d'intervention locales, tels que les intervenants extérieurs et les installations médicales, au processus de planification en cas d'intervention d'urgence ?

4. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à se lancer dans des consultations ou une communication avec les parties prenantes afin de maintenir le plan d'intervention d'urgence à jour ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 7.2 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 7.3 : *Désigner le personnel approprié et dédier l'équipement et les ressources nécessaires à une intervention d'urgence.*

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures qui incluent ou s'est-elle engagée à inclure les éléments suivants liés au cyanure :

a) Désignation des coordinateurs de l'intervention principale et des autres interventions possibles qui jouissent de l'autorité explicite leur permettant d'engager les ressources nécessaires pour mettre le plan en oeuvre ?

b) Identification des équipes d'intervention d'urgence ?

c) Critères de la formation appropriée des intervenant de secours ?

d) Procédures de rappel au travail et les coordonnées 24 heures sur 24 des coordinateurs et des membres des équipes d'intervention ?

e) Devoirs et responsabilités spécifiques des coordinateurs et des membres des équipes ?

f) Liste de tout l'équipement d'intervention d'urgence disponible pendant le transport du cyanure le long des itinéraires et/ou sur le site, y compris l'équipement personnel de protection ?

g) Procédures d'inspection de l'équipement d'intervention d'urgence afin de garantir sa disponibilité ?

h) Description des rôles des intervenants extérieurs, des installations médicales et des communautés dans les procédures d'intervention d'urgence ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à confirmer que les entités externes incluses dans le plan d'intervention d'urgence sont conscientes de leur engagement et sont intégrées le cas échéant aux exercices d'alerte ou de mise en oeuvre menés par l'exploitation ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 7.3 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 7.4 : Elaborer des procédures pour l'avertissement et le signalement internes et externes en cas d'urgence.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à inclure des procédures accompagnées de coordonnées dans le but d'avertir d'une urgence liée au cyanure la direction, les organismes de réglementation, les intervenants extérieurs en cas d'urgence et les installations médicales ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à inclure des procédures accompagnées de coordonnées pour avertir les communautés potentiellement affectées de l'incident lié au cyanure et des mesures d'intervention nécessaires, et pour communiquer avec les médias ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 7.4 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 7.5 : Incorporer dans les plans d'intervention et les mesures d'atténuation des éléments de surveillance qui prennent en compte les dangers supplémentaires liés à l'utilisation de produits chimiques de traitement du cyanure.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de descriptions ou s'est-elle engagée à décrire des mesures d'atténuation spécifiques dans le plan selon les cas pour les scénarios de rejet de cyanure susceptibles de se concrétiser, tels que :

a) Récupération ou neutralisation des solutions ou des solides ?

b) Décontamination des sols ou d'autres supports contaminés ?

c) Gestion et/ou élimination des débris liés au nettoyage du déversement ?

d) Disposition pour une autre source d'alimentation en eau potable ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à élaborer des procédures axées sur l'interdiction de produits chimiques tels que l'hypochlorite de sodium, l'eau oxygénée et le sulfate ferreux dans le traitement du cyanure rejeté dans les eaux de surface ?

3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à aborder le besoin potentiel d'une surveillance environnementale afin d'identifier l'envergure et les effets d'un rejet de cyanure, et à inclure les méthodologies et les paramètres d'échantillonnage et, le cas échéant, les lieux possibles d'échantillonnage ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 7.5 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 7.6 : Evaluer à intervalles réguliers les procédures et les capacités d'intervention et les réviser selon les besoins.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à examiner et à évaluer l'adéquation des éléments liés au cyanure de son plan d'intervention d'urgence à intervalles réguliers ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à organiser des exercices d'alerte à intervalles réguliers dans le cadre de son processus d'évaluation du plan d'intervention d'urgence ?

3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à évaluer et à réviser le plan d'intervention d'urgence après toute urgence liée au cyanure nécessitant sa mise en oeuvre ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 7.6 ? Expliquer le fondement de la constatation.

8. FORMATION : Former les employés et le personnel d'intervention d'urgence à la gestion du cyanure d'une manière sûre et respectueuse de l'environnement.

Norme de pratiques 8.1 : Former les employés à comprendre les dangers associés à l'utilisation du cyanure.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à former tout le personnel susceptible de rencontrer du cyanure à l'identification des dangers du cyanure ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à organiser des formations de perfectionnement périodiques sur l'identification des dangers du cyanure ?

3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à garder les archives liées aux formations sur l'identification des dangers du cyanure ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 8.1 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 8.2 : *Former le personnel approprié pour exploiter les installations selon des systèmes et procédures qui protègent la santé humaine, la communauté et l'environnement.*

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à former ses employés à s'acquitter de leurs tâches de production normales, y compris le déchargement, le mélange, la production et la maintenance, avec un risque minimum pour la santé et la sécurité des employés et d'une manière permettant de prévenir des rejets imprévus de cyanure ?

2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à identifier les éléments de formation nécessaires à chaque poste touchant à la gestion du cyanure dans un plan de formation ou d'autres documents de formation ?

3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à employer uniquement du personnel qualifié pour procéder à la formation professionnelle liée aux activités de gestion du cyanure ?

4. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à former ses employés avant de les laisser travailler avec du cyanure ?

5. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à offrir des stages de perfectionnement sur la gestion du cyanure afin de garantir que les employés continuent à accomplir leurs tâches en toute sécurité et dans le respect de l'environnement ?

6. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à évaluer l'efficacité de la formation au cyanure grâce à des tests, à de l'observation ou à d'autres moyens ?

7. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à garder les archives sur les formations suivies par ses employés tout au long de leur emploi ? Les dossiers vont-ils inclure les noms de l'employé et du formateur, la date de la formation, les sujets couverts et si l'employé a montré qu'il comprenait les documents de formation ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 8.2 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 8.3 : *Former le personnel et les employés appropriés pour répondre aux expositions des employés et aux rejets du cyanure dans l'environnement.*

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à former tout le personnel travaillant à des activités de déchargement, de mélange et de production de cyanure, ainsi que dans des activités de maintenance, aux procédures à suivre en cas de rejet de cyanure ?
2. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à former du personnel d'intervention sur le site travaillant avec le cyanure, y compris les employés travaillant à des activités de déchargement, de mélange et de production de cyanure, ainsi que dans des activités de maintenance, à la décontamination et aux procédures des premiers soins ? Ces employés vont-ils participer à des exercices de routine pour tester et améliorer leurs compétences de réaction ?
3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à former les coordinateurs de l'intervention en cas d'urgence et les membres des équipes d'intervention d'urgence aux procédures incluses dans le plan d'intervention d'urgence, y compris l'utilisation de l'équipement d'intervention ?
4. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à familiariser les intervenants en cas d'urgence à l'extérieur du site, tels que les membres des communautés, les intervenants locaux et le personnel médical avec les éléments du plan d'intervention d'urgence liés au cyanure ?
5. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à conserver les dossiers documentant toute la formation au cyanure, y compris les noms de l'employé et du formateur, la date de la formation, les sujets couverts et si l'employé a montré qu'il comprenait les documents de formation ?
6. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à offrir des stages de perfectionnement sur l'intervention en cas d'exposition au cyanure et de rejets de cette substance ?
7. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à organiser des formations de perfectionnement périodiques sur des exercices d'alerte simulant des urgences liées au cyanure à des fins de formation ? Les exercices vont-ils simuler à la fois les expositions des employés et les rejets dans l'environnement ?
8. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à évaluer les exercices d'alerte liés au cyanure dans une perspective de formation afin de déterminer si le personnel possède la connaissance et les compétences exigées pour une intervention efficace ? Les procédures de formation seront-elles révisées si des insuffisances sont identifiées ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 8.3 ? Expliquer le fondement de la constatation.

9. DIALOGUE : S'engager dans la consultation publique et la divulgation.

Norme de pratiques 9.1 : Offrir aux parties prenantes la possibilité de communiquer les points préoccupants.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à offrir aux parties prenantes la possibilité de communiquer les points préoccupants concernant la gestion du cyanure ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 9.1 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 9.2 : Lancer le dialogue décrivant les procédures de gestion du cyanure et traiter les préoccupations identifiées avec réceptivité.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à offrir des possibilités d'interactions avec les parties prenantes et à leur fournir des informations sur les pratiques et procédures de gestion du cyanure ?

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 9.2 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Norme de pratiques 9.3 : Publier des informations environnementales et opérationnelles appropriées au sujet de la gestion du cyanure à l'intention des parties prenantes.

1. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à rédiger des descriptions sur la conduite de leurs activités et la gestion du cyanure, et ces descriptions seront-elles mises à la disposition des communautés et autres parties prenantes ?

2. Si un pourcentage important des populations locales est analphabète, l'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à disséminer les informations sur le cyanure sous une forme verbale ?

3. L'exploitation a-t-elle préparé des projets de procédures ou s'est-elle engagée à publier les informations sur les rejets de cyanure ou les expositions de cyanure suivants et a-t-elle identifié les méthodes à utiliser ?

a) Les incidents d'exposition au cyanure résultant en une hospitalisation voire un décès

b) Les incidents où des rejets à l'extérieur du site de la mine ont exigé une intervention ou des mesures d'atténuation

c) Les incidents où un rejet à l'extérieur ou à l'intérieur du site de la mine cause des effets nocifs significatifs sur la santé ou l'environnement

d) Les incidents où un rejet à l'extérieur ou à l'intérieur du site de la mine a nécessité l'établissement d'un rapport en vertu des réglementations applicables

e) Des rejets qui ont provoqué le dépassement des limites applicables pour le cyanure

Constatation : Si l'exploitation met en oeuvre son engagement, ainsi que les plans et procédures qu'elle a préparés, doit-elle comme prévu être en pleine conformité avec la norme de pratiques 9.3 ? Expliquer le fondement de la constatation.

Annexe 2

Arrêté du 19 avril 2010 relatif à la gestion des déchets des industries extractives

...

JORF n°0180 du 6 août 2010

Texte n°6

ARRETE

Arrêté du 19 avril 2010 relatif à la gestion des déchets des industries extractives

NOR: DEVP1010260A

Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat,

Vu la directive n° 91/689/CEE du 12 décembre 1991 relative aux déchets dangereux ;

Vu la directive n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;

Vu la directive n° 2001/42/CE du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement ;

Vu la directive n° 2006/12/CE du 5 avril 2006 relative aux déchets ;

Vu la directive n° 2006/21/CE du 15 mars 2006 concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE ;

Vu la directive n° 2006/118/CE du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration ;

Vu la directive n° 2008/1/CE du 15 janvier 2008 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution ;

Vu la décision n° 2009/337/CE de la Commission du 20 avril 2009 relative à la définition des critères de classification des installations de gestion de déchets conformément à l'annexe III de la directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive ;

Vu la décision n° 2009/359/CE de la Commission du 30 avril 2009 complétant la définition du terme « déchets inertes » en application de l'article 22, paragraphe 1, point f, de la directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive ;

Vu la décision n° 2009/360/CE de la Commission du 30 avril 2009 complétant les exigences techniques relatives à la caractérisation des déchets définies par la directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive ;

Vu le code de l'environnement, notamment les articles L. 512-1 et L. 512-5 ;

Vu l'arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

Vu l'avis des organisations professionnelles concernées ;

Vu l'avis du Conseil supérieur des installations classées du 6 avril 2010,

Arrête :

TITRE IER : DOMAINE D'APPLICATION

Article 1

Champ.

Le présent arrêté est applicable aux stockages de déchets d'extraction solides, liquides, en solution ou en suspension relevant de la rubrique n° 2720 de la nomenclature des installations classées.

Au sens du présent arrêté, les déchets d'extraction sont des déchets provenant de la prospection, de l'extraction, du traitement et du stockage de ressources minières (dont les matières premières fossiles) et les déchets issus de l'exploitation des mines et carrières, y compris les boues issues des forages permettant l'exploitation des hydrocarbures.

Sont notamment concernées par les dispositions du présent arrêté les installations composées d'une digue ou d'une structure de retenue, de confinement ou de toute autre structure utile, les terrils, les haldes et les bassins, les verses, l'ensemble des stockages de stériles et, plus généralement, de déchets d'extraction, ainsi que les trous d'excavation dans lesquels les déchets sont replacés, après l'extraction du minéral, à des fins de remise en état et de construction.

Article 2

Exclusions.

Sont exclus du champ d'application du présent arrêté :

- les sites utilisés pour stocker des déchets non inertes et non dangereux pour une durée inférieure à un an ;
- les déchets provenant ou produits par la prospection, l'extraction, le traitement de ressources minières et l'exploitation des mines et carrières, mais qui ne sont pas directement liés à ces procédés, comme les déchets alimentaires, les huiles usagées, les véhicules hors d'usage et les piles et accumulateurs usagés ;
- les déchets résultant de la prospection, de l'extraction et du traitement en mer de ressources minérales et fossiles ;
- l'injection d'eau et la réinjection d'eau souterraine pompée.

Article 3

Définitions.

Aux fins du présent arrêté, on entend par :

Bassin : un site naturel ou aménagé destiné à recevoir les déchets à grains fins, en principe des résidus, et des quantités variables d'eau libre issue du traitement des ressources minières ainsi que de l'épuration et du recyclage des eaux de traitement.

Cyanure facilement libérable : du cyanure et des composés cyanurés dissous par un acide faible, à un certain pH.

Déchets d'extraction : les déchets provenant de la prospection, de l'extraction, du traitement et du stockage de ressources minières (dont les matières premières fossiles) et les déchets issus de l'exploitation des mines et carrières, y compris les boues issues des forages permettant l'exploitation des hydrocarbures.

Déchets inertes : les déchets répondant, à court terme comme à long terme, à l'ensemble des critères suivants :

- a) Les déchets ne sont susceptibles de subir aucune modification significative, notamment désintégration ou dissolution, de nature à produire des effets néfastes sur l'environnement ou la santé humaine ;
- b) Les déchets présentent une teneur maximale en soufre sous forme de sulfure de 0,1

%, ou les déchets présentent une teneur maximale en soufre sous forme de sulfure de 1 % et le ratio de neutralisation, défini comme le rapport du potentiel de neutralisation au potentiel de génération d'acide et déterminé au moyen d'un essai statique prEN 15875, est supérieur à 3 ;

c) Les déchets ne présentent aucun risque d'autocombustion et ne sont pas inflammables ;

d) La teneur des déchets, y compris celle des particules fines isolées, en substances potentiellement dangereuses pour l'environnement ou la santé humaine, et particulièrement en certains composés de As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V et Zn, est suffisamment faible pour que le risque soit négligeable pour la santé humaine et pour l'environnement, tant à court terme qu'à long terme. Sont considérées à cet égard comme suffisamment faibles, pour que le risque soit négligeable pour la santé humaine et pour l'environnement, les teneurs ne dépassant pas les seuils fixés pour les sites considérés comme non pollués, ou les niveaux de fond naturels pertinents ;

e) Les déchets sont pratiquement exempts de produits, utilisés pour l'extraction ou pour le traitement, qui sont susceptibles de nuire à l'environnement ou à la santé humaine.

Digue : un ouvrage d'art aménagé dont la fonction est de retenir ou de participer au confinement de déchets.

Lixiviat : tout liquide filtrant par percolation des déchets déposés et s'écoulant d'une installation de gestion de déchets ou contenu dans celle-ci, y compris les eaux de drainage polluées, et qui est susceptible de nuire à l'environnement s'il ne subit pas un traitement approprié.

Prospection : la recherche de gisements de minéraux ayant une valeur économique, y compris l'échantillonnage, l'échantillonnage global, le forage et l'excavation, à l'exclusion de tous les travaux nécessaires à l'exploitation de ces gisements et de toutes les activités directement associées à une opération extractive existante.

Résidus : les déchets solides ou boueux subsistant après le traitement des minéraux par des procédés de séparation (par exemple, concassage, broyage, criblage, flottation et autres techniques physico-chimiques) destinés à extraire les minéraux de valeur de la roche.

Terre non polluée : terre extraite de la couche supérieure du sol au cours des activités d'extraction et dont les caractéristiques sont cohérentes avec le fond géochimique naturel local.

Traitement : un procédé mécanique, physique, biologique, thermique, y compris la calcination des argiles du kaolin et de la silice, ou chimique ou une combinaison de ces procédés, appliqué à des ressources minières, y compris celles provenant de l'exploitation de carrières, destiné à extraire le minéral, y compris la modification de la taille, le triage, la séparation et le lessivage, ainsi que le traitement secondaire de

déchets précédemment mis au rebut, mais à l'exclusion de la fusion, des procédés de fabrication thermiques (autres que la calcination de la pierre à chaux) et des procédés métallurgiques.

Article 4

Cet arrêté fixe les prescriptions techniques minimales applicables à ces installations, en vue de prévenir et limiter au niveau le plus bas possible les pollutions, nuisances et risques liés à leur exploitation. Il fixe également les prescriptions relatives à la prévention des accidents.

L'installation est conçue, réalisée et exploitée, en prenant en compte les performances des meilleures techniques disponibles économiquement acceptables (MTD) au sens de la directive n° 2008/1/CE du 15 janvier 2008 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

Le préfet peut, si la sensibilité du milieu l'impose et pour une installation donnée, renforcer par arrêté les dispositions du présent arrêté, afin de protéger les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement.

Les présentes dispositions s'appliquent sans préjudice des autres législations.

TITRE II : DISPOSITIONS GENERALES

Article 5

Plan de gestion des déchets.

L'exploitant élabore le plan de gestion des déchets pour la réduction, le traitement, la valorisation et l'élimination des déchets d'extraction, selon les modalités définies au présent article. Le plan de gestion des déchets est fondé sur la connaissance et la caractérisation des déchets.

Caractérisation des déchets :

L'ensemble des déchets fait l'objet d'une caractérisation, dont le contenu est fixé dans l'annexe I du présent arrêté, de manière à garantir la stabilité physique et chimique à long terme de la structure de l'installation et à prévenir les accidents. Les résultats du processus de caractérisation sont évalués selon les modalités définies en annexe II. En cas de nécessité, des informations supplémentaires sont collectées selon la même méthode. Le résultat final est pris en compte dans le plan de gestion des déchets.

Plan de gestion des déchets :

L'exploitant remet à l'administration un plan de gestion des déchets comprenant les

éléments suivants :

- la procédure d'échantillonnage que l'exploitant adopte pour la caractérisation des déchets conformément à l'annexe I du présent arrêté ;
- la caractérisation des déchets conformément à l'annexe I susmentionnée, accompagnée des vérifications de conformité décrites en annexe II ;
- une estimation des quantités totales de déchets d'extraction et de traitement qui seront stockées et produites durant la période d'exploitation ;
- la description des modes d'extraction et des procédés de traitement générant ces déchets ;
- une analyse des solutions, compte tenu des techniques existantes à un coût économiquement acceptable, pour la gestion des déchets (présentation et justification des filières retenues) ;
- une analyse des risques selon la méthodologie définie à l'annexe VII point 1 du présent arrêté ;
- une description des mesures techniques (choix des modalités de stockage sur la base de calculs de résistance notamment) et des mesures d'organisation et de gestion pertinentes propres à réduire la probabilité et les effets des phénomènes dangereux (y compris les effets du lessivage des stockages de déchets lors des crues) et à agir sur leur cinétique ;
- les mesures de prévention de la détérioration de la qualité de l'eau et celles prévues en vue de réduire la pollution de l'air et du sol pendant l'exploitation et après la fermeture ;
- une étude de l'état du terrain susceptible de subir des dommages dus à l'installation de gestion de déchets ;
- les procédures de contrôle et de surveillance, tout au long de la vie de l'installation ;
- une étude géologique, hydrologique et hydrogéologique validant le choix d'emplacement des aires de stockage de déchets ;
- le bilan hydrique prévu à l'article 24 du présent arrêté ;
- le plan proposé en ce qui concerne la fermeture, y compris la remise en état, les procédures de suivi et de surveillance après fermeture.

Le plan de gestion des déchets permet de déterminer si l'installation de gestion de déchets présente un risque majeur et doit à ce titre être classée en catégorie A au sens de l'annexe VII du présent arrêté.

Le plan de gestion des déchets justifie les éventuels écarts par rapport aux référentiels professionnels de bonnes pratiques reconnus, lorsque ces derniers existent ou, à défaut, par rapport aux installations récentes de nature comparable.

En matière d'impact, l'exploitant détermine dans le plan de gestion le caractère acidifiant des déchets et décrit les mesures prises pour la prévention du drainage acide, notamment dans les cas suivants :

- présence de sulfures métalliques dans les résidus et/ou stériles ;
- exposition des sulfures aux eaux météoriques entraînant l'oxydation de ces derniers ;
- constat de la formation d'un lixiviat acide ;
- manque de minéraux capables de neutraliser l'acidité.

Article 6

Le plan de gestion est révisé par l'exploitant tous les cinq ans et dans le cas d'une modification apportée aux installations, à leur mode d'utilisation ou d'exploitation et de nature à entraîner une modification substantielle des éléments du plan. Il est transmis au préfet.

TITRE III : DISPOSITIONS APPLICABLES AUX INSTALLATIONS CLASSEES DANS LA « CATEGORIE A »

Article 7

Politique de prévention des accidents majeurs et système de gestion de la sécurité.

Politique de prévention des accidents majeurs :

L'exploitant d'une installation de gestion de déchets classée dans la catégorie A conformément à l'annexe VII du présent arrêté, définit une politique de prévention des accidents majeurs. La politique de prévention des accidents majeurs comprend les objectifs et les principes d'action généraux de l'exploitant en ce qui concerne la maîtrise des risques d'accidents majeurs.

L'exploitant définit les moyens pour l'application de cette politique. Les moyens sont proportionnés aux risques d'accidents majeurs identifiés dans le plan de gestion des déchets. L'exploitant assure l'information du personnel de l'établissement sur la politique de prévention des accidents majeurs. L'exploitant décrit la politique de prévention des accidents majeurs dans un document maintenu à jour et annexé au plan de gestion des déchets.

Systeme de gestion de la sécurité :

L'exploitant d'une installation de gestion de déchets classée dans la catégorie A, conformément à l'annexe VII susmentionnée, met en place dans l'établissement un système de gestion de la sécurité applicable à toutes les installations susceptibles de générer des accidents majeurs. Le système de gestion de la sécurité est conforme aux dispositions mentionnées en annexe VI du présent arrêté. L'exploitant affecte des moyens appropriés au système de gestion de la sécurité, proportionnés aux risques des installations. Il veille à son bon fonctionnement.

L'exploitant présente une synthèse du système de gestion de la sécurité en annexe du plan de gestion des déchets et tient à la disposition de l'inspection des installations classées les bilans mentionnés au point 6 de l'annexe VI du présent arrêté. Il transmet chaque année au préfet une note synthétique présentant les résultats de l'analyse définie au point 7-3 de l'annexe VI susmentionnée.

Article 8

Le plan de gestion des déchets des installations de catégorie A est établi en cohérence avec, d'une part, la politique de prévention des accidents majeurs et, d'autre part, le système de gestion de la sécurité, prévus à l'article 7.

Article 9

Plan d'opération interne.

L'exploitant d'une installation de gestion de déchets classée dans la catégorie A élabore un plan d'opération interne pour la gestion des situations d'urgence. Ce plan définit les mesures d'organisation, les méthodes d'intervention et les moyens nécessaires que l'exploitant met en œuvre pour protéger le personnel, les populations et l'environnement. Ce plan est communiqué aux services de secours. Il est testé régulièrement et au minimum une fois par an. Il est annexé au plan de gestion et mis à jour à chaque révision de ce dernier.

TITRE IV : AMENAGEMENT DES INSTALLATIONS

Article 10

L'exploitant aménage ses installations de manière à remplir les conditions nécessaires, à court et à long terme, pour garantir leur stabilité et prévenir la pollution du sol, de l'air, des eaux souterraines ou des eaux de surface, pour assurer une collecte efficace des lixiviats et des eaux susceptibles d'être polluées dans les conditions prévues par l'autorisation.

Article 11

Pour les stockages de déchets dangereux des nouvelles installations et pour les stockages de déchets dangereux créés dans les installations existantes après la date de publication du présent arrêté, la perméabilité de la barrière isolant le stockage du sous-sol est inférieure ou égale à $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. La barrière passive est constituée soit du terrain naturel en l'état, soit du terrain naturel remanié de cinq mètres minimum d'épaisseur.

Dans le cas où la barrière passive serait reconstituée avec des matériaux fabriqués, une étude devra montrer que la barrière reconstituée répondra à des exigences de perméabilité et d'épaisseur dont l'effet combiné, en termes de protection du sol, des eaux souterraines et des eaux de surface, est au moins équivalent à celui résultant des exigences fixées au premier alinéa. En tout état de cause, l'épaisseur de la barrière reconstituée sera au minimum de cinquante centimètres.

La détermination du coefficient de perméabilité s'effectue selon des méthodes normalisées.

Les déchets liquides dangereux issus des forages des mines à hydrocarbures sont recueillis dans des rétentions étanches afin de prévenir toute pollution du sol selon les dispositions de l'article 15.

Article 12

Afin d'éviter le ruissellement des eaux extérieures aux aires de stockage de déchets d'extraction sur le site lui-même, un fossé extérieur de collecte, dimensionné pour capter au moins les ruissellements consécutifs à un événement pluvieux de fréquence décennale, est mis en place.

Les eaux de ruissellement intérieures aux aires de stockage de déchets d'extraction passent, avant rejet dans le milieu naturel, par des bassins de stockage étanches, dimensionnés et implantés de façon appropriée pour permettre une décantation et un contrôle de leur qualité.

Article 13

Pour les nouvelles installations et pour les stockages de déchets créés dans les installations existantes après la date de publication du présent arrêté, les zones de stockage des déchets doivent être indépendantes hydrauliquement et le drainage et la collecte des lixiviats sont réalisés. Les dispositifs de collecte et de drainage sont dimensionnés en fonction du bilan hydrique prévisionnel de l'installation et dirigent en permanence et, si possible, de façon gravitaire, les lixiviats vers un bassin de stockage étanche.

En cas d'impossibilité technique d'évacuation gravitaire, les lixiviats arrivent dans un ou plusieurs puisards largement dimensionnés et étanches, d'où ils sont pompés automatiquement pour être rejetés ensuite vers le bassin de stockage.

Les prescriptions techniques précédentes peuvent être adaptées pour les installations de stockage de déchets d'extraction non dangereux et non inertes, si une étude comportant une évaluation des risques et un volet géologique et hydrogéologique démontre que les mesures de prévention et de protection prévues apportent des garanties suffisantes pour l'environnement et la santé.

Article 14

L'exploitant veille à l'intégration paysagère de l'installation, dès le début de son exploitation et durant les phases d'exploitations successives, selon les modalités décrites dans le plan de gestion des déchets et précisées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Article 15

Tout stockage d'un liquide susceptible de créer une pollution des eaux ou des sols est associé à une capacité de rétention dont le volume est au moins égal à la plus grande des deux valeurs suivantes :

100 % de la capacité du plus grand réservoir ;

50 % de la capacité totale des réservoirs associés.

Cette disposition n'est pas applicable aux bassins de traitement des eaux résiduaires.

Pour les stockages de récipients de capacité unitaire inférieure ou égale à 250 litres, la capacité de rétention est au moins égale à :

— dans le cas de liquides inflammables, à l'exception des lubrifiants, 50 % de la capacité totale des fûts ;

— dans les autres cas, 20 % de la capacité totale des fûts ;

— dans tous les cas 800 litres minimum ou égale à la capacité totale lorsque celle-là est inférieure à 800 litres.

La capacité de rétention est étanche aux produits qu'elle pourrait contenir et résiste à l'action physique et chimique des fluides. Il en est de même pour son dispositif d'obturation qui est maintenu fermé. L'étanchéité du (ou des) réservoir(s) associé(s) doit pouvoir être contrôlée à tout moment.

Les produits récupérés en cas d'accident ne peuvent être rejetés que dans des conditions conformes au présent arrêté ou sont éliminés comme des déchets.

Les réservoirs ou récipients contenant des produits incompatibles ne sont pas associés à une même rétention.

Le stockage des liquides inflammables ainsi que des autres produits toxiques ou dangereux pour l'environnement n'est autorisé sous le niveau du sol que dans des réservoirs en fosse maçonnée, ou assimilés, et pour les liquides inflammables, dans les conditions énoncées ci-dessus.

Article 16

Avant le début des opérations de stockage de déchets dangereux, l'exploitant doit informer le préfet de la fin des travaux d'aménagement par un dossier technique qu'il réalise, et qui comprend une analyse d'un organisme tiers de la conformité aux conditions fixées par l'arrêté d'autorisation.

TITRE V : EXPLOITATION DE L'INSTALLATION

Article 17

L'abandon, le rejet et le dépôt non contrôlé des déchets d'extraction sont interdits. Les zones de stockage de déchets sont exploitées de façon à assurer leur stabilité et en particulier à éviter les glissements profonds, les écroulements de parois, l'érosion par sape du pied, les ravinements et la dégradation des ruisseaux couverts. L'exploitant surveille la stabilité des digues, terrils et remblais lors de la phase d'exploitation et, plus généralement, les mouvements que peuvent subir les déchets, en recueillant régulièrement les informations suivantes, fixées en fonction de l'étude de dangers :

- le niveau de l'eau ou de boue dans le cas des digues de retenue ;
- la qualité et le volume des eaux de percolation dans le cas des digues de retenue ;
- la position de la nappe phréatique dans le cas des digues de retenue ;
- la pression interstitielle ;
- le mouvement des déchets, résidus et remblais susceptibles d'intervenir ;
- le drainage sous le sommet et la géométrie des pentes/gradins dans le cas des terrils, etc.

Pour les phénomènes dangereux susceptibles d'avoir des effets hors de l'établissement, les moyens de surveillance et de contrôle, tels que les mesures de

suivi de la stabilité et de prévention des éventuelles déformations des remblais et des stockages de déchets, et plus généralement l'ensemble des mesures de maîtrise des risques, techniques et organisationnelles, prescrites ou figurant dans le plan de gestion des déchets, sont efficaces, testées et maintenues de façon à garantir la pérennité de leur action.

La fréquence des mesures initiales et de suivi est fixée par l'arrêté préfectoral en fonction des conditions d'exploitation et de la variation des paramètres mesurés. Les résultats font l'objet d'un enregistrement et d'un traitement permettant d'apprécier leur évolution. Les seuils significatifs (surveillance courante, surveillance renforcée, seuil d'alerte) sont indiqués clairement dans la synthèse des résultats de manière à permettre le déclenchement d'interventions (déclenchement du plan d'intervention par exemple). L'ensemble des résultats de mesure est tenu à disposition de l'inspection des installations classées.

L'exploitant prend toutes dispositions utiles pour éviter l'émission et la propagation des poussières ainsi que les émissions de gaz.

Article 18

L'exploitant tient également à jour un registre sur lequel sont répertoriées les quantités et la nature des déchets stockés (leur dangerosité et leur descriptif), leur provenance, le cas échéant, ainsi qu'un plan topographique permettant de localiser les zones de stockage correspondant aux données figurant sur le registre.

Article 19

Emissions dans l'eau.

Sont interdits la dilution des lixiviats et des effluents ainsi que leur épandage.

Les conditions de traitement des lixiviats et des effluents sont fixées par l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Les lixiviats, les effluents et l'ensemble des eaux résiduaires ne peuvent être rejetés dans le milieu naturel que si ces rejets sont compatibles avec les objectifs de quantité et de qualité des eaux visés au IV de l'article L. 212-1 du code de l'environnement.

De plus, ils respectent les valeurs fixées à l'annexe III du présent arrêté. Ces valeurs limites relatives aux effluents, lixiviats et à l'ensemble des eaux résiduaires sont respectées pour tout échantillon prélevé proportionnellement au débit sur vingt-quatre heures ; aucun prélèvement instantané ne doit dépasser le double de ces valeurs limites.

La température des effluents et des eaux rejetés est inférieure à 30 °C, et leur pH est compris entre 5,5 et 8,5, ou 5,5 et 9,5 s'il y a neutralisation alcaline. La modification de

couleur du milieu récepteur, mesurée en un point représentatif de la zone de mélange, ne dépasse pas 100 mg Pt/l.

Pour les eaux réceptrices, les rejets n'entraînent pas une élévation de température supérieure à 1,5 °C pour une température maximum de 21,5 °C, ou une température qui ne peut pas être supérieure à la température de prélèvement, si l'eau prélevée est supérieure à 21,5 °C et ne modifie pas le pH tel qu'il soit compris entre 7 et 8,5.

Dans le cas des eaux réceptrices conchylicoles, la modification de pH doit être comprise entre 7 et 9 et les rejets n'entraînent pas un accroissement supérieur à 30 % des matières en suspension et une variation supérieure à 10 % de la salinité.

Les dispositions des deux alinéas précédents ne s'appliquent pas aux eaux marines des départements d'outre-mer.

Lorsque, du fait de la contamination et des caractéristiques des eaux prélevées, le respect des seuils indiqués à l'annexe III susmentionnée se révèle impossible, l'arrêté d'autorisation ou l'arrêté complémentaire peut fixer les valeurs limites à des valeurs supérieures, sans que toutefois ne soient remis en cause les objectifs de qualité et de quantité des eaux visés au IV de l'article L. 212-1 du code de l'environnement.

Dans le cas d'un bassin contenant du cyanure, l'exploitant doit veiller à ce que la concentration dans le bassin de cyanure facilement libérable soit réduite au minimum au moyen des meilleures techniques disponibles et qu'elle ne dépasse pas, au point de déversement des résidus dans le bassin, les valeurs indiquées à l'annexe IV.

Article 20

Points de rejets et points de prélèvement des effluents, eaux résiduaires et lixiviats.

L'arrêté d'autorisation précise le milieu dans lequel le rejet est autorisé ainsi que les conditions de rejet. Les points de rejet dans le milieu naturel sont en nombre aussi réduit que possible. Les ouvrages de rejet permettent une bonne diffusion des effluents dans le milieu récepteur et une minimisation de la zone de mélange. Les dispositifs de rejet des eaux résiduaires sont aménagés de manière à réduire autant que possible la perturbation apportée au milieu récepteur, aux abords du point de rejet, en fonction de l'utilisation de l'eau à proximité immédiate, et à l'aval de celui-ci, et à ne pas gêner la navigation.

Lorsque le rejet s'effectue dans un cours d'eau, il précise le nom du cours d'eau, la masse d'eau correspondante ainsi que le point kilométrique du rejet.

Sur chaque canalisation de rejet d'effluents sont prévus un point de prélèvement d'échantillons et des points de mesure (débit, température, concentration en polluant...).

Ces points sont implantés dans une section dont les caractéristiques (rectitude de la

conduite à l'amont, qualité des parois, régime d'écoulement, etc.) permettent de réaliser des mesures représentatives de manière que la vitesse n'y soit pas sensiblement ralentie par des seuils ou obstacles situés à l'aval et que l'effluent soit suffisamment homogène.

Ces points sont aménagés de manière à être aisément accessibles et à permettre des interventions en toute sécurité. Toutes dispositions doivent également être prises pour faciliter l'intervention d'organismes extérieurs à la demande de l'inspection des installations classées.

Article 21

Programme de surveillance.

L'exploitant doit mettre en place un programme de surveillance de ses rejets d'effluents et d'eaux résiduaires permettant de démontrer, via des analyses, qu'il respecte les dispositions de l'article 19, et que les valeurs limites d'émissions fixées dans le présent arrêté permettent le respect, dans le milieu hors zone de mélange, des objectifs de qualité et de quantité des eaux visés au IV de l'article L. 212-1 du code de l'environnement. Ce programme et la fréquence des analyses sont détaillés dans l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Ces dispositions peuvent être étendues aux rejets d'autres substances ou à des rejets inférieurs à ces seuils lorsque la nature de l'activité ou les conditions locales le rendent nécessaire.

Dans le cas où plusieurs installations importantes rejettent leurs effluents dans une même zone, les seuils à prendre en compte devront tenir compte de l'ensemble des rejets, le point de mesure pouvant alors être commun et les mesures réalisées pour l'ensemble des installations concernées.

Lorsque le rejet s'effectue directement dans un lac, une étendue d'eau ou une zone humide, et qu'il dépasse l'un des flux mentionnés à l'annexe III, l'exploitant établit un plan de surveillance de l'environnement adapté aux conditions locales.

Pour les rejets de substances susceptibles de s'accumuler dans l'environnement, y compris les substances radioactives, l'exploitant réalise ou fait réaliser au moins une fois par an des prélèvements et des mesures dans les sédiments, la flore et la faune aquatiques.

Les résultats de ces analyses sont envoyés à l'inspection des installations classées, dans un délai maximum d'un mois après la réalisation des prélèvements.

Article 22

Eaux souterraines.

Les rejets directs ou indirects d'effluents vers les eaux souterraines sont interdits. L'exploitant met en place un programme de surveillance des eaux souterraines en respectant les principes énoncés à l'annexe V du présent arrêté. Ce programme est détaillé dans l'arrêté préfectoral d'autorisation. Notamment, l'exploitant installe autour des zones de stockage de déchets dangereux un réseau de contrôle de la qualité du ou des aquifères susceptibles d'être pollués par l'installation de stockage.

Les résultats des mesures sont transmis à l'inspection des installations classées, selon une fréquence fixée par l'arrêté préfectoral d'autorisation et, en tout état de cause, au moins une fois par an. Dans le cas où une dégradation significative de la qualité des eaux souterraines est observée, l'exploitant en informe sans délai le préfet et met en place un plan d'action et de surveillance renforcé.

Article 23

Une analyse du pH et une mesure de la résistivité des eaux des bassins de collecte des lixiviats mentionnés aux articles 12 et 13 sont a minima réalisées avant tout rejet, selon des modalités définies par l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Article 24

L'exploitant tient à jour un registre sur lequel il reporte les éléments nécessaires au calcul du bilan hydrique de l'installation. Ce bilan est calculé au moins annuellement et est intégré au plan de gestion des déchets. Son suivi doit contribuer à la gestion des flux polluants potentiellement issus de l'installation et à réviser, si nécessaire, les aménagements des aires de stockage des déchets d'extraction.

Article 25

L'exploitant d'une installation est tenu de déclarer dans les meilleurs délais au préfet les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, y compris après la fin de l'exploitation.

TITRE VI : GESTION DE LA FIN D'EXPLOITATION

Article 26

Couverture finale.

Pour les zones de stockage de déchets dangereux ne recevant plus de déchets, une couverture finale est mise en place pour limiter les infiltrations d'eau ou le ruissellement

vers l'intérieur de l'installation de stockage. Cette couverture finale est mise en place au plus tard huit mois après qu'un stockage n'est définitivement plus utilisé selon le plan de gestion de déchets. Dans l'attente de sa mise en place, une couverture provisoire est installée.

La couverture finale a une structure multicouche et comprend au minimum du haut vers le bas :

- une couche d'au moins trente centimètres d'épaisseur de terre arable végétalisée, permettant le développement d'une végétation favorisant une évapotranspiration maximale ;
- un niveau drainant d'une épaisseur minimale de 0,5 m et d'un coefficient de perméabilité au moins inférieur à $1 \cdot 10^{-7}$ mètre par seconde, mais qui doit être déterminé (en fonction de la géométrie de la couverture et du choix des matériaux) pour limiter au maximum les entrées d'eau dans le stockage.

Article 27

A la fin de la période d'exploitation, tous les aménagements non nécessaires au maintien de la couverture des installations, à son suivi et au maintien en opération, notamment les canaux de surverse et les déversoirs, sont démantelés et la zone de leur implantation remise en état.

Les déchets d'extraction utilisés pour le remblayage des trous d'excavation à des fins de remise en état et de construction ne doivent pas nuire à la qualité du sol, compte tenu du contexte géochimique local, et ne sont pas en mesure de dégrader les eaux superficielles et les eaux souterraines ou d'entraver le bon écoulement des eaux. L'exploitant étudie et veille au maintien de la stabilité physique de ces dépôts et applique une surveillance relative à l'impact de ces déchets sur le milieu.

Article 28

Au moins six mois avant le terme de la période d'exploitation fixée par l'arrêté préfectoral, l'exploitant adresse au préfet un dossier comprenant le plan à jour des terrains d'emprise de l'installation, ainsi qu'un mémoire défini à l'article R. 512-76 du code de l'environnement sur l'état des installations basé sur les éléments du plan de gestion de déchets mis à jour.

Ce document rappelle en particulier les conditions de stabilité initiale prévues (dimensionnelles et vis-à-vis des risques de rupture, de glissements profonds, d'écroulements de parois, d'érosion par sape du pied, de ravinements et de dégradation des ruisseaux couverts), fournit le suivi des paramètres d'appréciation de l'évolution de la stabilité des stockages ainsi que les mesures prises pour garantir cette dernière dans la phase post-exploitation avec une sécurité suffisante (notamment pour les stockages situés sur de fortes pentes, les terrils, les digues et remblais de grande

hauteur).

TITRE VII : MODALITES ET DELAIS D'APPLICATION

Article 29

Les dispositions du présent arrêté sont applicables, à compter de sa date de publication au Journal officiel, aux nouvelles installations ainsi qu'aux installations existantes faisant l'objet d'une modification substantielle au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement.

Article 30

Les dispositions du présent arrêté sont applicables aux installations existantes selon le calendrier et les modalités suivantes :

DÉLAIS D'APPLICATION des articles	INSTALLATIONS existantes	INSTALLATIONS existantes en cours de fermeture
A compter de la date de publication du présent arrêté au Journal officiel	Articles 1er, 2, 3, 4, 11, 13, 15, et 25 à 28	Articles 1er, 2, 3, 4, 15, 19 à 23, et 25 à 28
A compter du 1er mai 2011	Articles 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14 et 18	
A compter du 1er mai 2012	Articles 10, 17, et 19 à 24	

Les installations existantes en cours de fermeture sont les installations de stockage :

- qui n'ont pas reçu de déchets depuis le 1er mai 2006 ;
- et pour lesquelles la mise à l'arrêt définitif de l'exploitation est régulièrement constatée avant le 31 décembre 2010.

L'article 16 du présent arrêté ne s'applique pas aux installations existantes, y compris celles en cours de fermeture.

Article 31

Le directeur général de la prévention des risques est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Annexe

ANNEXES

ANNEXE I

CARACTÉRISATION DES DÉCHETS

La caractérisation des déchets comporte, selon le cas et en fonction de la catégorie de l'installation concernée, les éléments suivants :

- la nature des déchets et les informations sur le contexte géologique du gisement concerné ;
- une description des caractéristiques physiques et chimiques à court et à long terme des déchets stockés, avec une référence particulière à leur stabilité dans des conditions atmosphériques/météorologiques en surface, en tenant compte du type de minéral ou de minéraux extraits et de la nature de tout minéral de mort-terrain et/ou de gangue qui sera déplacé pendant les opérations d'extraction ;
- le comportement géotechnique des déchets ;
- les caractéristiques et le comportement géochimiques des déchets ;
- la classification des déchets telle que définie à l'annexe II de l'article R. 541-8 du code de l'environnement ;
- la description des substances chimiques utilisées au cours du traitement de la ressource minérale et de leur stabilité ;
- la description de la méthode de stockage et les traitements prévus ;
- le système de transport des déchets utilisé (le cas échéant).

La qualité et la représentativité de toutes ces informations sont évaluées et les éventuelles informations manquantes sont identifiées.

Lorsqu'il manque des informations nécessaires à la caractérisation des déchets, un plan d'échantillonnage est établi conformément à la norme EN 14899 et des échantillons sont prélevés conformément à ce plan. Les plans d'échantillonnage reposent sur les informations jugées nécessaires, notamment :

- a) L'objectif de la collecte de données ;
- b) Le programme d'essais et les exigences en matière d'échantillonnage ; les

situations d'échantillonnage, et notamment le prélèvement d'échantillons au niveau des carottes de forage, du front d'excavation, de la bande transporteuse, du terril, du bassin, ou toute autre situation pertinente ;

d) Les procédures et recommandations ayant trait au nombre, à la taille, à la masse, à la description et à la manipulation des échantillons.

La fiabilité et la qualité des résultats de l'échantillonnage sont évaluées.

Lorsque, sur la base des critères de l'article 3 du présent arrêté, les déchets sont considérés comme « inertes », ils ne sont soumis qu'aux essais géochimiques pertinents.

A N N E X E I I

VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ

La vérification de la conformité vise à déterminer si le déchet est conforme aux résultats de la caractérisation.

Une vérification de la conformité est à réaliser au plus tard un an après et à renouveler une fois par an. Si le déchet subit un traitement de stabilisation, la vérification de la conformité s'effectue sur le déchet stabilisé et est renouvelée après chaque changement de formulation.

Les paramètres déterminés comme critiques lors de la caractérisation doivent en particulier faire l'objet de tests. Ces essais comprennent au moins un essai de lixiviation. A cet effet, on utilise les méthodes normalisées.

Les tests et analyses relatifs à la vérification de la conformité sont réalisés sous la responsabilité de l'exploitant de l'installation de stockage de déchets sur le site de stockage ou sur le site de l'installation de traitement.

Les résultats des essais sont conservés par l'exploitant de l'installation de gestion des déchets et tenus à la disposition de l'inspection des installations classées, pendant une durée de trois ans après leur réalisation.

A N N E X E I I I

VALEURS LIMITES APPLICABLES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES DANS LE MILIEU NATUREL

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 180 du 06/08/2010 texte numéro 6

A N N E X E I V

VALEURS LIMITES DE REJET EN CYANURE

Pour les installations existantes autorisées avant le 1er mai 2008 (y compris en cours de fermeture) :

	VALEURS LIMITES DE REJET EN CYANURE facilement libérable au point de déversement des résidus dans le bassin
A compter de la date de publication du présent arrêté au JO	50 ppm (mg/kg)
A compter du 1er mai 2013	25 ppm (mg/kg)
A compter du 1er mai 2018	10 ppm (mg/kg)

Pour les installations autorisées après le 1er mai 2008 :

— valeurs limites de rejet en cyanure facilement libérable au point de déversement des résidus dans le bassin : 10 ppm (mg/kg).

A N N E X E V

SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES

Les installations de stockage de déchets doivent respecter les dispositions suivantes, à moins que le préfet, sur la base d'une étude relative au contexte hydrogéologique des installations ainsi qu'aux risques de pollution des sols et après avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques, donne acte de l'absence de nécessité d'une telle surveillance :

1° Trois puits au moins, dont un implanté en amont et deux en aval des installations ; la définition du nombre de puits et de leur implantation est faite notamment à partir des conclusions d'une étude hydrogéologique ;

2° Deux fois par an au moins, en périodes de hautes et basses eaux, le niveau piézométrique est relevé et des prélèvements sont effectués dans la nappe. Cette mesure devant permettre de déterminer le sens d'écoulement des eaux souterraines, elle doit se faire sur des points nivelés. La fréquence des prélèvements est déterminée sur la base notamment de l'étude citée au point 1 ci-dessus, c'est-à-dire qu'elle doit

être fondée sur les possibilités d'intervention entre deux prélèvements d'échantillons au cas où l'analyse révélerait un changement significatif de la qualité de l'eau. Cela signifie que la fréquence doit être déterminée sur la base de la connaissance ou de l'évaluation de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines ;

3° L'eau prélevée fait l'objet de mesures des substances pertinentes susceptibles de caractériser une éventuelle pollution de la nappe compte tenu de l'activité, actuelle ou passée, de l'installation. Les résultats de mesures sont consignés dans des tableaux de contrôle comportant les éléments nécessaires à leur évaluation (niveau d'eau, paramètres suivis, analyses de référence...) et sont transmis à l'inspection des installations classées. Toute anomalie lui est signalée dans les meilleurs délais.

Si ces résultats mettent en évidence une pollution des eaux souterraines, l'exploitant détermine par tous les moyens utiles si ses activités sont à l'origine ou non de la pollution constatée. Il informe le préfet du résultat de ses investigations et, le cas échéant, des mesures prises ou envisagées.

A N N E X E V I

SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ (SGS)

Le système de gestion de la sécurité s'inscrit dans le système de gestion général de l'établissement. Il définit l'organisation, les responsabilités, les fonctions des personnels, les pratiques, les procédures, les procédés et les ressources qui permettent de déterminer et de mettre en œuvre la politique de prévention des accidents majeurs. Le système de gestion de la sécurité précise, par des dispositions spécifiques, les situations ou aspects suivants de l'activité :

1. Organisation et personnel

Les fonctions, les rôles et responsabilités des personnels associés à la prévention et au traitement des accidents majeurs, à tous les niveaux de l'organisation, sont décrits. Les besoins en matière de formation des personnels associés à la gestion des accidents majeurs sont identifiés. L'organisation de la formation ainsi que la définition et l'adéquation du contenu de cette formation sont explicitées.

Le personnel extérieur à l'établissement, mais susceptible d'être impliqué dans la prévention et le traitement d'un accident majeur, est identifié et associé à la formation. Les modalités d'interface avec ce personnel sont explicitées.

2. Identification et évaluation

des risques d'accidents majeurs

Des procédures sont adoptées et mises en œuvre pour permettre une identification systématique des risques d'accident majeur susceptibles de se produire en toute configuration d'exploitation des installations, c'est-à-dire en fonctionnement normal ou anormal (dégradé, à l'arrêt, en cas d'accident, etc.). Ces procédures doivent permettre

d'apprécier la probabilité d'occurrence et d'évaluer la gravité des accidents identifiés.

3. Maîtrise des procédés, contrôle d'exploitation

Des procédures et des instructions sont adoptées et mises en œuvre pour permettre la maîtrise des procédés et de l'exploitation des installations dans des conditions de sécurité optimales. Les phases de mise à l'arrêt et de démarrage des installations, de même que les opérations d'entretien et de maintenance, même sous-traitées, font l'objet de telles procédures.

4. Gestion des modifications

Des procédures sont adoptées et mises en œuvre pour la planification des modifications apportées aux nouvelles installations de gestion de déchets ou pour leur conception.

5. Planification des situations d'urgence

En cohérence avec les procédures du point 2 (identification et évaluation des risques d'accidents majeurs) et du point 3 (maîtrise des procédés et contrôle d'exploitation), des procédures sont adoptées et mises en œuvre pour identifier les urgences prévisibles grâce à une analyse systématique et ensuite élaborer, expérimenter et réexaminer les procédures d'intervention pour pouvoir faire face à de telles situations d'urgence.

Leur articulation avec le plan d'intervention prévu à l'article 9 du présent arrêté est explicitée.

Ces procédures font l'objet :

- d'une formation spécifique dispensée à l'ensemble du personnel concerné travaillant dans l'établissement, y compris le personnel d'entreprises extérieures appelé à intervenir momentanément dans l'établissement ;
- de mises en œuvre expérimentales régulières et, si nécessaire, d'aménagement.

6. Gestion du retour d'expérience

Des procédures sont mises en œuvre pour détecter et notifier les accidents et les accidents évités de justesse, notamment lorsqu'il y a eu des défaillances de mesures de prévention et de protection, pour organiser les enquêtes et les analyses nécessaires, pour remédier aux défaillances détectées et pour assurer le suivi des actions correctives. Des bilans réguliers en sont établis.

7. Surveillance des performances (contrôle du système

de gestion de la sécurité, audits et revues de direction)

7.1. Contrôle du système de gestion de la sécurité

Des dispositions sont adoptées et mises en œuvre en vue :

- d'une évaluation permanente du respect des objectifs fixés par l'exploitant dans le cadre de sa politique de prévention des accidents majeurs et de son système de gestion de la sécurité ;
- et de la mise en place de mécanismes d'investigation et de correction en cas de non-respect.

Ces procédures englobent le système de gestion du retour d'expérience.

7.2. Audits

Des procédures sont mises en œuvre pour évaluer de façon périodique et systématique :

- le respect des objectifs fixés dans le cadre de la politique de prévention des accidents majeurs ;
- l'efficacité du système de gestion de la sécurité et son adéquation à la prévention des accidents majeurs.

7.3. Revues de direction

La direction procède, notamment sur la base des éléments résultant des points 6, 7.1 et 7.2, à une analyse régulière, documentée et mise à jour, des résultats de la mise en œuvre de la politique de prévention des accidents majeurs et de la performance du système de gestion de la sécurité.

A N N E X E V I I

DÉFINITION DE LA CATÉGORIE A

1. Définition de la catégorie A

Une installation de gestion de déchets est classée dans la catégorie A, au sens du présent arrêté, si les effets, à court ou à long terme, d'une défaillance due à une perte d'intégrité structurelle ou des défaillances de fonctionnement ou d'exploitation d'une installation de gestion de déchets peuvent entraîner :

- a) Des conséquences graves sur les personnes physiques ;
- b) Des dommages graves sur la santé humaine et l'environnement.

Le cycle de vie complet de l'installation, y compris la phase de suivi après fermeture des installations de stockage, est pris en compte lors de l'évaluation des risques que

présente l'installation.

On entend par « intégrité structurelle » d'une installation de gestion de déchets la capacité de cette installation à contenir les déchets à l'intérieur de ses limites suivant les modalités prévues lors de sa conception. La perte d'intégrité structurelle couvre tous les mécanismes de défaillance susceptibles de toucher la structure de l'installation de gestion de déchets concernée. L'évaluation des conséquences de la perte d'intégrité structurelle comprend l'incidence immédiate de tout transport de matériau hors de l'installation du fait de la défaillance et les effets qui en résultent à court et long terme.

On entend par « défaillances de fonctionnement ou d'exploitation » de l'installation de gestion de déchets, les modes d'exploitation ou de fonctionnement susceptibles de donner lieu à un accident majeur, y compris le mauvais fonctionnement des mesures de prévention ou de protection de l'environnement et une conception défectueuse ou insuffisante de l'installation.

Le classement en catégorie A s'apprécie au regard de trois critères :

- le niveau de risque de perte d'intégrité des installations de stockage ;
- la quantité de déchets dangereux présente dans les stockages ;
- la quantité de substances et préparations dangereuses présente dans les bassins de résidus.

2. Analyse de risques

L'exploitant d'une installation de stockage de déchets réalise une analyse des risques des installations de stockage de déchets visant :

- d'une part, à identifier l'ensemble des risques et la gravité des conséquences associées aux défaillances potentielles de son installation ;
- d'autre part, à déterminer si l'installation de gestion de déchets relève de la catégorie A au regard de l'annexe III, premier tiret, de la directive 2006/21/CE. A ce titre, l'analyse de risques doit particulièrement prendre en considération les risques d'effondrement du stockage ou la rupture d'une digue, d'un barrage minier, susceptibles de donner lieu à un accident majeur.

Parmi les événements initiateurs externes à prendre en compte dans l'analyse des défaillances figure la survenue d'événements pluvieux exceptionnels.

L'évaluation des effets des rejets de polluants résultant de défaillances d'exploitation ou de fonctionnement porte sur les effets des rejets à court terme (pulses) et à long terme de polluants. Cette évaluation couvre la phase d'exploitation de l'installation ainsi que, sur le long terme, la période qui suit la fermeture. Elle inclut une évaluation des dangers que peuvent présenter les installations contenant des déchets « réactifs »,

que ces déchets soient classés dangereux ou non dangereux selon l'article R. 541-8 du code de l'environnement.

3. Evaluation du risque de perte d'intégrité

des installations de stockage

3.1. Evaluation des risques de perte d'intégrité

des bassins de résidus

En cas de perte d'intégrité structurelle des bassins de résidus, les vies humaines sont considérées comme menacées lorsque les niveaux des eaux ou des boues se situent à soixante-dix centimètres au moins au-dessus du sol ou lorsque la vitesse des eaux ou des boues dépasse 50 centimètres/seconde.

L'évaluation du risque de perte de vies humaines et du danger pour la santé humaine prend en compte au minimum les facteurs suivants :

- a) La taille et les caractéristiques de l'installation, notamment sa conception ;
- b) La quantité et la nature des déchets traités dans l'installation, notamment leurs propriétés physiques et chimiques ;
- c) La topographie du site de l'installation, notamment les éléments d'étanchéité ;
- d) Le temps nécessaire à une onde de crue potentielle pour atteindre les zones où se trouvent des personnes ;
- e) La vitesse de propagation de l'onde de crue ;
- f) Le niveau prévu pour les eaux ou les boues ;
- g) La vitesse d'élévation de ce niveau des eaux ou des boues ;
- h) Tout facteur pertinent, propre au site, susceptible d'influer sur le risque de perte de vies humaines ou le danger pour la santé humaine.

3.2. Evaluation des risques de glissement

des terrils ou des stockages de déchets

Dans le cas des glissements de stockage de déchets, on considère que toute masse de déchets en mouvement est susceptible de menacer des vies humaines si des personnes sont présentes dans la zone potentiellement affectée par cette masse de déchets en mouvement.

L'évaluation du risque de perte de vies humaines et du danger pour la santé humaine

prend en compte au minimum les facteurs suivants :

- a) La taille et les caractéristiques de l'installation, notamment sa conception ;
- b) La quantité et la nature des déchets traités dans l'installation, notamment leurs propriétés physiques et chimiques ;
- c) L'angle d'inclinaison de la pente du stockage ;
- d) La capacité d'accumulation des eaux à l'intérieur du stockage ;
- e) La stabilité du sous-sol ;
- f) La topographie ;
- g) La proximité de cours d'eau, de constructions, de bâtiments ;
- h) Les travaux miniers ;
- i) Tout autre facteur propre au site susceptible de contribuer de manière significative au risque lié à la structure.

3.3. Analyse des conséquences d'une perte d'intégrité

des installations de stockage

Les conséquences d'une perte d'intégrité des installations de stockage sont évaluées comme suit :

3.3.1. Risque de perte de vies humaines

Le risque de perte de vies humaines ou le danger pour la santé humaine est considéré comme négligeable ou peu important si les personnes susceptibles d'être atteintes, autres que le personnel travaillant dans l'installation, ne sont pas censées être présentes de manière permanente ou pendant de longues périodes dans la zone des effets irréversibles. Des blessures entraînant un handicap ou un mauvais état de santé pendant une période prolongée sont considérés comme de graves dangers pour la santé humaine.

3.3.2. Danger potentiel pour l'environnement

Le danger potentiel pour l'environnement est considéré comme peu important si :

- a) L'intensité de la source de contamination potentielle diminue de manière significative dans un court laps de temps ;
- b) La défaillance n'entraîne pas de dommages environnementaux permanents ou durables ;

c) L'environnement ayant subi des dégradations peut être remis en état grâce à des mesures d'assainissement et de restauration limitées.

3.3.3. Modalités de détermination de la gravité

des conséquences

Lors de la détermination du risque de perte de vies humaines et du danger pour la santé humaine ou pour l'environnement, les évaluations spécifiques de l'ampleur des effets potentiels sont réalisées dans le contexte de la chaîne : source-voie de transfert-milieu récepteur. Lorsqu'il n'existe pas de voie de transfert entre la source et le milieu récepteur, l'installation concernée n'est pas classée dans la catégorie A sur la base des conséquences d'une défaillance due à une perte d'intégrité structurelle ou à une exploitation ou un fonctionnement défaillant.

4. La quantité de déchets dangereux

présente dans les stockages

Pour classer l'installation dans la catégorie A selon ce deuxième critère, il est nécessaire de calculer le rapport, sur la base du poids en matière sèche, entre :

a) L'ensemble des déchets classés dangereux au sens de l'article R. 541-8 du code de l'environnement, susceptibles de se trouver dans l'installation à la fin de la période d'exploitation prévue ; et

b) Les déchets susceptibles de se trouver dans l'installation à la fin de la période d'exploitation prévue.

Lorsque le rapport calculé :

— dépasse 50 %, l'installation est classée dans la catégorie A ;

— est compris entre 5 % et 50 %, l'installation est classée dans la catégorie A, excepté si une évaluation des risques engendrés par les déchets dangereux présents sur le site démontre une absence de risques sanitaires et environnementaux liés à ces stockages de déchets ;

— est inférieur à 5 %, l'installation n'est pas classée dans la catégorie A sur la base des déchets dangereux qu'elle contient.

5. La quantité de substances et préparations

dangereuses présente dans les bassins de résidus

Pour les bassins de résidus des installations nouvelles ou les nouveaux bassins prévus dans les installations existantes, les installations sont classées catégorie A selon la

méthode suivante :

- a) Un inventaire des substances et des préparations qui sont utilisées lors du traitement et qui sont ensuite rejetées avec les boues dans le bassin de résidus est dressé par l'exploitant ;
- b) Pour chaque substance et préparation et pour chaque année de la période d'exploitation prévue, l'exploitant procède à une estimation des quantités annuelles utilisées lors du traitement ;
- c) Pour chaque substance et préparation, déterminer si elle est dangereuse au sens de la législation européenne en vigueur ;
- d) Pour chaque année de la période d'exploitation prévue, l'exploitant calcule l'augmentation annuelle, dans des conditions stables, de la quantité d'eau stockée Q_i dans le bassin de résidus selon la formule indiquée :

$$Q_i = (M_i/D)*P$$

où :

Q_i = augmentation annuelle de la quantité d'eau stockée dans le bassin à résidus (m^3/an) durant l'année i

M_i = masse annuelle de résidus rejetés dans le bassin durant l'année i (tonnes en poids sec/an)

D = densité apparente sèche moyenne des résidus déposés (tonnes/ m^3)

P = porosité moyenne des résidus sédimentés (m^3/m^3) définie comme le rapport entre le volume des vides et le volume total des résidus sédimentés

En l'absence de données exactes, on utilisera des valeurs par défaut : 1,4 tonne/ m^3 pour la densité apparente sèche et 0,5 m^3/m^3 pour la porosité.

- e) Pour chaque substance ou préparation dangereuse répertoriée conformément au point c, l'exploitant procède à une estimation de la concentration annuelle maximale (C_{Max}) en phase aqueuse selon la formule suivante :

C_{Max} = le maximum de la valeur suivante : S_i / Q_i , où :

S_i = masse annuelle de chacune des substances et préparations répertoriées et rejetées dans le bassin durant l'année i .

S_i , sur la base de l'estimation des concentrations annuelles maximales (C_{Max}), la phase aqueuse est considérée comme « dangereuse » au sens de la législation européenne en vigueur, l'installation est classée dans la catégorie A.

Pour les bassins de résidus existants en exploitation, la classification de l'installation repose sur la méthode définie précédemment ou sur une analyse chimique directe de l'eau et des solides contenus dans les bassins. Si la phase aqueuse et les éléments qu'elle contient doivent être considérés comme une préparation dangereuse au sens de la législation européenne en vigueur, l'installation est classée dans la catégorie A.

Dans le cas des installations de lixiviation en tas, où les métaux sont extraits des tas de minerais par percolation de solutions de lixiviation, l'exploitant recherche, pendant la phase d'exploitation et la phase de fermeture, la présence de substances dangereuses en se fondant sur un inventaire des substances chimiques utilisées pour la lixiviation et sur les concentrations résiduelles de ces produits dans les eaux de drainage à l'issue du lavage. Si ces lixiviats doivent être considérés comme des préparations dangereuses au sens de la législation européenne en vigueur, l'installation est classée dans la catégorie A.

Fait à Paris, le 19 avril 2010.

Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général
de la prévention des risques,
L. Michel



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

BRGM Guyane
Domaine de Suzini – Route de Montabo
BP 552
97333 Cayenne cedex
Tél. : 05 94 30 06 24