

---

[MCours.com](https://www.mycours.com)



---

1.	Indice de gravité : .....	31
2.	Indice de fréquence : .....	32
3.	Indice de détection : .....	32
V.	Analyse d'indisponibilité : .....	32
1.	Tableau d'indisponibilité pour puits II : .....	33
2.	Tableau d'indisponibilité puits III : .....	34
3.	Analyse : .....	35
VI.	Analyse de criticité : .....	36
VII.	Plan d'action : .....	37
1.	Actions correctives et préventives : .....	38
2.	Actions amélioratives : .....	39
Chapitre IV : Optimisation de la disponibilité et réduction des coûts de maintenance des câbles : ....		41
I.	Problématique .....	41
II.	Calcul des pertes .....	42
III.	Câbles d'extraction (porteur) .....	42
1.	Donnée technique : .....	43
2.	Analyse primaire des câbles porteurs : .....	43
3.	Analyse technique du câble porteur : .....	43
4.	Méthodes de protection et de contrôle : .....	44
IV.	Câbles plats (d'équilibre) .....	45
1.	Données techniques : .....	45
2.	Analyse primaire des câbles plats : .....	45
3.	Analyse technique du câble plat : .....	46
4.	Méthodes de protection et de contrôle : .....	46
V.	Câbles de guidage : .....	46
Chapitre V : Gestion des pièces de rechange et des consommables .....		49
I.	Problématique : .....	49
II.	Rappels théoriques : .....	49
1.	Quantité économique : .....	49
2.	Stock d'alerte – Stock de sécurité : .....	50
3.	Démarche : .....	50
III.	Optimisation de la gestion du magasin : .....	51
1.	Analyse Pareto : .....	51
2.	Analyse : .....	52



---

3. Gains réalisés.....	54
4. Pièces de sécurité.....	56
ANNEXES.....	58
I. Dossier d'informations techniques : .....	58
II. Analyse AMDEC : .....	78
1. Analyse fonctionnelle .....	78
2. Décomposition fonctionnelle : .....	79
3. Tableaux d'indisponibilité : .....	85
4. Tableaux de criticité : .....	92
III. Gestion des pièces de rechange et des consommables : .....	95
Conclusion générale .....	101



## **Introduction générale**

La mine de Draa est une mine polymétallique qui extrait un tout venant de cuivre zinc et de plomb. Elle est considérée comme étant la mine la plus profonde du Maroc et se base sur deux machines d'extraction de type poulie Koepe pour acheminer le minerai des salles de chargement vers les trémies jour.

Notre sujet aura pour thème l'optimisation de la disponibilité et des couts liés à la chaine d'extraction. Cette dernière est considérée comme étant la méthode de transport du minerai adoptée pour acheminer le minerai des trémies fond jusqu'aux silos de stockage où le minerai sera transporté par la suite au site de Hajjar a Guemassa pour être traité.

La chaine d'extraction débute en effet à partir du jet des blocs de minerai extraits des tailles dans les cheminées. Le minerai passe par la suite dans les trémies fond qui alimentent un convoyeur en direction du doseur du skip. Une fois remonté au jour par ce dernier, il est acheminé par des convoyeurs vers le concasseur puis vers les silos de stockage.

Pour traiter notre sujet, nous adopterons des outils tel que l'analyse AMDEC qui nous permettra d'extraire les différentes défaillances liés à la chaine d'extraction et cela dans le but de les traiter et donc augmenter la disponibilité du circuit d'extraction. Et aussi des analyses PARETO et la méthode du point de commande pour optimiser la gestion des pièces de rechange et des consommables du magasin liés à la chaine d'extraction.



# **Chapitre I :**

# **Présentation de l'organisme d'accueil**



---

## **Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil**

### **I. Introduction :**

Créé en 1996, le holding minier MANAGEM regroupe cinq sociétés d'exploitation : CMG, CTT Bou Azzer, SMI, SAMINE, AGM, une société d'hydrométallurgie (CTT-Guemassa) et deux sociétés de services (REMINEX et TECHSUB).

En septembre 1999, dans le cadre de ses activités à l'international, MANAGEM a signé un accord de partenariat avec la société canadienne de ressources minières SEMAFO. Cette alliance a permis à MANAGEM de devenir un producteur significatif d'or en Afrique de l'ouest, notamment en Guinée et au Niger.

En juin 2000, MANAGEM est introduit en bourse offrant ainsi au grand public l'opportunité de participer à son développement.

Les sociétés d'exploitation minière appartenant à MANAGEM sont présentes dans plusieurs régions du Royaume où elles participent activement au développement économique et social de ces régions à travers la construction de pistes et de routes, l'adduction de l'électricité et de l'eau potable, la construction d'écoles et de dispensaires ainsi que d'autres infrastructures socioculturelles. Certaines régions étaient ainsi complètement enclavées avant le démarrage de certaines mines comme cela fut le cas pour Akka avant l'ouverture de la mine d'or.

De par la qualité de ses ingénieurs et ses cadres, MANAGEM constitue également un vivier de compétences et un pôle d'excellence dans certains métiers tels que l'exploration minière, l'hydrométallurgie et la Recherche – Développement d'une manière générale.

### **II. Historique et dates clés :**

#### **1. Historique :**

En 1928, Epinat, un aventurier français assurant le transport de ravitaillement pour le compte de l'armée française, déambule au milieu des attroupements bigarrés de Jamaâ El Finaâ. Curiosité ou instinct, il est fortement intrigué par une poudre rouge que les vendeurs d'épices proposent à leurs clients pour venir à bout des rats. Un raticide entièrement naturel paraît-il. Les quelques notions géologiques dont Epinat peut se prévaloir lui font flairer un filon. En effet, le principe actif de la fameuse poudre n'est autre que l'arsenic, minéral vénéneux qui, la plupart du temps, se trouve dans les sous-sols avec d'autres métaux précieux.



---

Il ne faut pas longtemps à Epinat pour remonter à la source du gisement. Pas longtemps non plus pour prendre une concession dans la boutonnière de Bou-Azzer, à 120 Km au sud-ouest d'Ouarzazate, et créer une compagnie minière dont l'objet sera d'extraire le minerai à partir des arséniates de cobalt. Une bonne dose d'audace dans un coin aride où même la végétation peine à trouver vie, dans les lits constamment asséchés des oueds.

Mais un aventurier reste par essence un nomade. Attiré par de nouveaux horizons ou bien sans doute découragé par l'ampleur de la tâche, Epinat cède son affaire à Paribas : l'Omnium Nord-Africain est né.

Huit décennies plus tard, la végétation peine toujours à transpercer ce sol minéral et le gisement de Bou-Azzer est loin d'être épuisé. Mais bien des choses ont changé. La petite unité a pris de l'ampleur pour devenir la Compagnie de TifnoutTighanimine (CTT) et qui s'étend aujourd'hui sur 120 Km<sup>2</sup> avec un tissu de sous-traitants qui s'y est même installé aux abords du périmètre de la mine. À Bou-Azzer, on produit toujours du concentré de Cobalt.

En 80 ans, d'autres gisements ont par ailleurs été découverts et d'autres compagnies minières sont nées. La Société Métallurgique d'Imiter, Akka Gold Mining, Compagnie Minière des Guemassa... Appelé jusqu'en 1996 "Pôle Mines de l'ONA", ce sont au total pas moins de six compagnies d'exploitation minière et de filiales de recherche et de valorisation, regroupées au sein de Managem, qui ont vu le jour. Zinc, cuivre, or, argent, plomb et fluorine sont, entre autres, les minerais extraits chaque jour des entrailles de la terre par les équipes de Managem. Les 20 dernières années ont sans doute été les plus intenses en matière d'exploitation minière. La découverte de nombreux gisements mais surtout le travail de valorisation des métaux extraits ont donné une autre dimension aux activités de Managem. L'exemple le plus réussi reste celui du traitement hydrométallurgique. Managem procède en effet, et depuis 1996, à la valorisation de certains minerais par voie hydrométallurgique, afin d'obtenir des produits à forte valeur ajoutée, notamment les cathodes de cobalt, le sulfate de cuivre et l'oxyde de zinc. L'International constitue un autre exemple de réussite pour Managem qui, depuis 15 ans, a relevé le défi d'une expansion mondiale.

En effet, même si son développement se poursuit au Maroc, le rythme de découvertes des gisements n'est pas assez soutenu pour lui assurer une croissance à la hauteur de ses capacités et de ses ambitions. Son expérience, son savoir-faire et la solidité de sa structure lui ont permis d'envisager une expatriation sereine tout en procédant étape par étape.

## 2. Dates clés

### ■ 1928 :

Démarrage de la mine de BOU AZZER gérée par la société CTT et spécialisée dans la production du concentré de cobalt.

### ■ 1969 :

Démarrage de la mine d'IMITER gérée par la société SMI et spécialisée dans la production de lingots d'argent métal.

### ■ 1973 :

Démarrage de la mine d'EL HAMMAM gérée par la société SAMINE et spécialisée dans la production de fluorine.

### ■ 1974 :

Démarrage de la mine de BLEIDA gérée par la société SOMIFER et spécialisée dans la production du concentré de cuivre.

### ■ 1988 :

Création de REMINEX spécialisée dans la recherche et développement, l'ingénierie et l'exploration.

### ■ 1992 :

Démarrage de la mine polymétallique de GUEMASSA gérée par la société CMG et spécialisée dans la production des concentrés de zinc, de cuivre et de plomb.

### ■ 1996 :

Constitution d'AKKA GOLD MINING, société chargée de la mise en valeur et du développement du gisement aurifère d'IOURIRN dans la région de Tata au sud du Maroc.

Acquisition des parts privatisables de l'État dans les sociétés SOMIFER, CTT et SAMINE et acquisition d'une partie des parts privatisables de l'État dans SMI.

Démarrage de l'activité Hydrométallurgie.

### ■ 1997 :

Extension de la capacité de la mine de GUEMASSA.

Les investissements requis pour cette extension ont été de l'ordre de 110 MDH.

Arrêt de l'activité de la mine de BLEIDA (SOMIFER) suite à l'épuisement des réserves de cuivre ; Lancement du projet CMBAILI permettant de produire des cathodes de cobalt à partir du concentré produit par la filiale CTT.

Acquisition des premiers permis à l'international, au Mali et en Guinée

### ■ 1999 :

Acquisition de 34% de SEMAFO, junior minier canadien, visant à accélérer le développement du Groupe à l'international et sa présence en tant que producteur d'or. En effet, SEMAFO dispose d'une présence marquée en Afrique de l'Ouest à travers 22 permis miniers au Burkina Faso, en Guinée-Bissau, en Côte d'Ivoire et deux gisements d'or en Guinée-Bissau et au Ghana.

### ■ 2000 :

Démarrage de l'unité cuivre de SOMMITAL, spécialisée dans la production de sulfate de cuivre.

Introduction en bourse de MANAGEM.

### ■ 2001 :

Démarrage de la mine d'or d'Akka.





■ 2002 :

Augmentation de la participation du groupe dans le capital de la compagnie canadienne SEMAFO à 52%.

Démarrage de la mine d'or de Kiniero en Guinée-Bissau.

Démarrage de l'unité CALAMINE, spécialisée dans la production d'oxyde de zinc.

■ 2004 :

Démarrage de la mine du zinc-plomb et cuivre de Draa Sfar.

Démarrage de l'exploitation de la mine d'or SAMIRA HILL au Niger.

■ 2005 :

Cession de SEMAFO INC.

Conclusion d'un accord de partenariat avec la société minière canadienne RESSOURCES SEARCHGOLD INC. pour l'acquisition à terme de 63% du projet aurifère Bakoudou au Gabon.

■ 2006 :

Création de MANATRADE AG, filiale de MANAGEM implantée en Suisse, dont l'activité principale consiste à commercialiser les produits des filiales du groupe.

Acquisition du domaine aurifère d'Etéké au Gabon.

Conclusion d'un partenariat avec COSTAMIN, société congolaise détenant deux permis à haut potentiel en cobalt et cuivre. Ce partenariat a abouti à la création de LAMIKAL, société de droit congolais détenue à 75% par MANAGEM.

■ 2007 :

Signature d'un contrat commercial avec un producteur de lessive pour son approvisionnement en sulfate de sodium, avec un démarrage de la production prévu pour 2009. Acquisition des permis en Mauritanie.

Début d'exploitation du minerai d'Agoujgal (gisement cuprifère à Akka).

■ 2008 :

Création de MANAGEM INTERNATIONAL, holding de droit suisse dont la vocation est de détenir l'ensemble des participations du groupe MANAGEM à l'étranger (MANATRADE, MANAGEM Gabon, LAMIKAL, REG, etc.).

Acquisition des permis au Soudan.

### III. Filiales du groupe MANAGEM :

Le Groupe MANAGEM opère au niveau de :

- L'exploitation et la valorisation minière à travers 5 sociétés filiales (CMG, SMI, AGM, CTT, SAMINE).
- Les services support aux activités minières à travers deux sociétés filiales (TECHSUB et REMINEX).
- Le trading des produits miniers du Groupe à travers une filiale de commercialisation à l'international de la production du Groupe.

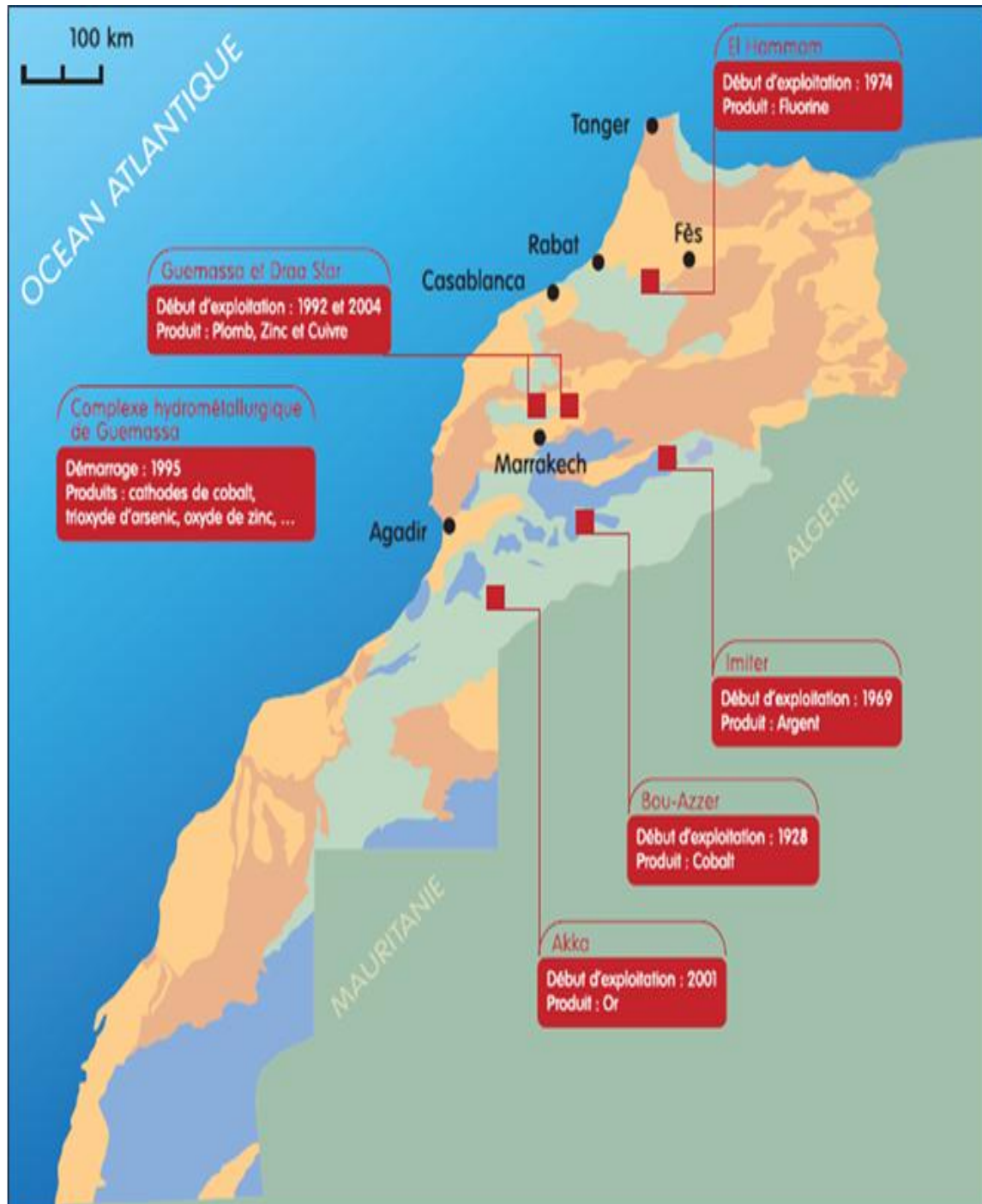
L'activité minière de MANAGEM consiste à explorer, extraire, concentrer, valoriser et commercialiser différents minerais :

- Métaux de base : cuivre, zinc, plomb.



1. Au Maroc :

➤ Exploitation minière :



Le tableau ci-dessous présente les différentes activités et projets actuels de l'activité minière de MANAGEM au Maroc :

Société	Mine	Année de démarrage	Substances	Production annuelle
<i>CTI</i>	BOU-AZZER	1928	Cobalt	1500 tonnes – cobalt contenu
<i>SMI</i>	Imiter	1969	Argent	190 tonnes – lingots d'argent
<i>SAMINE</i>	El hammam	1974	Fluorine	90 000 tonnes – concentrés
<i>CMG</i>	Hajjar Draâ Sfar	1992 2004	Zinc Plomb Cuivre	90 000 tonnes – concentrés 30 000 tonnes – concentrés 10 000 tonnes – concentrés
<i>AKKA</i>	Akka Agoujgal	2001 2007	Or Cuivre	700 kg lingot d'or 6500 TM

→ Métaux précieux :

L'exploitation des gisements d'or et d'argent au Maroc est assurée par deux filiales du Groupe Managem :

*SMI :*

(Société Métallurgique d'Imiter, gisement d'argent), détenue à 74% par MANAGEM.

Créée en 1969, la SMI est chargée de l'exploitation du gisement métallique d'argent d'Imiter, situé à 150 kilomètres à l'est d'Ouarzazate. Elle produit des lingots d'argent métal d'une pureté de 99,5%.

*AGM :*

(AGM : Gisement d'or) détenue à 70% par MANAGEM.

---

Située à 280 kilomètres au sud-est d'Agadir, la société Akka Gold Mining extrait de l'or métal du gisement aurifère d'Iourirn depuis 2001.

→ Métaux de base et métaux spéciaux (fluorine et cobalt) :

L'exploitation des métaux de base concerne le zinc, le plomb, le cuivre et la fluorine à travers les sociétés suivantes :

**CMG :**

(Compagnie Minière des Guemassa) détenue à 74% par Managem.

Créée en 1988, CMG exploite le gisement polymétallique de Hajjar situé à 30 Km de Marrakech. Depuis 1992, la société exploite des concentrés de zinc, de plomb et de cuivre. En 2004, CMG a mis en exploitation le gisement polymétallique de DraâSfar, à 15 km de Marrakech, pour renforcer et soutenir la production du site de Hajjar.

**CTT :**

(Compagnie de TifnoutTighanimine) détenue à 100% par Managem.

Implantée à 120 kilomètres au sud de la ville d'Ouarzazate, la CTT Bou-Azzer est l'une des plus anciennes mines de MANAGEM. Son expérience, acquise depuis sa création en 1928, est principalement dirigée vers la recherche, l'exploitation et le traitement du cobalt primaire. Elle fournit les usines hydro de cobalt pour l'essentiel de leur approvisionnement en cobalt concentré ou en haldes de cobalt.

**SAMINE :**

(Société Anonyme d'Entreprises Minières) détenue à 100% par Managem.

Créée en 1974, Samine exploite le gisement d'El Hammam, situé à 80 Km de Meknès. Elle compte parmi les premières entreprises minières productrices de fluorine dans le monde.

➤ Hydrométallurgie :

L'hydrométallurgie, fruit de la stratégie d'intégration en aval, constitue l'aboutissement d'une politique active de R&D engagée sur la dernière décennie en vue d'une meilleure valorisation des produits miniers. L'activité hydrométallurgique de Managem est gérée par CTT (Compagnie de TifnoutTighanimine) Guemassa. Cette filiale du holding minier gère cinq unités opérationnelles, dans deux filières :

- La filière cobalt destinée à la production de cobalt métal et ses dérivés (cathodes de cobalt, oxydes de cobalt, sulfate de nickel) ainsi que des by-Products ;
- La filière zinc destinée à la production de dérivés de zinc notamment l'oxyde de zinc.

➤ Sociétés de services :

Au-delà de l'exploitation minière et de l'hydrométallurgie, Managem a su adapter son expertise pour proposer des services industriels à haute valeur ajoutée, à travers deux filiales spécialisées :

→REMINEX :

Créé en 1984, REMINEX dispose d'un savoir-faire éprouvé dans la découverte et la mise en valeur de gisements miniers, la mise au point de procédés de traitement, les études techniques et économiques, l'ingénierie et la maîtrise d'œuvre de projets miniers et industriels, la filiale Reminex est organisée autour de trois entités :

**Reminex Exploration :**

Prend en charge les travaux de géologie appliquée (cartographie géologique, analyses structurales, photogéologie, imagerie satellitaire, géochimie, etc.) et ceux de recherche minière sur les projets au Maroc comme à l'international.

**Le Centre de recherche Reminex :**

Dispose de laboratoires équipés d'installations à la pointe de la technologie (microscope électronique à balayage, diffraction, ICP, etc.) pour effectuer des analyses et essais physicochimiques.

**Reminex Ingénierie :**

Met à la disposition de ses clients, au Maroc et à l'étranger, une gamme complète de services d'ingénierie, de gestion de projet, de conseil et d'assistance technique dans les domaines miniers, hydrométallurgique et industriels. Les services de Reminex Ingénierie couvrent toutes les phases de développement d'un projet, depuis les études de faisabilité jusqu'à la mise en service des installations.

→TECHSUB :

Société de services constituée en 1992, TECHSUB concentre ses activités sur deux axes : lessonnages et les travaux souterrains. TECHSUB dispose de tous les moyens techniques et humains pour réaliser lessonnages nécessaires à la reconnaissance géologique et géotechnique des terrains.

L'expérience acquise dans les travaux souterrains lui permet de mettre en œuvre des technologies de creusement fiables et adaptées à tous les types de terrains. Forte de ce savoir-faire, TECHSUB mène une politique de développement dans les travaux nécessitant une forte technicité et une maîtrise totale des technologies de creusement. Ces



---

efforts permettant à TECHSUB d'offrir une gamme étendue de services aux filiales de MANAGEM, chaque prestation étant facturée directement aux filiales d'exploitation.

## 2. A l'international :

Le groupe MANAGEM dispose de 4 filiales à l'international :

### ✓ MANAGEM INTERNATIONAL (Holding pur) :

Dans le cadre de la poursuite de son développement à l'international et afin de donner un élan supplémentaire à l'évolution future de ses activités à l'étranger, MANAGEM a procédé au cours de l'année 2008 à la transformation de sa filiale suisse MANATRADE en un holding pur de dénomination "MANAGEM International". Ce holding a pour vocation de porter toutes les participations de MANAGEM à l'international. Parallèlement, MANAGEM International a créé en Suisse sa propre filiale, "MANATRADE AG".

### ✓ MANATRADE AG (Activité de trading) :

Créée en 2006 et détenue à 100% par MANAGEM International, cette filiale suisse est chargée de la distribution et la commercialisation des produits du Groupe. Le choix d'internaliser cette fonction permet de mieux maîtriser les risques (affrètement, etc.) tout en internalisant la marge, auparavant versée à l'agent commercial qui en avait la charge. En rapprochant le Groupe de ses marchés, l'implantation de MANATRADE en Suisse constitue un important levier de développement à l'international.

### ✓ LAMIKAL, (La minière de Kalukundi) :

Afin de consolider la position du Groupe en termes de production de cobalt métal, MANAGEM a conclu en janvier 2006 un partenariat avec COSTAMIN, société congolaise détenant deux permis (Pumpi et Kalongwe) de recherche à fort potentiel pour le cobalt et le cuivre. Ce partenariat a donné naissance à la société "La Minière de Kalukundi" (LAMIKAL) que MANAGEM détient à 75%.

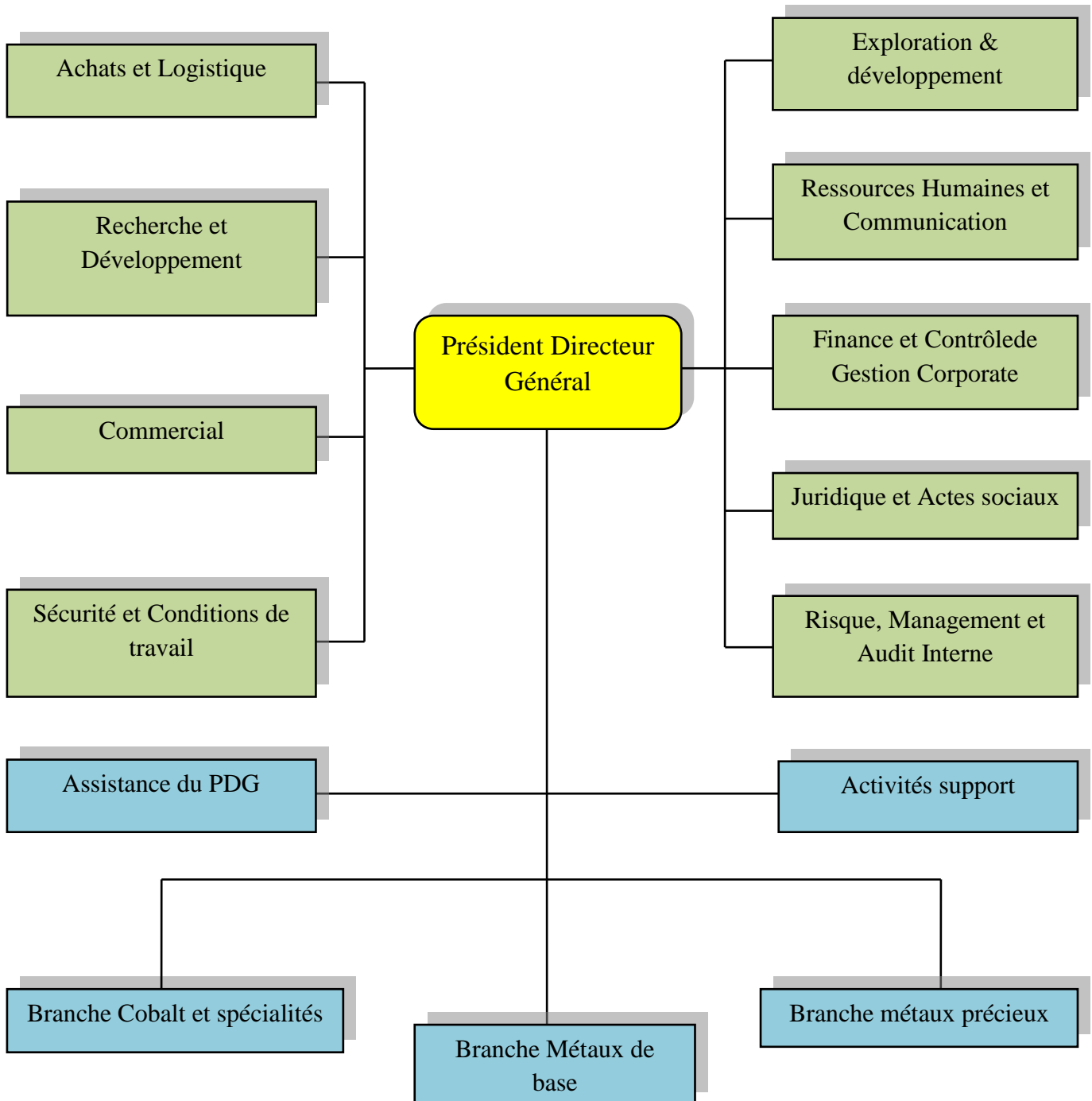
Les travaux réalisés sur les permis se présentent comme suit :

### ✓ RESSOURCES GOLDEN GRAM GABON :

Depuis juillet 2005, le Groupe a renforcé sa position au Gabon à travers un partenariat avec la société canadienne SEARCHGOLD. L'objectif : acquérir 63% de la société gabonaise

Ressources Golden Gram Gabon qui détient maintenant le projet aurifère de Bakoudou ainsi que le permis d'exploration du secteur de Magnima.

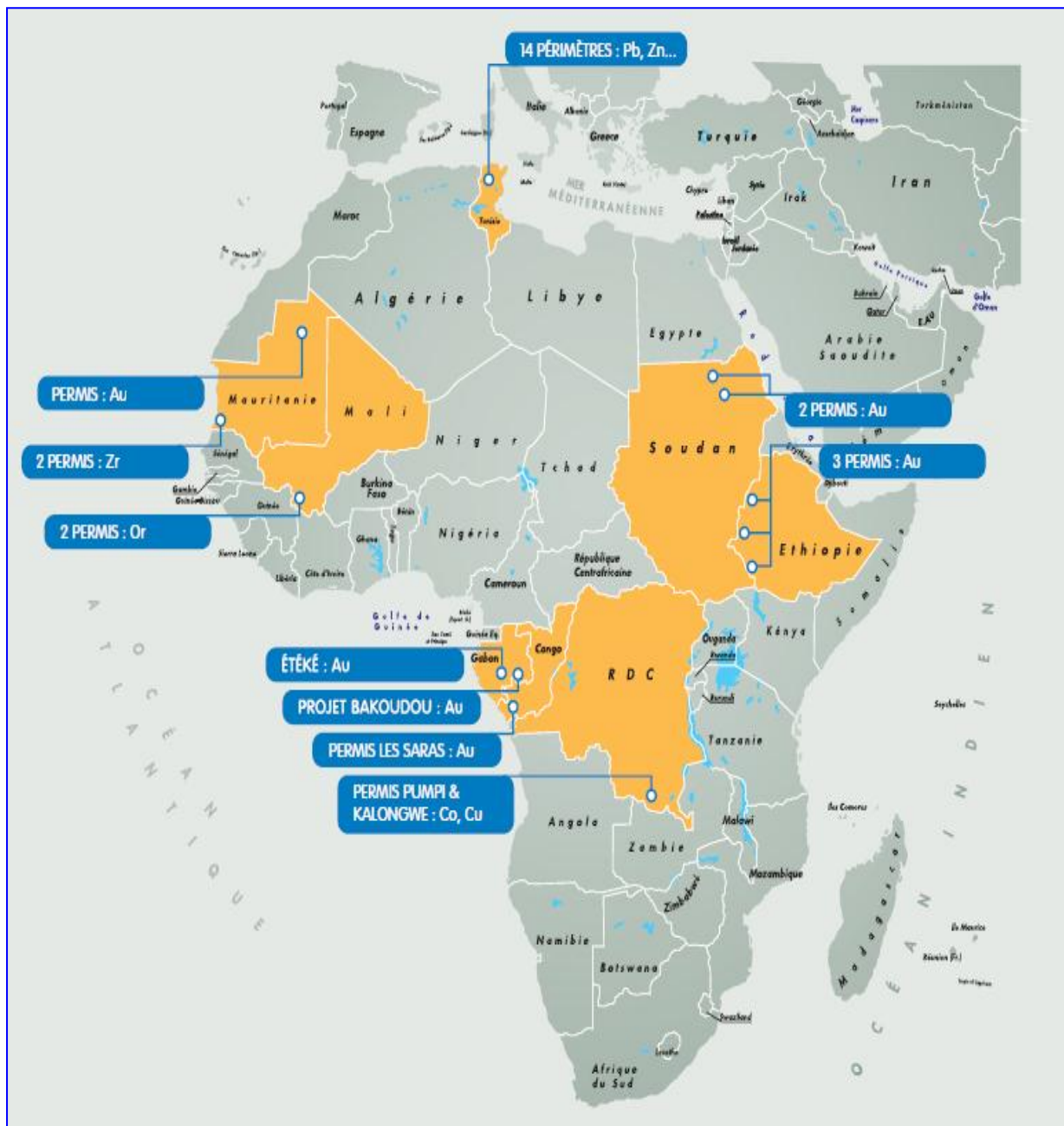
#### IV. Organigramme de MANAGEM :





## V. Autres projets MANAGEM :

Le groupe MANAGEM dispose de plusieurs autres projets de développement à l'international. Ces projets sont pour le moment au stade d'exploration.



Le tableau ci après présente les différents projets de MANAGEM à l'international :

Pays	Superficie du permis détenu Km <sup>2</sup>	Substance
<b>Gabon (Etéké)</b>	1400 Km <sup>2</sup>	Or
<b>République du Congo (Les Saras)</b>	1000 Km <sup>2</sup>	Or
<b>Guélelenkorou Mali Kandiolé</b>	38 Km <sup>2</sup> 62 Km <sup>2</sup>	Or Or
<b>Soudan</b>	158730 Km <sup>2</sup> 245880 Km <sup>2</sup>	Or Or
<b>Tunisie</b>	56 Km <sup>2</sup>	Métaux de base
<b>Mauritanie</b>	3510 Km <sup>2</sup>	Zircon et or
<b>Ethiopie</b>	2576 Km <sup>2</sup>	Or et métaux de base

## VI. Présentation de la CMG :

### 1. Introduction :

La Compagnie Minière des Guemassa est une société anonyme au capital de 390.000.000 de DH. Elle a ouvert ses portes en février 1988 et ce par lettre ministérielle n° 1827 du 2 Mars 1988.

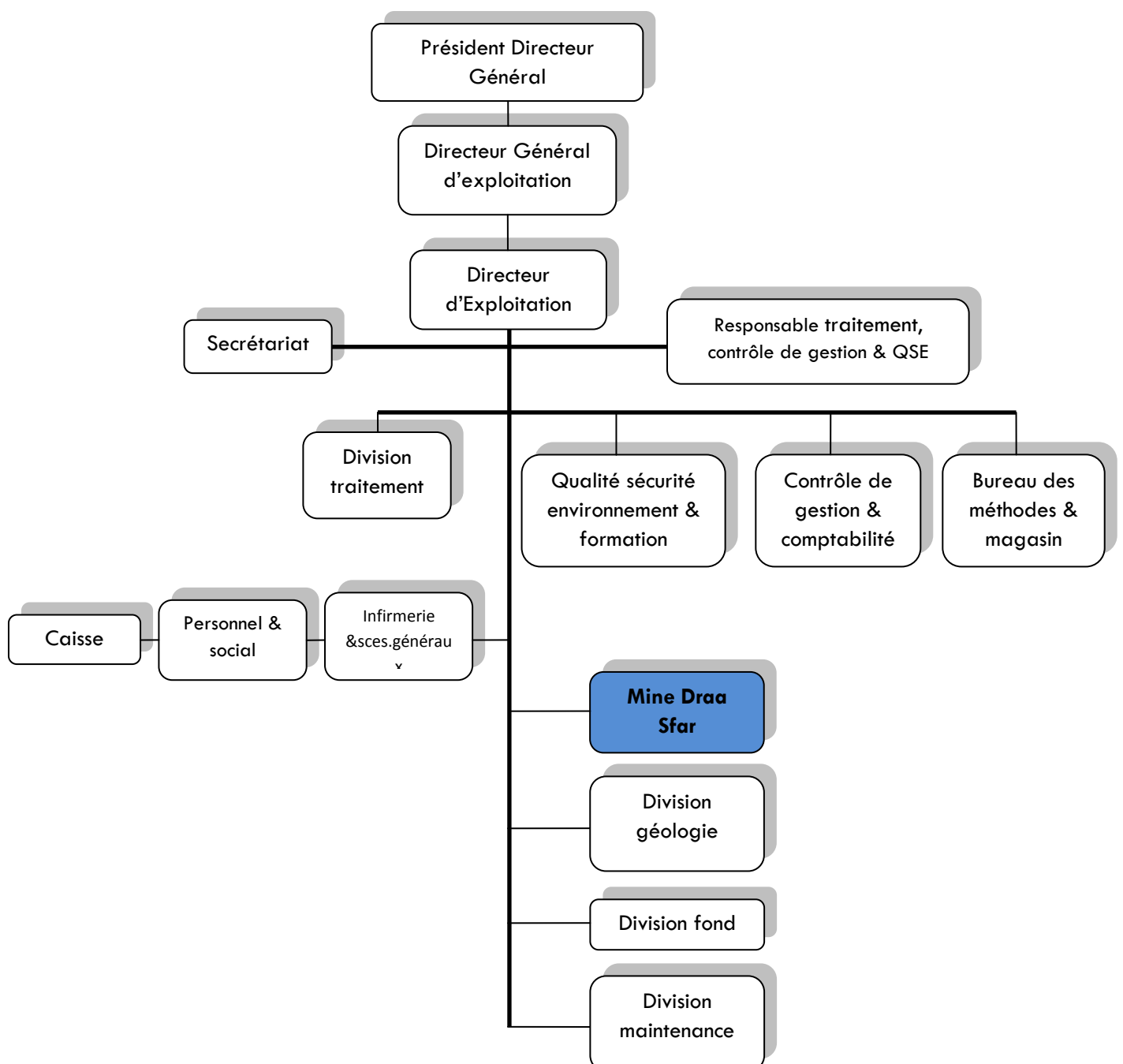
La Compagnie Minière de Guemassa, détenue à 76,91% par MANAGEM, exploite le gisement polymétallique de Hajjar situé à 30 km de Marrakech. Depuis 1992, la société exploite des concentrés de zinc, de plomb et de cuivre. En 2004, CMG a mis en exploitation le gisement polymétallique de DraâSfar, à 15 km de Marrakech, pour renforcer et soutenir la production du site de Hajjar.

### 2. Historique :

De 1984 à 1988, le BRPM a entrepris la reconnaissance du gisement de Guemassa avant de signer une convention avec l'ONA qui détenait alors 70% du permis contre 30% pour le BRPM. L'ONA, à travers sa filiale CMG, a alors entamé les travaux de mise en valeur qui ont abouti en 1989 à une étude de faisabilité et, en 1992, à la construction des installations de la mine.

Suite aux différentes augmentations de capital nécessaires à la poursuite des travaux, le capital de CMG est aujourd'hui détenu à 76,91% par MANAGEM et à 23% par le BRPM.

### 3. Structure d'organisation interne de CMG :



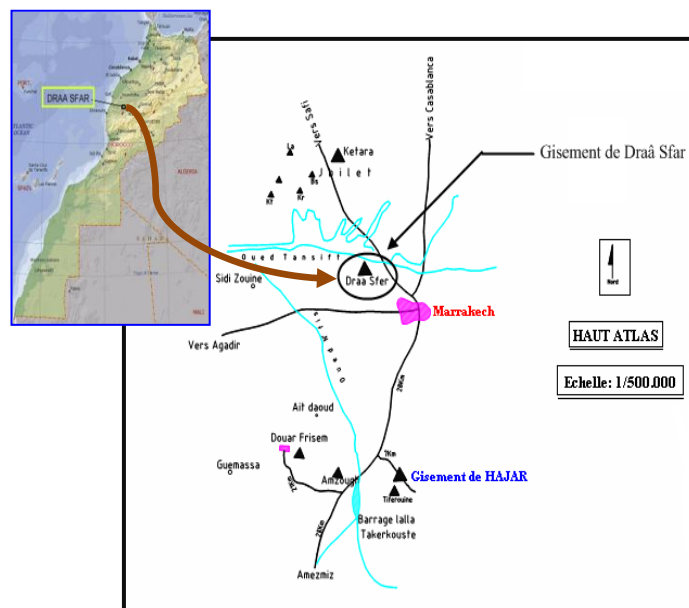
## VII. Présentation de CMG – Draâ Sfar :

### 1. Aperçu général :

Le gisement de Draâ Sfar est situé à 15Km au nord ouest de Marrakech. C'est un gisement polymétallique de cuivre, de plomb et de zinc qui contribue à 60% à la production totale de la CMG.

La site de Draâ Sfar s'intéresse uniquement à l'extraction du tout venant qui, après un concassage primaire au niveau jour, est acheminé par camions vers Guemassa pour la suite des opérations : concassages secondaires et tertiaires puis traitements. Cette mine a pour objectif de réaliser une production quotidienne de 2000T de tout venant (500T assurés par le puits II et 1500T par le puits III).

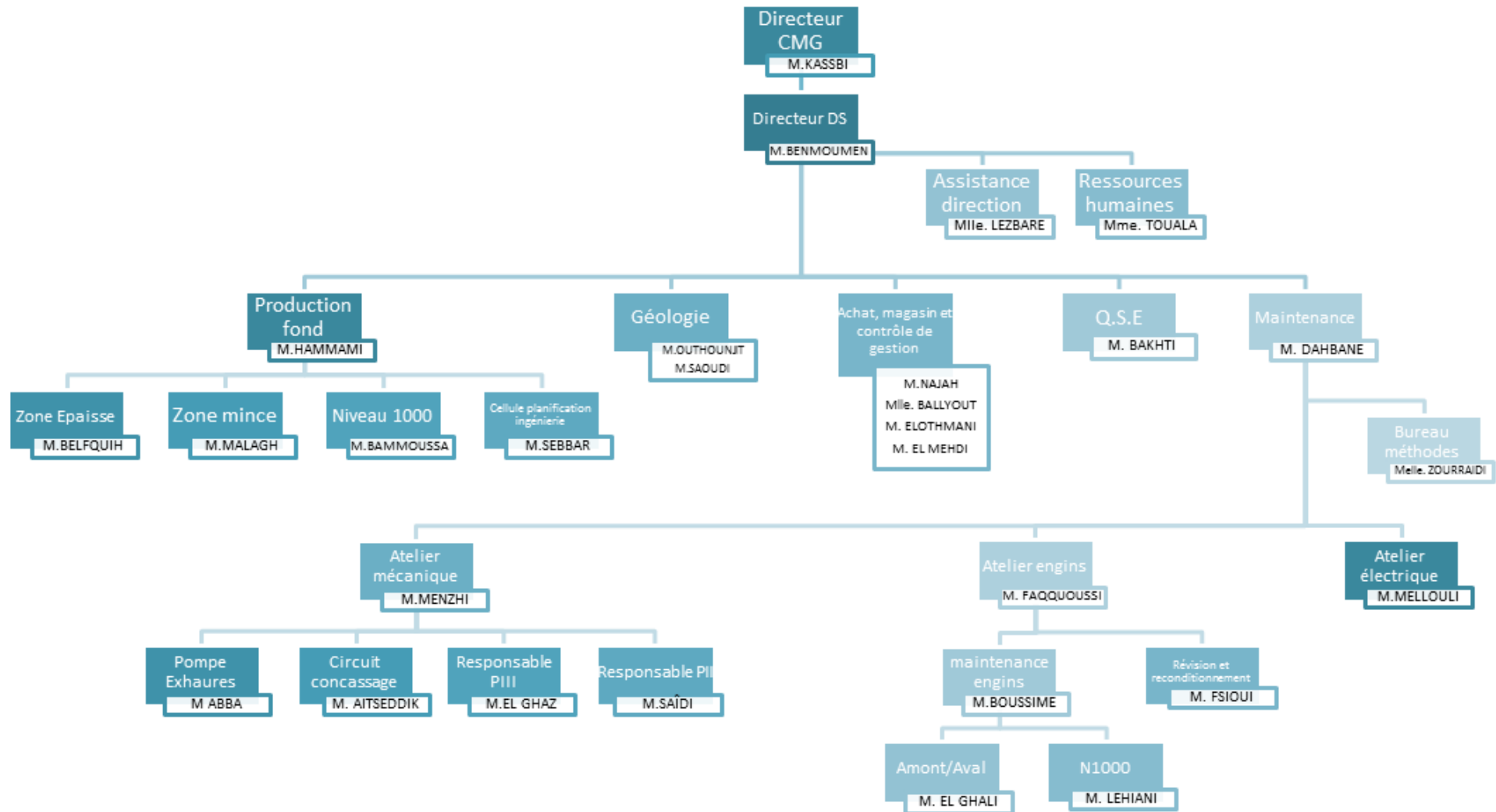
Le fonçage du premier puits d'extraction de minerai (puits II) a commencé en 2001 pour atteindre une profondeur finale de 730m et l'extraction effective y a débuté courant 2004. Quant au puits III, le fonçage a été entamé en 2007 et atteint une profondeur record au niveau de l'Afrique du nord (environ 1100m pour un diamètre de 5m) et l'extraction y a commencé au cours de l'année 2010.



### 2. Organigramme de CMG – Draâ Sfar :

Draa Sfar est scindé en deux grands services : maintenance et production. Ce dernier s'occupe essentiellement des travaux réalisés dans la mine et s'appuie sur les autres services pour mener à bien sa mission.

Quant au service maintenance, il a pour rôle d'assurer le bon fonctionnement des engins et équipements fixes vitaux afin d'assurer la pérennité de la production.



### 3. Méthodes d'exploitation :

#### a. Le parc engins :

La mine de Draâ Sfar est une mine mécanisée qui utilise plusieurs types d'engins miniers tout au long du cycle d'exploitation. Parmi ces engins on cite :

- Des scoops de transport de minerai/stérile des tailles vers les cheminées (capacité du godet variant entre 1 et 10 tonnes).
- Des dumpers pour le transport du minerai lorsque les distances à traverser ne sont plus rentables avec les scoops.
- Des purgeuses pour faire tomber les blocs fragiles en vue des opérations à venir.
- Des boulonneurs (Robolt/f) dont le rôle est d'insérer des boulons remplis d'air comprimé (300bars) dans les parois et les toits afin d'éviter les chutes de blocs. La mine de Draâ Sfar utilise deux types de boulons :
  - Des boulons Swellexe dont la longueur varie entre 1.8m et 3m.
  - Des boulons coquille de 1.6m.
- Des jumbos qui permettent de forer les parois afin de les charger en explosifs pour les abattre.

#### b. Procedés d'abattage :

##### i. Tranche montante remblayée :

Cette méthode appelée aussi la TMR est la mieux adaptée à la morphologie du gisement et est prévue à une cadence annuelle de 750000T.

La tranche montante remblayée consiste à abattre le minerai gradin par gradin (de 4 m de haut, 3 m de long et de largeur selon la puissance minéralisée) jusqu'à la fin d'une tranche horizontale. Un volume équivalent en remblai mécanique ou cimenté est ensuite mis en place afin de permettre d'accéder à la tranche supérieure.

##### ii. Sous niveaux abattus :

Cette méthode se pratique en chantiers ouverts, aujourd'hui est appliquée sur les terrains de la mine de Draa Sfar dont l'objectif d'augmenter la cadence de l'exploitation. Le gisement est découpé en panneaux dans lesquels sont tracés des sous-niveaux reliés par un plan incliné. Les panneaux sont ensuite subdivisés en chambres et piliers alternants, et une voie de desserte est tracée à la base du gisement que l'on équipe de points de soutirage.

L'abattage par sous-niveaux laisse un vide rectangulaire dans toute l'épaisseur exploitée. La partie inférieure de la chambre est aménagée en forme d'entonnoir, de manière que les matériaux abattus glissent vers les points de soutirage. Des galeries sont creusées dans les niveaux supérieurs pour le passage de l'engin de foration.

En règle générale, la foration des trous de mine se fait préalablement au chargement et au tir, de sorte que le cycle de production puisse se dérouler sans interruption.

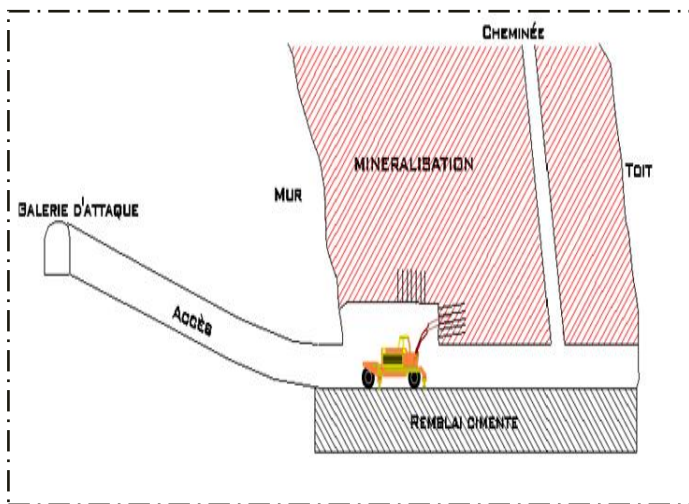
L'abattage par sous-niveaux est une méthode d'exploitation productive, en grande partie parce que la foration des longs trous de mine peut être entièrement mécanisée et que l'appareil de foration peut travailler sans interruption. La méthode est aussi relativement

sûre, du fait que la foration se fait en galeries, et l'évacuation des matériaux à partir de points de soutirage. Les travailleurs ne sont donc pas exposés aux chutes de blocs.

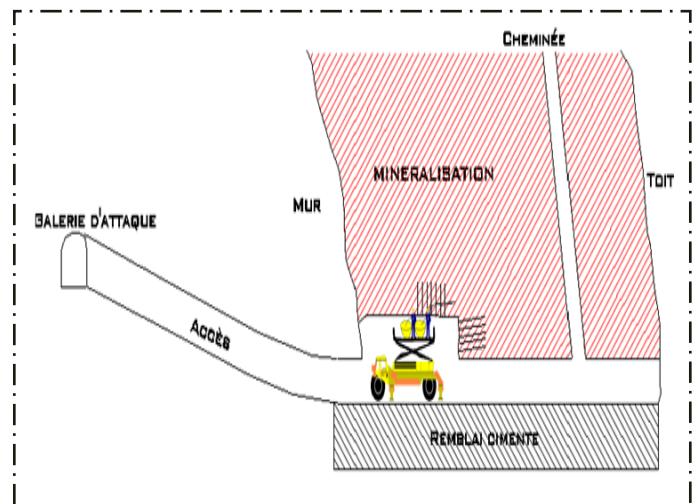
L'application de la méthode de sous niveau abattu permet de diminuer le temps d'exposition du personnel aux risques et à l'amélioration de la productivité.

#### 4. Cycle de production :

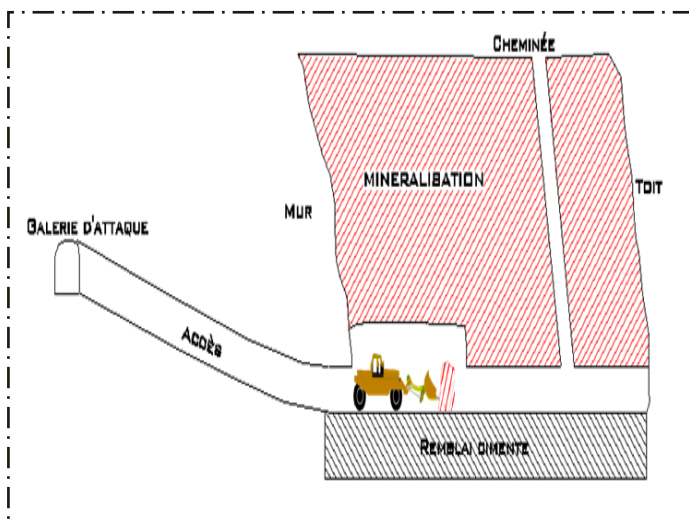
L'abattage s'effectue à partir d'une galerie d'attaque. Les accès aux minéralisations sont de section  $16\text{m}^2$  inclinée au départ de  $15^\circ$  vers le bas. L'étape qui suit est celle de la réalisation d'une cheminée d'aéragage et remblayage. Le remblai est utilisé pour remplir le vide créé par l'exploitation : les tailles sont remplies par du remblai cimenté (hydraulique) préparé au jour, et les grilles avec du remblai mécanique (stérile) en provenance des travaux préparatoires.



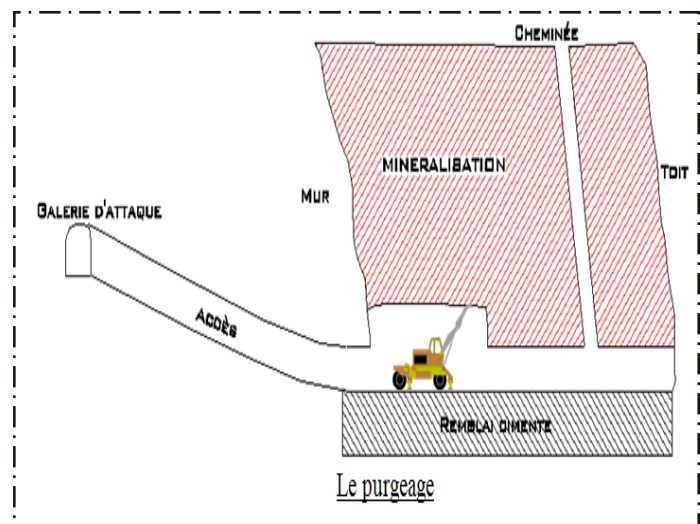
Foration



Chargement & tir



Déblayage



Purgeage



# **Chapitre II :** **Problématique**





---

## **Chapitre II : Problématique**

La chaîne d'extraction est considérée comme un organe clé pour la mine de Draa Sfar. Les arrêts de cette chaîne entraînent systématiquement des arrêts de production et génèrent des surcoûts au niveau de la maintenance et de la remise en service de l'élément en panne. De plus, il a été constaté que certains éléments de la chaîne d'extraction avaient une durée de vie largement inférieure à celle conseillée par les constructeurs ou des durées de vie de celles des mêmes organes sur d'autres sites de MANAGEM. Nous citons ici en particulier les différents types de câbles dont le changement avancé génère plus de 500 KDH de pertes annuelles en terme d'acquisition et environ 6000 Tonnes annuelles en terme de tonnage. De plus, le changement des blindages des différentes trémies et du caisson du skip entraîne des temps d'arrêt supérieurs à 1000 heures annuelles pour chaque puits et de plus de 200 KDH en terme de pièces de rechange.

Pour mieux cerner ces pertes, nous proposons une étude de disponibilité ainsi qu'une optimisation des coûts qui nous permettront de déterminer avec exactitude les sources des problèmes pour qu'on l'on puisse proposer des solutions à même les réduire ou les supprimer.

Pour ce faire, nous entamerons notre sujet par une analyse AMDEC qui nous permettra de ressortir les temps d'indisponibilité des différents sous éléments de la chaîne d'extraction ainsi que ses éléments les plus critiques. N'ayant pas le temps de traiter tous ces problèmes, nous nous intéresserons par la suite aux câbles et à l'optimisation de leur durée de vie et de ce fait, la réduction des temps d'indisponibilité qu'ils génèrent au niveau de la chaîne. Ensuite, pour évaluer les pertes engendrées par les changements avancés des câbles, nous établirons deux indices, à savoir la perte en production (tonnage) et les pertes en coûts d'acquisition qui prouveront l'intérêt des solutions que nous avons proposées et la nécessité d'intervenir en urgence sur les éléments traités. Finalement, vu l'absence d'une stratégie claire au niveau de l'approvisionnement et de la mise en stock des pièces de rechanges et des consommables, nous tenterons de mettre en place grâce à la méthode du point de commande d'une politique visant à optimiser la gestion de l'approvisionnement et du stock concernant la chaîne d'extraction. Et à partir de deux analyses PARETO portant sur les quantités consommées et les prix cumulés, nous jetterons la lumière sur les pièces de rechange les plus consommées et tenterons d'élucider le mystère derrière leur consommation exagérée.



# **Chapitre III :** **Analyse AMDEC**

---

## Chapitre III : Analyse AMDEC

### I. Rappels théoriques :

#### 1. Initiation de l'étude :

Durant cette phase, il sera procédé à :

- ✘ La définition du système étudié.
- ✘ Préparation d'un dossier technique qui contient les informations nécessaires à l'étude.
- ✘ Une analyse fonctionnelle.

#### 2. Décomposition fonctionnelle :

Elle consiste à découper l'équipement à étudier en sous éléments afin de comprendre les fonctionnalités du système avant d'analyser les risques ou les causes de dysfonctionnement.

#### 3. Analyse AMDEC :

L'analyse AMDEC proprement dite consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés du système, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives et préventives pour y remédier.

Le chiffrage des risques est basé sur la chaîne d'événements conduisant à la réception d'une défaillance par l'utilisateur du système. Ce chiffrage permet de :

- ✘ Mettre en évidence l'importance de chaque défaillance par la définition de trois critères qualitatifs, il s'agit de la gravité de la défaillance, sa fréquence potentielle d'apparition, et sa non détection.
- ✘ Homogénéiser la cotation par l'utilisation de barèmes.
- ✘ Hiérarchiser les causes de défaillance afin de mettre en évidence celle qui devront faire l'objet d'action prioritaire.

### II. Fonctionnement du circuit d'extraction :

La chaîne d'extraction débute au niveau des différentes cheminées ou le minerai, ou bien stérile, y est jeté. Il passe tout d'abord par des grilles 40×40cm d'ouverture pour éviter que des blocs trop gros viennent bloquer les cheminées ou pire, causer des dégâts au niveau des trémies ou des bandes.



---

Le minerai après avoir traversé ces cheminées (profondeur variant entre 30m et 300m) atterrit dans les trémies des salles de chargement : sept dans la salle de chargement du puits II et une seule dans la salle de chargement du puits III (projet en cours de construction d'une autre trémie). Pour éviter une charge excessive sur les bandes, le minerai est déversé petit à petit grâce à des alimentateurs à tiroir eux-mêmes alimentés par un moteur à courant continu couplé à un réducteur.

Les différentes bandes se chargent ensuite d'acheminer le minerai vers le doseur qui une fois atteint la charge nominale à transporter avertit le treuilliste pour qu'il commande le skip vers la salle de chargement. Ce dernier en place, le casque du doseur s'ouvre grâce à un vérin et déverse le minerai dans le caisson. Cette opération terminée, le casque se referme et le skip remonte à 10m/s (puits II) ou 12m/s (puits III). L'ensemble de ces opérations est automatisée et est contrôlé par le treuilliste de chaque puits et les chargeurs des salles de chargement dont le rôle est de veiller à la bonne marche des alimentateurs, des bandes et du casque et restent à l'affût de toute anomalie à même à entraver la bonne marche du circuit d'extraction.

Notons que suite aux rudes conditions d'humidité, de corrosion et de fatigue les doseurs utilisés sont mis à rude épreuve et cesse de fonctionner efficacement au bout de quelques mois. C'est pour cela qu'il a été décidé que le niveau de chargement de la trémie sur laquelle décharge la bande finale du fond est assuré visuellement par les chargeurs.

Une fois le skip arrivé au jour et au cours de la phase finale de sa montée, deux galets installés sur les bords du casque suivent un chemin bien déterminé pour garantir l'ouverture de ce dernier et ainsi le déchargement de la cargaison du caisson qui se fait dans une trémie. La durée moyenne d'un aller retour du skip y compris chargement dans la salle et déchargement dans la trémie jour est de six minutes.

Pour déverser le minerai désormais présent dans la trémie, on a recourt cette fois à un alimentateur vibrant. La fréquence de vibrations est réglée selon la nature du minerai : s'il est humide il est conseillé d'utiliser une fréquence élevée et si il est sec une fréquence moins élevée est plus appropriée. Un convoyeur transporte la cargaison vers deux trémies pour séparer le minerai du stérile. Ce dernier termine son chemin sur place ou il est transporté par camions vers des aires de stockage à l'air libre tandis que le minerai continue son chemin à travers un autre convoyeur vers la station de concassage.

Le minerai traverse d'abord un crible vibrant pour ne faire acheminer au concasseur que les blocs les plus imposants. Le concasseur se compose d'une mâchoire fixe et une mâchoire mobile, cette dernière grâce à des mouvements de va et vient assurés par un moteur permet la réduction de la taille des blocs. Le minerai est ensuite acheminé via un convoyeur vers les silos de stockages avant d'être récupéré par des camions et être transporté vers le site de Guemassa pour la suite du traitement.

### III. Analyse fonctionnelle :

Avant d'entamer l'analyse AMDEC, il est nécessaire d'effectuer une analyse fonctionnelle (bête à cornes et diagramme pieuvre) pour saisir le fonctionnement et éclater toutes les composantes du système.

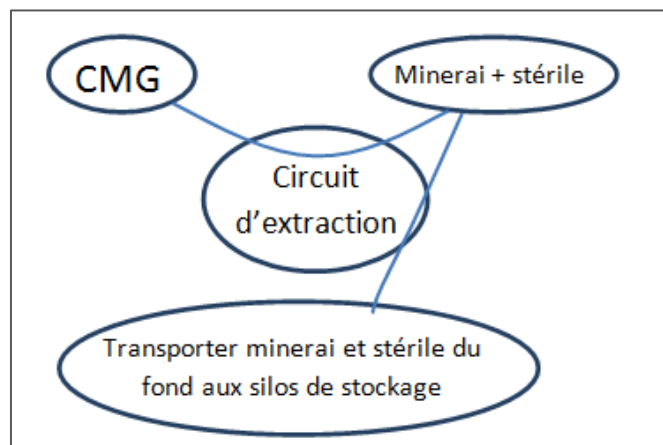
#### 1. Bête à cornes :

##### ✗ Circuit d'extraction :

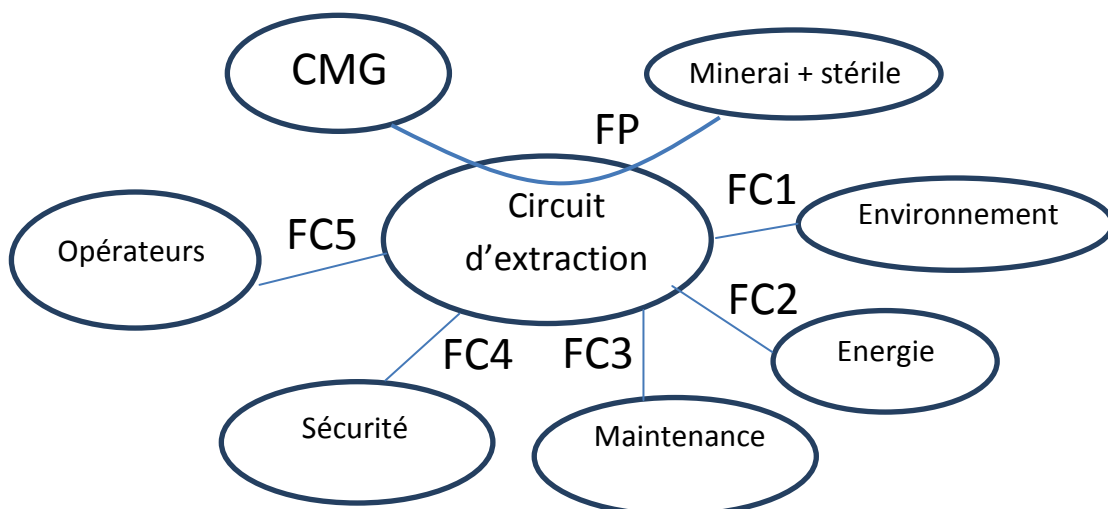
Le circuit d'extraction est l'artère principale qui draine le minerai/stérile du fond de la mine vers le jour et par la suite vers les silos de stockage. Tout au long de ce circuit d'environ 1300m, le minerai/stérile passe par plusieurs étapes afin avant d'être acheminé vers sa destination finale.

Nous reviendrons par la suite sur les détails des diverses composantes qui entrent en jeu dans ce circuit.

En ce qui concerne les bêtes à cornes de la salle de chargement, de la machine d'extraction et du circuit de concassage, ils ont été reportés en annexe.



#### 2. Diagramme pieuvre :





---

Réf	Fonction
FP	Transporter minerais et stérile du fond aux silos de stockage
FC1	Respecter les normes environnementales
FC2	Fournir l'énergie suffisante
FC3	Veiller sur le bon fonctionnement du circuit
FC4	Respecter les normes de sécurité
FC5	Avoir des opérateurs compétents

---

Il est désormais clair que la fonction principale de la chaîne d'extraction est d'agir sur le minerai/stérile pour rendre service à la CMG et assurer de la sorte la pérennité de la production. Mais, comme tout système, la chaîne d'extraction est soumise à des contraintes externes qui régissent son fonctionnement dans le respect des normes et des lois imposées.

Actuellement, les normes de qualité, sécurité et environnement sont des standards que toute entreprise qui se respecte s'engage à respecter. Managem n'en fait pas l'exception pour fournir à ses clients des produits d'une grande qualité tout en faisant de la sécurité une priorité absolue.

La maintenabilité des diverses composantes de la chaîne d'extraction est aussi un point primordial. En effet, nul besoin de chercher dans la complexité pour obtenir les résultats escomptés. Des assemblages et éléments simples maîtrisés par les opérateurs est aussi une clé pour le succès de l'entreprise.

### 3. Décomposition fonctionnelle :

L'analyse fonctionnelle étant un premier tremplin facilitant la bonne compréhension du système, nous nous intéresserons maintenant à la décomposition fonctionnelle de la chaîne d'extraction. Vu sa taille et le grand nombre de système qui la constitue, nous avons décidé de la diviser en trois grands ensembles : salle de chargement, machine d'extraction et circuit de concassage. Chaque ensemble étant à son tour subdivisé en sous ensemble, élément et sous élément ce qui nous permettra de mieux cerner les parties critiques nécessitant notre attention.

Machine d'extraction :

Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	
Circuit d'extraction	Skip	caisse	Casque	
			Blindages	
			Galets	
		Cage	Blindages	
				Porte
	Contre poids	Contre poids	Contre poids	
	Cables	Cables d'extraction	Cables Ø 30 (1000m)	
			système d'attelage	
		Cables de guidage	Cables Ø 42 (730m)	
			Mains de guidage	
	Poulies	Cable Plat	Cable Ø 130*29 (730m)	
			système d'attelage	
		Poulie Koepe	Freins	
	Gorges			
	Roulements			
	Molettes jour	Gorges		
Roulements				
bois rond	bois rond			
Motoréducteur	Moteur	Moteur		
	Réducteur	Réducteur		
		Centrale hydraulique		
		Accouplement		
Centrale hydraulique	Centrale hydraulique	Centrale hydraulique		

La décomposition fonctionnelle de la salle de chargement et du circuit de concassage est à l'annexe.

#### IV. Hierarchisation des défaillances :

Afin d'établir des bases communes entre tous les éléments de la chaîne d'extraction, nous proposons d'établir des indices de gravité, fréquence et détection comme illustré dans les tableaux suivants.

##### 1. Indice de gravité :

	Note	*****	Critère de sélection	TI
Gravité	1	Mineur	Défaillance mineur, aucune dégradation des matériels	<20h
	2	Moyenne	Défaillance moyenne nécessitant une remise en état à courte durée	20h<TI<40h
	3	Majeur	Défaillance majeure nécessitant une intervention à longue durée	40h<TI<80h
	4	Catastrophique	Défaillance grave	TI>80h
	5	Sécurité du personnel	Défaillance pouvant toucher la sécurité du personnel	-

En se basant sur l'analyse d'indisponibilité qui va suivre, l'indice gravité sera déterminé pour chaque sous élément.

2. Indice de fréquence :

	Note	*****	Critère de sélection	Fréquence
<b>Fréquence</b>	1	Pratiquement inexistant	Défaillance inexistante	minimum 1 fois par an
	2	Rare	Défaillance rarement apparue	minimum 1 fois par 6 mois
	3	Occasionnel	Défaillance occasionnellement apparue	minimum 1 fois par mois
	4	Fréquent	Défaillance fréquent	minimum 1 fois par semaine

L'indice de fréquence est déterminé selon l'historique des pannes et l'expérience des opérateurs.

3. Indice de détection :

	Note	*****	Critère de sélection
<b>Détection</b>	1	Détection totale	Les dispositions prises permettent la détection totale du mode de défaillance
	2	Détection exploitable	Les dispositions prises permettent la détection du mode de défaillance mais le risque de ne pas être perçu existe
	3	Détection faible	La mode de défaillance est difficilement décelable ou les éléments de détection sont peu exploitables
	4	Sans détection	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise

L'indice de détection est quant à lui déterminé selon l'expérience des opérateurs et notre propre expertise.

C'est le produit de ces trois indices qui déterminera l'indice de criticité de chaque sous élément par la suite.

V. Analyse d'indisponibilité :

Toujours en vue d'accomplir l'analyse AMDEC, l'analyse d'indisponibilité est l'étape qui permettra de déterminer l'indice d'indisponibilité de chaque sous élément. Nous avons effectués cette analyse en nous basant sur les historiques des pannes et le retour d'expérience des opérateurs sur place.



Afin d'éviter des arrêts de production, les opérations de maintenance préventive sont effectuées en temps masqué lorsqu'il n'y a pas de minerai/stérile à transporter. De plus, l'organisation de la mine permet le stockage du minerai/stérile dans les cheminées si besoin il y a d'intervention sur un élément de la salle de chargement. D'autant plus, vu le nombre de silos fond existants, il est possible d'en arrêter un le cas échéant et transférer les opérations qu'il effectuer vers un autre silo si nécessaire.

Néanmoins, tous les éléments ne sont pas aussi flexibles en terme d'arrêt comme pour les silos des salles de chargement. En effet, une déchirure de la bande d'un convoyeur (jour ou fond) ou un dysfonctionnement du skip entraînent un arrêt systématique de la chaîne d'extraction et pénalisent sur le champ la production.

### 1. Tableau d'indisponibilité pour puits II :

Circuit de chargement	Silo	Motoréducteur	Moteur	0	0	44	192	14%
			Réducteur	0				
			Support	0				
			Bielle-manivelle	0				
		Goulotte	Dalle	10	14			
			Boulons de fixation	4				
			Coquille	0				
			Charpente	0				
		Alimentateur	Tiroir	0	30			
			Blindages	20				
	Galets		10					
	Rails		0					
			0					
	Circuit de transport	Convoyeurs	Moteur	0	92	92		
			Réducteur	0				
			Tambour de renvoi	12				
			Tambour moteur	8				
			Bande	50				
			Chevalets	10				
Rouleaux			12					
Doseur	Goulotte	Coquille	0	20	56			
		Blindages	20					
	Casque	Vérin O/F	10	36				
		vérin crochet	8					
		Casque	18					
Machine d'extraction	Skip	Caisse	Casque	6	70	76		
			Blindages	60				
		Galets	4					
	Contre poids	Contre poids	Contre poids	0	0	0		
	Cables	Cables d'extraction	Cables Ø 30 (1000m)	120	140	309		
			Système d'attelage	20				
		Cables de guidage	Cables Ø 42 (730m)	6	38			
			Mains de guidage	32				
		Cable Plat	Cable Ø 130*29 (730m)	107	131			
	Système d'attelage	24						
	Poulies	Poulie Koepe	Freins	8	80			
			Douves	12				
Roulements			60					
Molettes jour		Gorges	12	52				
		Roulements	40					

Voir tableaux en annexes.





## VI. Analyse de criticité :

Grace aux analyses précédemment effectuées, nous avons réussi à dresser le tableau de criticité de la chaîne d'extraction.

La criticité n'étant autre que le produit de l'indice de détection, d'occurrence et celui de gravité.

Opération	Mode de défaillance potentiel	Cause possible de défaillance	Evaluation		
			détection	occurrence	gravité
Le minerai est jeté dans la cheminée	La grille est bouchée	Bloc de grande taille	1	3	1
	La grille est cassée et obstrue le passage du minerai	Bloc de grande taille	1	1	2
	La cheminée est bouchée	Blocs de grande taille	1	1	2
Le minerai arrive à la trémie fond	Fissuration de la dalle	Charges excessives	3	1	1
		Infiltration d'eau	3	2	1
	La charpente est endommagée	Charges excessives	2	1	2
		Corrosion	2	2	2
		Fatigue	2	1	1
	Les boulons de fixation sont endommagés	Charges excessives	1	2	1
		Corrosion	1	2	1
		Fatigue	1	1	1
Les blindages de la trémie ou de l'alimentateur sont détériorés	Chocs consécutifs dus aux blocs	2	3	2	
L'alimentateur approvisionne le convoyeur	Disfonctionnement des galets	Usure	2	1	1
		Corrosion	1	1	1
	Déchirure de la bande	Charges excessives	1	3	3
		Blocs saillants	1	3	3
	Rupture des chevalets	Présence d'éléments métalliques	1	1	3
		Charges excessives	1	2	2
Transport du minerai par convoyeur	Disfonctionnement des rouleaux	Choc brutal	1	1	1
		Usure	2	1	2
	Rupture des chevalets	Corrosion	1	1	1
		Charges excessives	1	2	2
	Le tambour moteur n'entraîne pas le tambour de renvoi	Choc brutal	1	1	1
		Usure de la surface de contact entre la bande et le tambour moteur	1	1	1

Voir tableaux en annexes.

Après avoir dressé le tableau de criticité, il a fallu fixer un seuil pour lequel tous les éléments le dépassant doivent être traité. Avec le responsable maintenance du site, nous avons décidé de fixer ce seuil à 8.

On retrouve encore une fois que les problèmes qui ont été dégagés à partir de l'analyse d'indisponibilité réapparaissent; en l'occurrence la déchirure des bandes des convoyeurs, la rupture des câbles et l'usure des blindages.

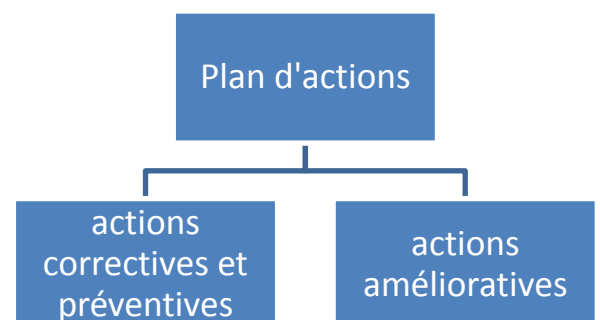
Le tableau ci-dessous résume tous les modes de défaillances dépassant le seuil de criticité fixé.

Modes de défaillance	criticité
<b>Détérioration des blindages de la trémie minerai</b>	12
<b>Déchirure de la bande des convoyeurs jour</b>	12
<b>Les blindages de la trémie fond sont détériorés</b>	12
<b>Rupture d'un câble d'extraction</b>	10
<b>Rupture d'un câble plat</b>	10
<b>Rupture d'un câble de guidage</b>	10
<b>Usure des douves du poulie Koepe et des molette</b>	10
<b>Déchirure de la bande des convoyeurs jour</b>	9
<b>Endommagement des blindages de la caisse du skip</b>	9

Afin de diminuer la criticité des modes de défaillances ci-dessus, nous proposons un plan d'action sous forme d'actions correctives, préventif et amélioratives. En plus d'agir sur la criticité, ce plan d'action permettra de diminuer les coûts de maintenance, d'améliorer la disponibilité tout en garantissant la sécurité du personnel.

## VII. Plan d'action :

Au niveau du plan d'action, nous allons tout d'abord proposer des actions correctives et préventives afin d'améliorer la disponibilité et diminuer les coûts de maintenance tout en veillant au respect des normes de sécurité pour garantir la sécurité du personnel. Toutefois, dans une optique d'optimisation des paramètres précédemment cités, nous proposerons en second lieu des actions amélioratives pour pallier aux problèmes majeurs que rencontre la chaîne d'extraction.



1. Actions correctives et préventives :

Sous élément	Cause de défaillance	Actions préventives
<b>Blindage de la trémie fond et l'alimentateur.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Chute des blocs de grande taille</li> <li>✗ Conception des cheminées</li> <li>✗ Surcharge de la trémie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Contrôle régulier des blindages</li> <li>✗ Maintenir un niveau constant du remplissage des cheminées</li> </ul>
<b>Blindage de la trémie jour</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Chute des blocs de grande taille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Contrôle régulier des blindages</li> <li>✗ Contrôle visuel par un opérateur au niveau du convoyeur alimentant la trémie minerai pour éliminer des blocs susceptibles de détériorer les blindages</li> </ul>
<b>Bande du convoyeur jour</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Présence d'éléments indésirables causant la déchirure de la bande</li> <li>✗ Bloc aigu pouvant déchirer la bande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Présence d'un opérateur au niveau du convoyeur pour éliminer tout élément pouvant causer la déchirure de la bande</li> </ul>
<b>Câble d'extraction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Fatigue</li> <li>✗ Choc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Contrôle bi hebdomadaire après une année de mise en service</li> <li>✗ Veiller au respect des normes de sécurité par l'ensemble du personnel</li> </ul>
<b>Câble de guidage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Graissage non effectué</li> <li>✗ Choc</li> <li>✗ Corrosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Respect du plan de graissage.</li> <li>✗ Veiller au respect des normes de sécurité par l'ensemble du personnel</li> <li>✗ Contrôle de l'état de corrosion des câbles</li> </ul>
<b>Câble plat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Graissage non effectué</li> <li>✗ Fatigue</li> <li>✗ Choc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Contrôle bi hebdomadaire après une année de mise en service</li> <li>✗ Respect du plan de graissage</li> <li>✗ Veiller au respect des normes de sécurité par l'ensemble du personnel</li> <li>✗ Contrôle de l'état du bois rond (Puits II)</li> </ul>

<b>Douves des molettes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Usure avancée</li> <li>✗ Cassure due à un mouvement accéléré du câble.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Contrôle régulier des douves</li> <li>✗ Changement en cas de détérioration</li> </ul>
<b>Bande du convoyeur fond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Présence d'éléments indésirable causant la déchirure de la bande</li> <li>✗ Bloc aigu pouvant déchirer la bande</li> <li>✗ Chute des blocs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Présence d'un opérateur au niveau du convoyeur pour éliminer tout élément pouvant causer la déchirure de la bande</li> </ul>
<b>Blindage du la caisse du skip</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Chute de blocs de grande taille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Contrôle régulier des blindages</li> <li>✗ Présence d'un opérateur au niveau du doseur pour éliminer tout élément pouvant causer la détérioration des blindages</li> </ul>

## 2. Actions amélioratives :

Le tableau ci-dessous présente les problèmes les plus pertinents rencontrés et donne les solutions amélioratives que l'on propose pour y remédier. Ces solutions seront traitées en détail un peu plus loin.

<b>Problème</b>	<b>Solution</b>	<b>Gain</b>
<b>Changement avancé des câbles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Mise en place d'un système de graissage</li> <li>▣ Mise en place d'un système de contrôle des câbles par ultrasons pour détecter les brins brisés</li> <li>▣ Veiller à la sensibilisation et au respect des normes de sécurité par l'ensemble du personnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Graissage parfait des câbles de guidage et du câble plat avec une quantité réduite de lubrifiant</li> <li>▣ Augmentation de la disponibilité</li> <li>▣ Augmentation de la durée de vie</li> <li>▣ Réduire considérablement les risques d'accidents</li> </ul>
<b>Usure des blindages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Changement du matériau utilisé</li> <li>▣ Redimensionnement des cheminées</li> <li>▣ Concassage primaire dans la salle de chargement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Réduire les couts liés aux changements répétés des blindages</li> <li>▣ Augmentation de la disponibilité</li> </ul>
<b>Corrosion des éléments en contact permanent avec le milieu humide</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Peindre les trémies des salles de chargement avec une peinture anti corrosion</li> <li>▣ Graissage des rouleaux des convoyeurs et des roulements des alimentateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Augmentation de la durée de vie des éléments traités</li> <li>▣ Préservation des installations</li> <li>▣ Minimiser la corrosion</li> </ul>

Dans la suite, nous allons nous intéresser de plus près aux câbles d'extraction. Les solutions de protection et de contrôle de ces derniers seront développées dans le chapitre suivant.

---

[Mycours.com](https://www.mycours.com)



---

## **Chapitre IV : Optimisation de la disponibilité et réduction des coûts de maintenance des câbles :**

Les machines d'extraction disposent de trois types de câbles :

- Des câbles de guidage qui sont au nombre de 6 (4 pour le skip et 2 pour le contre poids). Ces câbles permettent le guidage et la stabilité du skip et du contre poids lors des déplacements. Ils sont les moins sollicités mais ils sont tout aussi affectés par la corrosion que les autres câbles ce qui diminue leur durée de vie (de 10 ans à 7 ans).
- Des câbles plats (ou câbles d'équilibre). Le puits II dispose d'un seul tandis que le puits III dispose de 2. Ce câble a pour rôle d'équilibrer la masse de la machine d'extraction selon le principe de Koepe. Ces câbles sont normalement prévus pour fonctionner durant 5 années mais vu la dégradation accélérée de leur état à cause de la corrosion et de la poussière présente au fond des puits leur changement s'effectue chaque 2 années.
- Des câbles porteurs ou dits câbles d'extraction : ils sont au nombre de 4 sur chaque machine et ont pour rôle le maintien et le support du skip et du contre poids. Ces câbles sont le problème majeur des machines d'extraction à la mine de Draa Sfar. Les normes dictent que ces câbles doivent être changés chaque 2 ans vu qu'ils servent non pas seulement au transport du minerai mais aussi au transport du personnel. Néanmoins, ils ne dépassent guère les 18 mois à Draa Sfar vu les conditions sévères de corrosion et à des incidents de rupture de certains câbles d'extraction préalablement survenus.

Tous ces câbles sont sujets à une maintenance systématique et nous allons intervenir dans ce sens pour passer à une maintenance conditionnelle afin d'optimiser leur durée de vie et ainsi diminuer les coûts directs et indirects liés à leur changement prématuré.

### **I. Problématique**

Le changement avancé des différents types de câbles de la machine d'extraction entraîne des pertes énormes au niveau de la production et des coûts d'acquisition (voir paragraphe suivant).

Pour remédier à ce problème, il est primordial de proposer des solutions de protection et de contrôle afin de changer le type de maintenance adopté et d'essayer d'augmenter au maximum la durée de vie de chaque câble pour atteindre leur durée de vie nominale.

La corrosion étant le principal ennemi entravant cette démarche, nous allons proposer des solutions à même à protéger les câbles pour augmenter leur durée de vie.

## II. Calcul des pertes

Cette étude sera basée sur une période de 10 ans. Elle portera sur les durées d'arrêt entraînées par les changements consécutifs des câbles ainsi que sur les pertes effectives en production et en couts générées par ces changements.

Cable	Durée de vie	Durée de vie	Temps d'arrêts par	Nombre de changemen	Pertes en production		Pertes en acquisition
					PII	PIII	
Porteur	2	1.5	4	6	3 200	3 600	314
Plat	5	2	2	5	4 800	5 400	4 895
Guidage	10	7	2	1	-	-	-
				Total	8 000	9 000	5 209
					17000		

Prix au mètre des câbles :

- Câble porteur : 157dh/m
- Câble plat : 766dh/m
- Câble de guidage : 347dh/m

La production quotidienne moyenne de la mine de Draa Sfar est de 1700T répartie comme suit :

- 800T de minerai extrait du puits II
- 900T de minerai extrait du puits III

Suite à cette analyse, on constate des pertes colossales qui affectent non seulement la production (pertes en tonnage pouvant être extrait qu'on estime de l'ordre de 17000T en 10 ans) mais aussi en couts d'acquisition (plus de 5 millions de dirhams investis à cause des changements avancés des câbles).

Outre le câble de guidage qui semble ne pas pénaliser conséquemment en termes de production perdue et d'investissements, il est crucial de trouver des moyens pour optimiser la durée des câbles en service.

## III. Câbles d'extraction (porteur)

### 1. Donnée technique :

Fabricant	PFEIFER DRAKO
Diamètre	30mm
Longueur	840 m – 1500 m
Poids par unité de longueur	5.34kg/m
Charge effective de rupture du câble	670kN
Type de construction et genre d'âme	Ame en textile
Nombre de torons	6
Nombre de fils par toron	19

### 2. Analyse primaire des câbles porteurs :

La rupture d'un câble d'extraction est considérée comme étant un accident extrêmement grave. En effet, un accident pareil est susceptible d'endommager les différentes composantes de la machine d'extraction et peut induire des pertes humaines.

Pour éviter un tel accident et par mesure de prévention, l'entreprise fait appel à une maintenance systématique qui consiste en un changement avancé des câbles porteurs et ce après une année et demi de leur mise en service au lieu des deux années prévues par les normes.

L'objectif qui nous a été fixé est de migrer d'une maintenance systématique vers une maintenance conditionnelle. Pour ce faire, il est primordial de bien saisir les différentes causes pouvant entraîner la rupture ou la dégradation de ces câbles.

Compte tenu de l'environnement humide des puits, les câbles sont affectés par la corrosion. Cette dernière accélère considérablement leur dégradation et donne lieu à une probabilité de rupture plus élevée.

Néanmoins, la corrosion n'est pas l'unique élément qui affecte la probabilité de rupture des câbles puisque la fatigue peut elle aussi engendrer un tel scénario.

Cela dit, les causes majeures qui entraînent la rupture des câbles porteurs sont la corrosion et la fatigue.

### 3. Analyse technique du câble porteur :

Un câble d'extraction doit être remplacé si :

- a) la force a diminué de 90 % de la charge effective de rupture précisée au certificat du fabricant.
- b) l'allongement d'une patte d'essai a diminué à moins de 60 % de l'allongement précisé au certificat du fabricant au moment d'un essai de rupture destructif.
- c) le nombre de fils cassés dans un segment du câble égal à la longueur d'un pas de toron dépasse six.

d) des signes importants de corrosion ou de détérioration se manifestent à la couronne d'un toron.

e) le taux d'allongement du câble d'extraction commence à montrer un accroissement important par rapport à l'allongement normal constaté pendant son utilisation.

#### 4. Méthodes de protection et de contrôle :

##### i. Corrosion :

Les câbles d'extraction sont fabriqués à partir d'un matériau résistant à la corrosion qui est l'acier galvanisé. Les câbles sont donc protégés de la corrosion par une protection anodique. Mais vu l'environnement hostile de la mine, en l'occurrence la présence du chlorure, la protection anodique des câbles n'est plus adaptée. Une lubrification est nécessaire afin de diminuer la vitesse de corrosion.

Il existe un lubrifiant spécial pour les câbles « *Dynagard Blue Environmental Wire Rope Lubricant* » mais il ne faut surtout pas l'utiliser avec trop d'enthousiasme. La lubrification d'un seul câble chaque semaine est largement suffisante.

Et suite aux recherches que nous avons effectuées, nous avons réussi à trouver un système de lubrification automatisé au nom de « *Kirkpatrick Wire Rope Lubrication System* ».

En utilisant ce système, le câble traité peut être nettoyé et lubrifié. En effet, grâce à un décapant, le câble est débarrassé des dépôts de produits et des gravillons et en même temps un gicleur intégré dans le système se charge de lubrifier uniformément la surface nettoyée du câble ainsi que son intérieur. Le système possède trois sorties :

- La première permet d'injecter le lubrifiant sous pression à la surface du câble.
- La seconde amène de l'air sous pression afin de permettre au lubrifiant précédemment injecté de pénétrer totalement à l'intérieur du câble et de graisser son âme.
- La troisième permet de lubrifier la surface du câble.

Cette méthode de lubrification nous permettra de :

- Protéger les câbles contre la corrosion.
- Lutter contre l'usure par frottement entre les brins des câbles.
- Diminuer les coûts de main d'œuvre et augmenter la sécurité liés à ces opérations.
- Optimiser la quantité de lubrifiant utilisé.
- Augmenter la durée de vie des câbles.

Des mesures de contrôle restent toutefois de rigueur. Pour cela, nous proposons de mesurer régulièrement (mensuellement) le diamètre du câble et de contrôler son âme.

##### ii. Fatigue :

Vu qu'il est impossible d'effectuer des contrôles destructifs sur le câble, on se contentera d'effectuer des contrôles non destructifs. Pour cela, il existe deux contrôles adaptés :

- Contrôle de l'allongement des câbles :

Pour bien reconnaître la fin de vie d'un câble, il est intéressant de tracer un graphique de l'allongement cumulé du câble en fonction du temps. Normalement, la courbe obtenue montre un allongement assez rapide dans les premières étapes de son utilisation. Ce phénomène est surtout attribuable au rajustement et est nommé allongement de construction.

Durant l'étape suivante, on remarquera un allongement moindre et régulier, il est dû à un faible allongement de construction et à un allongement engendré par la fatigue qui se traduit par des craquelures. Celles-ci se multiplient avec le temps, et le câble atteint éventuellement la troisième et dernière étape où la courbe d'allongement s'accroît rapidement. Il faut alors procéder à son changement.

Ce contrôle est néanmoins nécessaire mais il ne peut être un indice de changement du câble vu que le phénomène d'allongement significatif dépasse deux ans en général pour se manifester alors que les normes exigent un changement de ces câbles toutes les deux années.

- Contrôle magnétique par courant de Foucault

Pour effectuer ce contrôle, il faut d'abord procéder à la magnétisation des câbles jusqu'à ce qu'ils soient magnétiquement saturés. Après, et à l'aide d'un appareillage adapté, on déterminera les fuites de champs causés par les brins cassés.

#### IV. Câbles plats (d'équilibre)

##### 1. Données techniques :

Fabricant	PFEIFER DRAKO
Dimensions	130×29 mm <sup>2</sup>
Longueur	740 m - 1400m
Poids par unité de longueur	10.89 Kg/m
Charge effective de rupture du câble	1430 KN

##### 2. Analyse primaire des câbles plats :

La rupture du câble plat est elle aussi considérée comme étant un accident grave. Pour l'éviter, l'entreprise utilise une maintenance systématique qui consiste à un changement de ces câbles après deux années d'utilisation au lieu des 5 ans prévues par le constructeur.

Une fois encore, l'objectif qui nous a été fixé est de migrer d'une maintenance systématique vers une maintenance conditionnelle. Pour ce faire, il est primordial de bien saisir les différentes causes pouvant entraîner la rupture ou la dégradation de ces câbles.



---

Compte tenu de l'environnement humide des puits, les câbles sont affectés par la corrosion. Cette dernière accélère considérablement leur dégradation et donne lieu à une probabilité de rupture plus élevée. La poussière présente dans le fond des puits cause elle aussi la détérioration de ces câbles.

### 3. Analyse technique du câble plat :

Un câble plat doit être remplacé si :

- a) la force a diminué de 85 % de la charge effective de rupture précisée au certificat du fabricant.
- b) des signes importants de corrosion ou de détérioration se manifestent sur les fils qui composent le câble.
- c) une déformation, même petite, peut mener à la détérioration du câble car elle constitue une concentration de contrainte et donc un inhibiteur de fatigue d'usure des fils constituant le câble, elle facilite aussi l'infiltration de l'eau et d'humidité qui mène à une corrosion rapide et donc à une détérioration précoce.

### 4. Méthodes de protection et de contrôle :

#### i. Corrosion :

Pour diminuer l'effet de la corrosion une lubrification est obligatoire. Cette lubrification doit se faire une fois par mois et le lubrifiant doit en principe pouvoir pénétrer dans le câble. L'utilisation d'une huile trop lourde sur un câble sale et humide ne fait qu'y emprisonner l'humidité. Cela ne constitue pas une bonne protection. L'huile idéale est de consistance légère, possède une bonne pénétration et la propriété de demeurer visqueuse. L'application par gicleur s'avère la meilleure méthode de lubrification car elle offre une meilleure pénétration et tend à nettoyer la surface du câble.

#### ii. Contrôle de la boucle du fond :

Afin d'éviter l'entortillement des câbles d'équilibre, un dispositif de contrôle de la boucle au fond du puits se révèle essentiel. Sa construction doit restreindre les mouvements latéraux des câbles sans diminuer les mouvements longitudinaux et nuire à leur action normale. Les diviseurs de câbles doivent être conçus de manière à éviter l'accumulation de tout matériau.

## V. Câbles de guidage :

Un essai électromagnétique est nécessaire 12 mois après la pose Des essais électromagnétiques devront être faits à tous les 6 mois par la suite. Si l'essai révèle une perte de section de 15 % ou plus, il devra être refait après 3 mois.

Comme dans les cas des autres câbles, il faut surveiller la lubrification, l'usure, la corrosion, etc. Il faut aussi porter une attention particulière au libre jeu du contrepoids (distance



séparant le skip du contre poids). Toute accumulation de matériaux pouvant nuire à l'action des contrepoids au fond du puits doit être éliminée immédiatement.

A noter qu'un bon graissage régulier des mains de guidage du skip et du contre poids s'avère nécessaire pour assurer le graissage complet des câbles de guidage et de ce fait assurer leur protection contre la corrosion.

## VI. Gains réalisés :

Suite à l'étude que nous avons effectué, les solutions que nous avons proposé concernant le câble d'extraction sont à même à prolonger sa durée de vie à 24 mois au bout de laquelle la réglementation impose son changement. Quant au câble plat, un graissage régulier par gicleur et un contrôle ordonné de la boucle fond permettront de prolonger sa durée de vie de 2 ans. Cela dit, les pertes qui ont été exposée au début de ce chapitre peuvent vraisemblablement être évités et, si l'entreprise est disposée à mettre en œuvre nos recommandations, nous estimons les gains qu'elle pourra réaliser comme suit :

Cable	Durée de vie prévue	Nombre de changements en 10 ans	Gains en production (Tonnes)	Gains en acquisition en 10 ans (KDH)
Porteur	2	5	6 800	314
Plat	4	2	10 200	4 895
		Total	17 000	5 209

En ce qui concerne les câbles de guidage, leur durée de vie actuelle est satisfaisante et il ne génère pas de grandes pertes. Toutefois, en adoptant les mesures que nous avons recommandé on estime que leur durée de vie peut encore être augmentée d'une année minimum.



# **Chapitre V :** **Gestion des pièces de rechange et des consommables**



---

## **Chapitre V : Gestion des pièces de rechange et des consommables**

### **I. Problématique :**

La gestion de stocks constitue un volet important pour les entreprises industrielles. Une production importante implique automatiquement un besoin en réapprovisionnement et une nécessité de gérer les stocks présents au sein du magasin. Une rupture de stock entraîne une paralysie immédiate de la chaîne de production tandis que le fait de garder de grandes quantités de matière première en stock génère des surcoûts en terme de possession et de maintien en stock.

Cela dit, il est nécessaire de trouver le bon compromis en terme de réapprovisionnement et de stock afin d'optimiser les coûts liés au magasin. Pour ce faire, nous avons choisi de traiter cette partie à l'aide de la méthode du point de réapprovisionnement.

Nous nous intéresserons aux consommables et aux pièces de rechanges utilisés dans la chaîne d'extraction. Et grâce à la méthode du point d'approvisionnement, nous déterminerons respectivement le stock de sécurité, le stock d'approvisionnement et la quantité économique à commander pour les pièces de rechange et les consommables de la chaîne d'extraction.

### **II. Rappels théoriques :**

La méthode du point de commande est une méthode de réapprovisionnement à Date variable et Quantité fixe. Elle consiste à définir, dans un concept de flux tiré et de juste à temps, le niveau de stock qui déclenche l'ordre d'achat, de façon à être livré juste au moment de l'utilisation de la dernière pièce.

Réservée il y a quelques années aux articles de classe A parce qu'elle requiert un suivi constant des niveaux de stocks, et leur ajustement en temps réel, elle peut être appliquée aujourd'hui à tout produit, grâce aux avancées des systèmes d'information.

Cette méthode permet d'éviter les ruptures de stock et est adaptée à une consommation partiellement irrégulière. Toutefois, elle impose un suivi permanent des stocks pouvant entraîner des frais administratifs importants et peut inciter à former des stocks de sécurité plus importants que le nécessaire.

#### **1. Quantité économique :**

C'est la quantité optimale pour chaque commande. Elle dépend de la quantité consommée durant une période, des coûts de possession en stock, de commande et du coût unitaire. Elle est donnée par la formule de Wilson :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot C_c}{C_u \cdot C_p}}$$

Avec :

- S la quantité totale sortie par an.
- $C_c$  le cout unitaire de commande qui a été déterminé à 50 dirhams par commande.
- $C_u$  le cout unitaire d'achat.
- $C_p$  le cout de possession en stock qui est de 20%.

## 2. Stock d'alerte – Stock de sécurité :

Une fois la quantité économique qui optimise l'approvisionnement trouvée, il faut connaître le stock qui déclenche la commande, c'est le stock d'alerte. Il est calculé par :

$$S_a = S_s + C_m \cdot d$$

Où  $S_a$  désigne le stock d'approvisionnement,  $C_m$  la consommation moyenne de l'article en question et  $d$  sa durée de livraison.

Le stock de sécurité est un stock dormant qui sert comme protection pour éviter les ruptures découlant des accélérations imprévues des consommations ou des retards de livraison. Le stock de sécurité est donné par la formule :

$$S_s = k \cdot \sigma_c \cdot \sqrt{d}$$

Où  $d$  désigne la durée de livraison,  $k$  le facteur de protection et  $\sigma_c$  l'écart type des consommations sur une période donnée.

La consommation obéissant à la loi de Gauss et en tenant en compte un risque de 5%, la table de la loi normale centrée réduite nous donne :

$$k=1.645$$

## 3. Démarche :

Pour mener à bien cette étude, nous nous baserons sur l'historique des consommations des 5 dernières années, nous allons ainsi déterminer la quantité économique de réapprovisionnement pour chaque article, son stock d'alerte ainsi que son stock de sécurité.

Ensuite, on procédera à une analyse Pareto pour faire ressortir les articles de classe A les plus couteux.

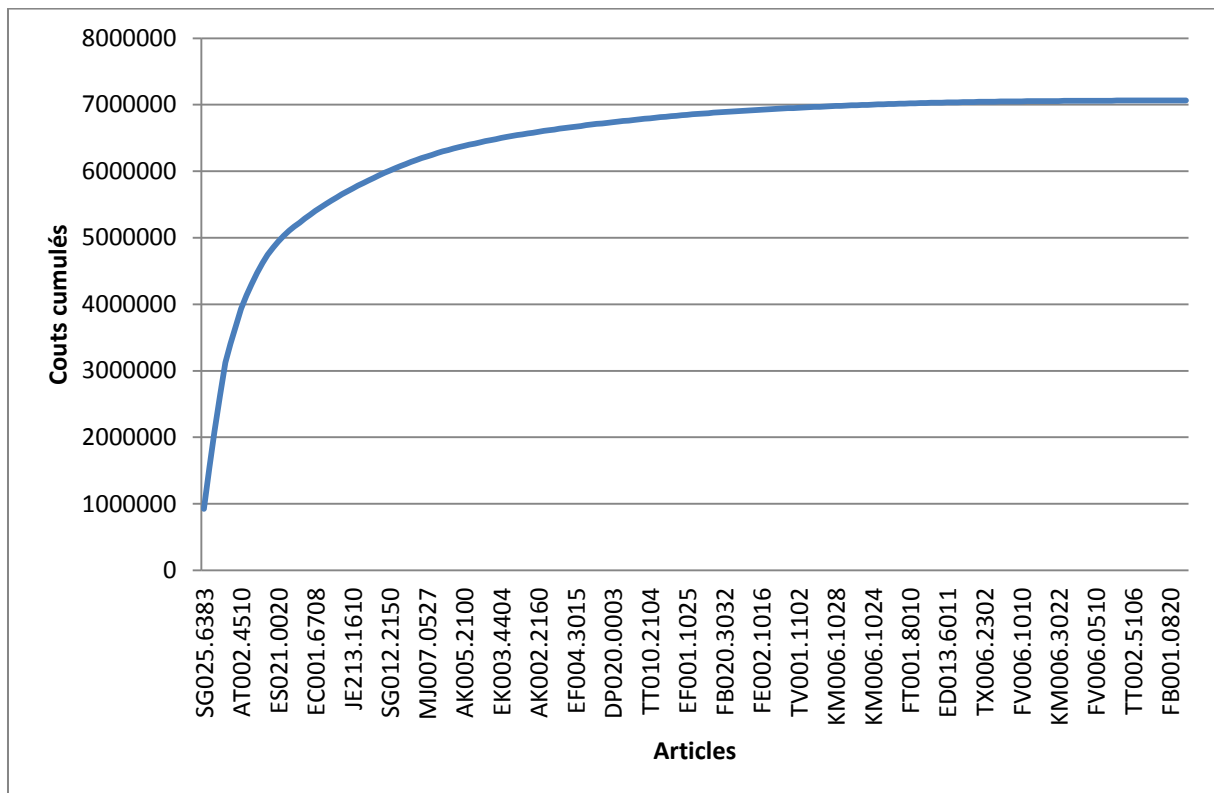
### III. Optimisation de la gestion du magasin :

En se basant sur l'historique des consommations des cinq dernières années qui nous a été fourni, nous avons pu calculer respectivement pour chaque article de la chaîne d'extraction la quantité économique d'approvisionnement, le stock d'alerte et le stock de sécurité.

Le tableau qui illustre les résultats trouvés a été reporté en annexes.

#### 1. Analyse Pareto :

Afin de dégager les articles les plus coûteux de la chaîne d'extraction, nous proposons le diagramme Pareto suivant :



Ce diagramme Pareto nous permet de dégager les articles de classe A qui sont représentés dans le tableau ci dessous :

Étiquettes	Designation	Qte	Cout unit	Cout	Pourcentage
SG025.6383	BANDE TRANS.DE 1200 3 PLIS CL.630 REV.8+3	1200	770,00	924 000,00	13,08
NH006.0120	GRAISSE THERMEX 1337 EP2 CONDAT	120	5 114,03	613 683,60	8,69
AT002.5015	TOLE CREUSABRO 4800 3000X1500X15	54	10 210,32	551 357,28	7,80
AT002.4210	TOLE CREUSABRO 4000 3000X1500X10 QUALITE R/P CREUSABRO 4800	75	7 020,00	526 500,00	7,45
AT002.4515	TOLE PRODUR DURSTEEL 410 3000X1500X15	40	12 636,00	505 440,00	7,15
EF003.4100	CABLE SOUPLE U1000 SC 12N 4X10	5020	56,57	283 965,34	4,02
AT002.1210	TOLE PLATE NOIRE E24 3000X1500X10	84	3 250,00	273 000,00	3,86
AT002.4510	TOLE PRODUR DURSTEEL 410 3000X1500X10	30	8 424,00	252 720,00	3,58
AT002.4520	TOLE PRODUR DURSTEEL 410 3000X1500X20	12	16 848,00	202 176,00	2,86
NH006.0127	GRAISSE PULGIR CONDAT	3780	45,00	170 100,00	2,41
SG025.4383	BANDE TRANS.DE 800 3 PLIS CL.630 REV.8+3	260	650,00	169 000,00	2,39
AT002.1102	TOLE PLATE NOIRE E24 2000X1000X2	620	235,20	145 824,00	2,06
AT002.1215	TOLE PLATE NOIRE E24 3000X1500X15	28	4 493,33	125 813,24	1,78
AK001.1080	CORNIERE 80X80X8 1ML=9.600 KG	1528	70,34	107 479,52	1,52
ES021.0020	DISJONCTEUR MOTEUR MTH 13-18A REF.GV2-M20 R/P REF.GV2ME20 TELEMECANIQUE	198	447,52	88 608,96	1,25
			Total	4 939 667,94	69,92

## 2. Analyse :

Lors de notre analyse, nous n'allons pas nous intéresser aux pièces électriques, à savoir le câble souple et le disjoncteur moteur.

A partir du tableau précédent, on remarque qu'il y a trois types de pièces qui coutent le plus cher en terme d'approvisionnement : les bandes des convoyeurs, les blindages des trémies et du skip et les différents types de graisse. Nous allons ainsi traiter ces trois catégories indépendamment.

### a. Bandes de transmission :

Les bandes de transmission utilisées pour les convoyeurs sont des bandes en caoutchouc à 3 plis. Le site de Draa Sfar en utilise deux types selon la largeur du convoyeur : 1200mm ou 800mm. Notons que le premier type est le plus utilisé.

L'analyse AMDEC que nous avons effectué dans le troisième chapitre à fait ressortir elle aussi la déchirure des bandes comme étant l'une des défaillances les plus critiques. Cette défaillance est essentiellement due à la taille des blocs, qui de par leur volume, endommagent les bandes à l'instant de leur chute des alimentateurs des trémies vers les convoyeurs.

Afin de traiter ce problème, nous proposons la mise en place d'un concassage primaire au niveau des salles de chargement. Le concasseur installé diminuera la taille des blocs

---

provenant des cheminées et de ce fait, nous estimons que la déchirure des bandes et donc leur changement sera diminué de 30%.

b. Tôles et cornières:

Les tôles ressortis par l'analyse Pareto sont toutes des tôles utilisées pour les différents types de blindages. Toutefois, on peut en distinguer deux types :

i. Tôles de projets et cornières:

Les trois tôles de type *PRODUR* et les cornières présentes dans le tableau précédent sont des tôles utilisées uniquement dans les projets. En effet, vu l'expansion que connaît la mine de Draa Sfar, augmentation de la capacité du puits III et mise en place du nouveau projet Draa Sfar Nord, nous ne traiterons pas ces tôles et les cornières lors de notre étude vu leur unique utilisation.

ii. Tôles de blindages :

Mise à part les tôles de type *PRODUR*, l'analyse Pareto a fait ressortir deux autres types de tôles : des tôles *CREUSABRO* et des tôles plates noires. Les premières, vu leurs qualités anti usure et anti abrasives, sont spécialement utilisées dans les blindages du caisson du skip. Quant aux tôles plates noires, elles sont utilisées dans les blindages des différentes trémies (jour et fond).

De plus, l'usure des blindages était un des problèmes soulevés lors de notre analyse AMDEC. Et pour remédier à cette usure accélérée, nous proposons une nouvelle fois la mise en place d'un concassage primaire au niveau des salles de chargement. Ce concassage permettra de diminuer l'usure des blindages vu la diminution considérable de la taille des blocs.

Néanmoins, ne pouvant pas installer un concasseur par trémie, ce dernier est placé en amont du doseur, donc les blindages des trémies fond subiront toujours la même usure. Pour ce faire, nous proposons de garder un niveau de chargement constant des trémies fond de telle sorte que lors de la chute des blocs des cheminées vers les trémies les blindages soient protégés par le minerai qui y est déjà présent.

Une fois ces propositions mises en œuvre, nous estimons une réduction de 40% de l'usure et du changement des blindages de type *CREUSABRO* et des tôles plates noires.

c. Graisses :

Enfin, le dernier élément ressorti par le tableau précédent est la graisse. On note la présence de deux types : une graisse de type *THERMEX* qui est utilisée pour les roulements des rouleaux des convoyeurs ainsi que pour les roulements des alimentateurs. Quant à la graisse

de type *CONDAT*, elle est essentiellement utilisée pour le graissage des molettes et des poulies.

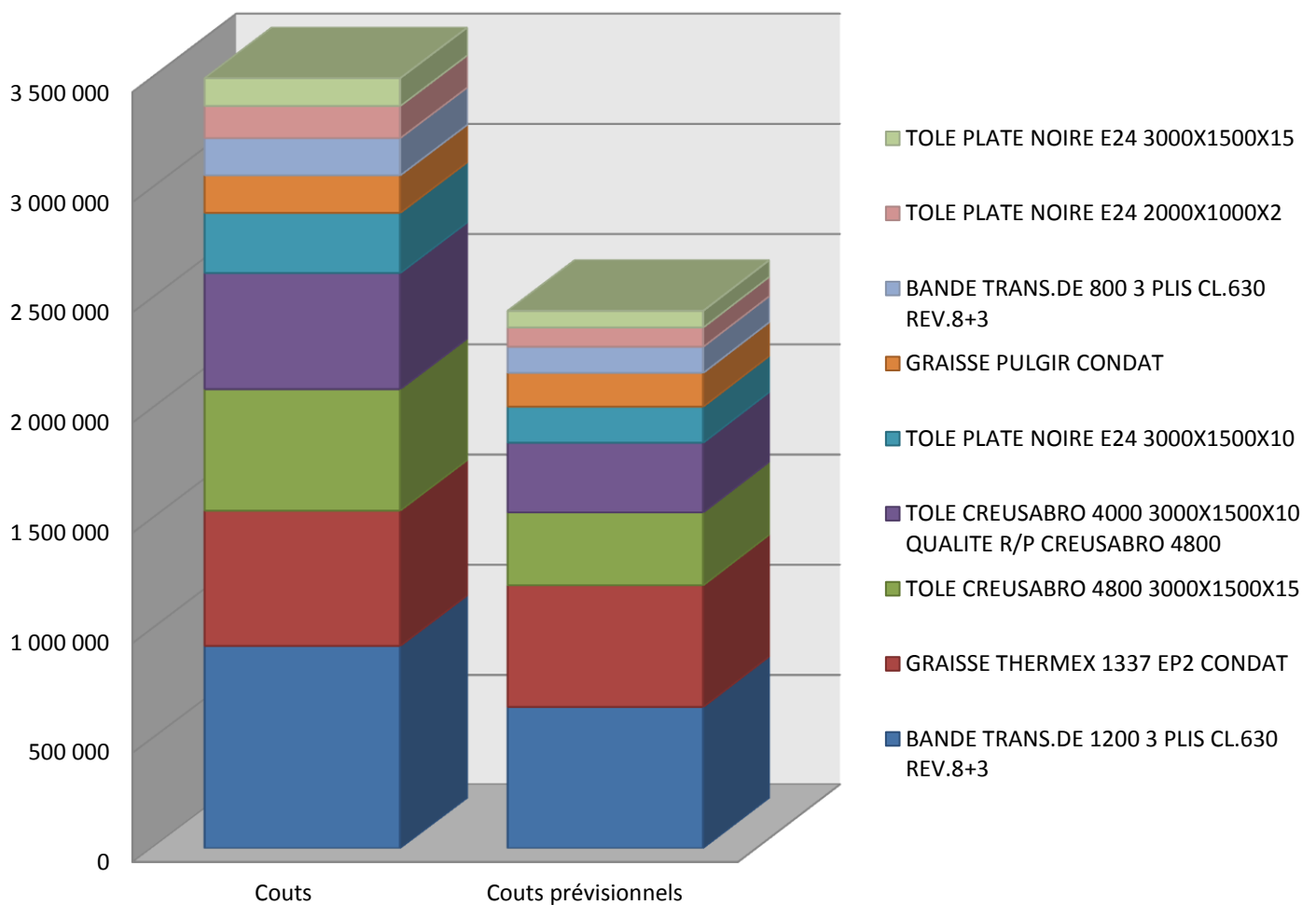
Afin de diminuer l'utilisation de la graisse, nous proposons un graissage automatique des différents organes nécessitant un tel traitement. Cette action permettra de réduire les coûts d'approvisionnement liés à la graisse de 10%.

### 3. Gains réalisés

Outre les pièces électriques, les tôles des projets et les cornières, les solutions proposées devront générer des économies de l'ordre de 1 Million dirhams durant les cinq années avenir. De plus, nous proposons un outil de gestion des approvisionnements et du stock ce qui permettra à l'entreprise de disposer d'une politique fiable en ce domaine.

Notons que nous n'avons pris en compte les durées d'indisponibilité (qui affecte directement le tonnage extrait) qui seront gagnées de par cette analyse ainsi que les coûts indirects.

Le tableau et le graphe ci-dessous illustrent les gains réalisés pour les différentes pièces et types de consommables traités plus haut.





Étiquettes	Designation	Qte	Cout unit	Cout	Qté prévisionnelle	Cout prévisionnel
SG025.6383	BANDE TRANS.DE 1200 3 PLIS CL.630	1200	770,00	924 000	840	646 800
NH006.0120	GRAISSE THERMEX 1337 EP2 CONDAT	120	5 114,03	613 684	108	552 315
AT002.5015	TOLE CREUSABRO 4800 3000X1500X15	54	10 210,32	551 357	32	330 814
AT002.4210	TOLE CREUSABRO 4000 3000X1500X10	75	7 020,00	526 500	45	315 900
AT002.1210	TOLE PLATE NOIRE E24 3000X1500X10	84	3 250,00	273 000	50	163 800
NH006.0127	GRAISSE PULGIR CONDAT	3780	45,00	170 100	3402	153 090
SG025.4383	BANDE TRANS.DE 800 3 PLIS CL.630 REV.8+3	260	650,00	169 000	182	118 300
AT002.1102	TOLE PLATE NOIRE E24 2000X1000X2	620	235,20	145 824	372	87 494
AT002.1215	TOLE PLATE NOIRE E24 3000X1500X15	28	4 493,33	125 813	17	75 488
			Total	3 499 278		2 444 002

De plus, la nouvelle organisation en terme de politique de réapprovisionnement et de stock pour ces pièces est comme suit :

Étiquettes	Designation	Qte	Ss	Sa	Qté éco
SG025.6383	BANDE TRANS.DE 1200 3 PLIS CL.630 REV.8+3	840	294	307	23
NH006.0120	GRAISSE THERMEX 1337 EP2 CONDAT	108	8	9	3
AT002.5015	TOLE CREUSABRO 4800 3000X1500X15	32	10	11	1
AT002.4210	TOLE CREUSABRO 4000 3000X1500X10 QUALITE R/P CREUSABRO 4800	45	14	14	2
AT002.1210	TOLE PLATE NOIRE E24 3000X1500X10	50	12	12	3
NH006.0127	GRAISSE PULGIR CONDAT	3402	312	345	194
SG025.4383	BANDE TRANS.DE 800 3 PLIS CL.630 REV.8+3	182	282	286	12
AT002.1102	TOLE PLATE NOIRE E24 2000X1000X2	372	192	194	28



#### 4. Pièces de sécurité

La pièces de rechange que nous avons traité dans notre étude n'incluaient pas les pièces de sécurité, à savoir par exemple des câbles d'extraction et des câbles plats pour chaque puits (imposé par la loi), des rails de guidage, un kit de vérin pour les casques etc.

En effet, si l'une de ces pièces tombe en panne ou est détériorée et que l'entreprise n'en dispose pas en stock cela créerait un arrêt total de la machine ou de l'élément dont cette pièce fait partie et pourrait même amener à l'arrêt de toute la chaîne de production. De plus, nombre de ces pièces nécessite de grandes durées de livraison pouvant même dépasser les 6 mois, en disposer en stock s'avère alors nécessaire.

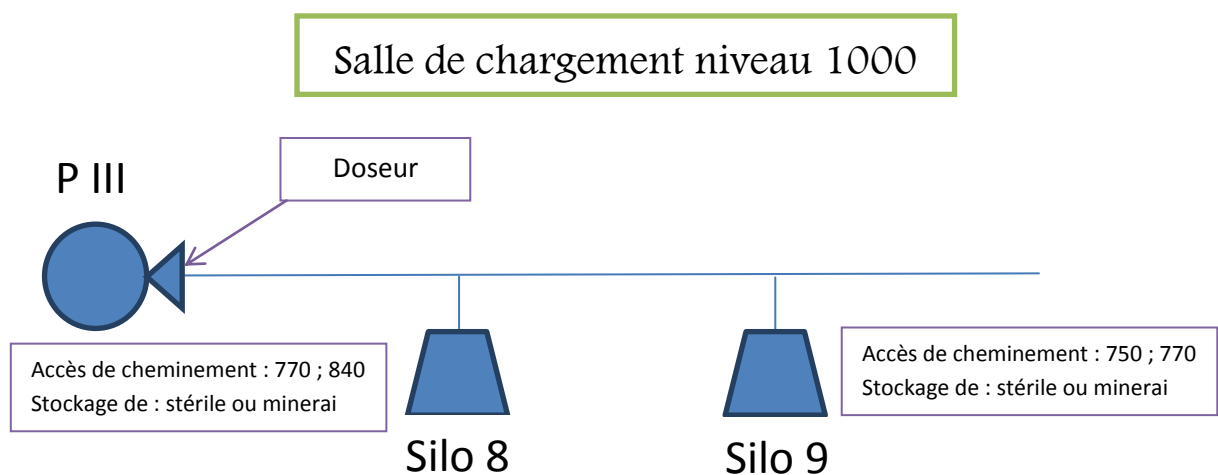
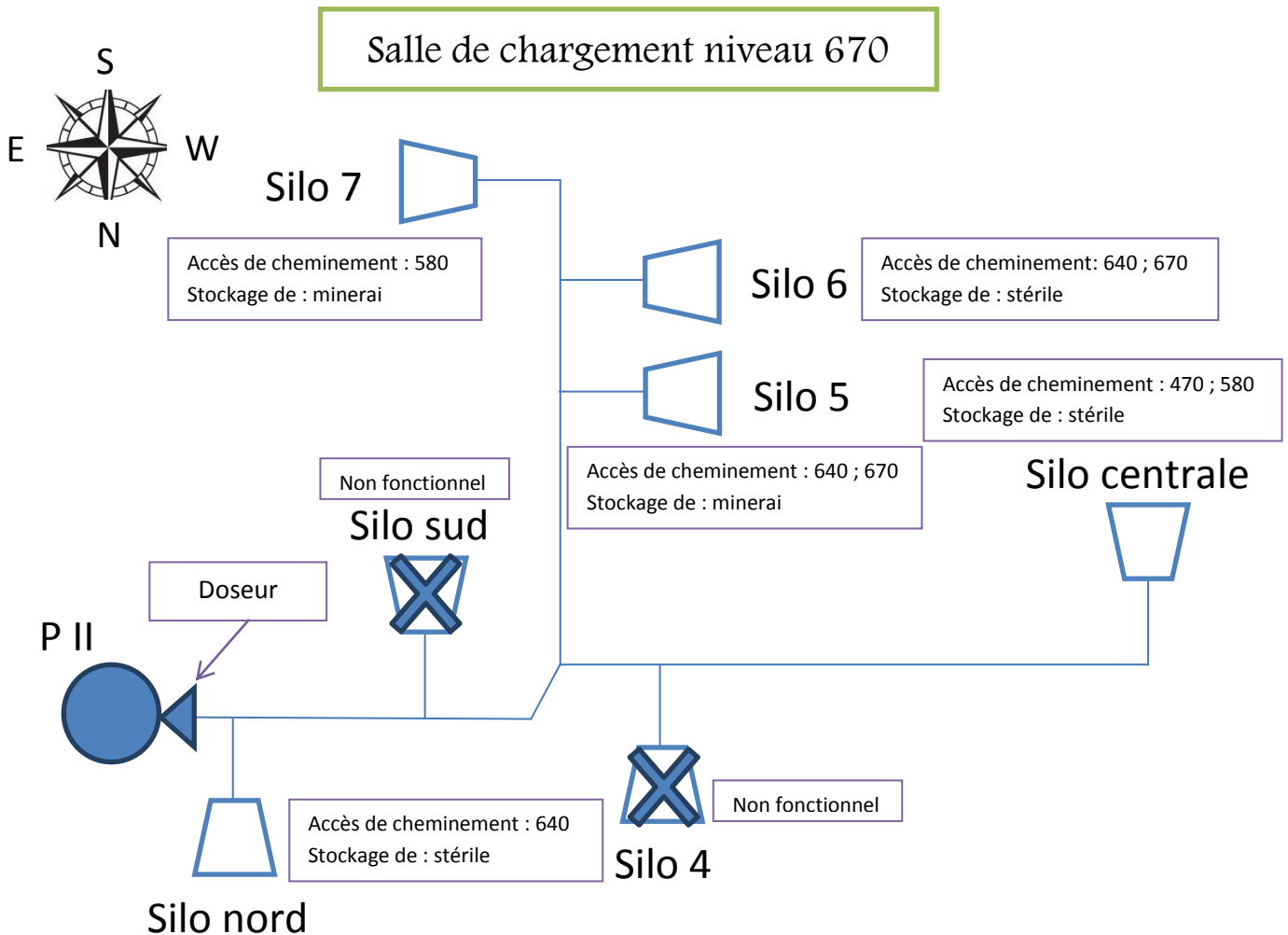




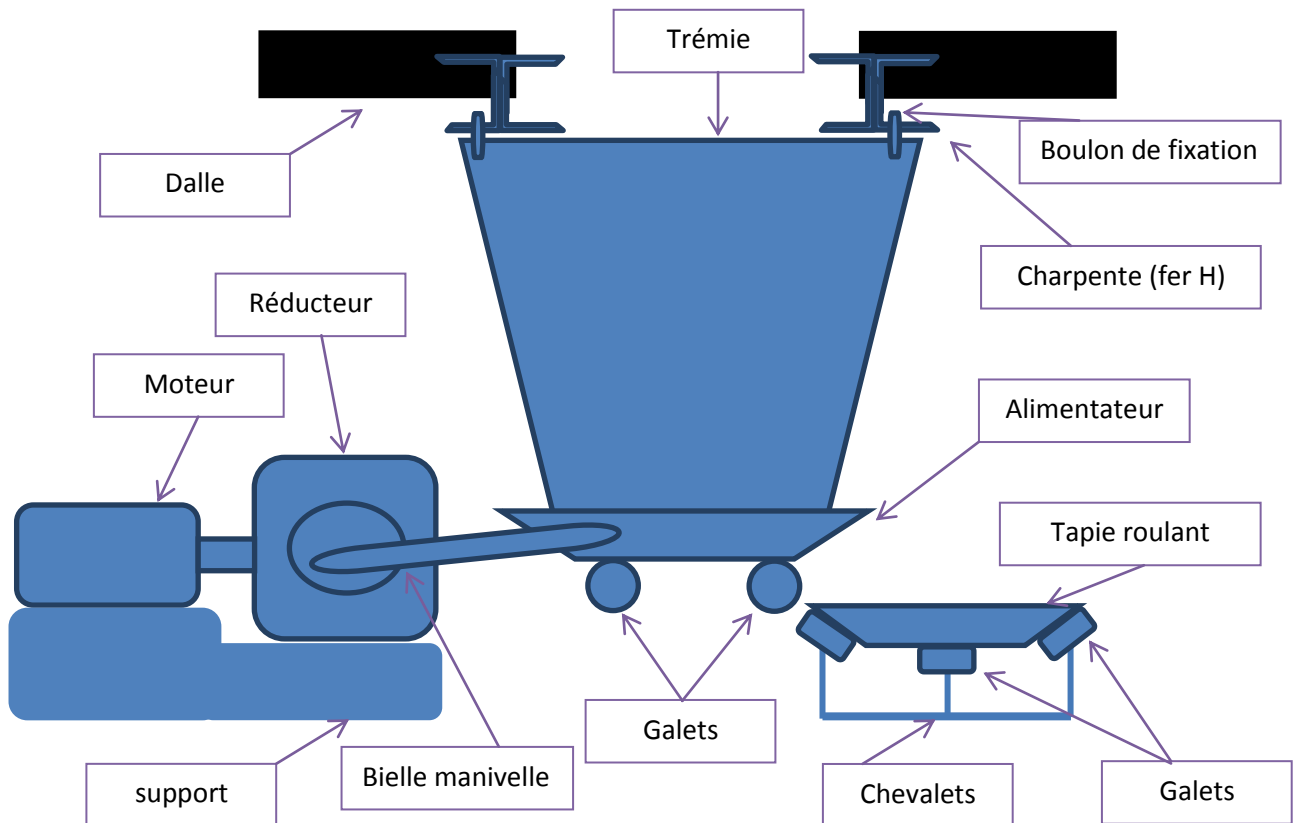
# Annexes

## ANNEXES

### I. Dossier d'informations techniques :



## Schéma d'un silo



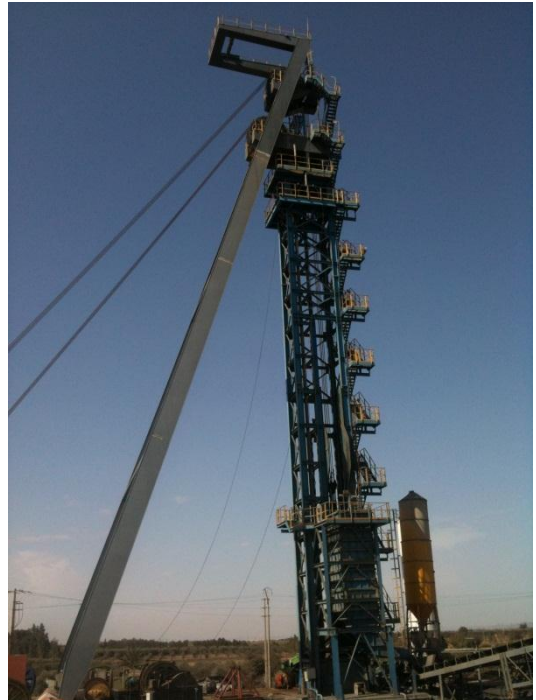


[MCours.com](https://www.MCours.com)

# Structure

## Données techniques

- ☛ Constructeur : SIEMAG
- ☛ Hauteur : 45m
- ☛ Profondeur : 1080m
- ☛ Matériau : acier + fer H + béton



## Panne, entretien et contrôle

- ☛ Aucun problème majeur n'a été détecté sur la structure de la machine d'extraction.
- ☛ Contrôle mensuel du serrage des boulons.
- ☛ Contrôle de la structure en cas de choc.

## Moteur

2 moteurs à courant continu en série à excitation indépendante :

- ☞ Marque : T-T ELECTRIC
- ☞ Puissance : 1200KW
- ☞ Vitesse : 1000tr/min
- ☞  $T_{\max}=50^{\circ}\text{C}$



## Réducteur



- ☞ Marque : FLENDER
- ☞ Type : à engrenages droit
- ☞ Puissance : 2400KW
- ☞ Rapport de réduction :  
 $n_1=1000\text{tr/min}$  ;  
 $n_2=79.81\text{tr/min}$  ;  $n_2/n_1=0.07981$
- ☞ Vitesse à la sortie : 8.35rad/s
- ☞ volume huile 967l (~1000l)
- ☞ utilisation de 5 futs. Vidange sur 6 mois. Analyse d'huile

## ***Centrale hydraulique réducteur***

- ☞ Constructeur FLENDER
- ☞ Capacité : 500l
- ☞ Pressions :  $P_{\max}=10\text{bar}$  ;  $P_{\text{fonct}}=3-4\text{bar}$  ;
- ☞ Sortie compresseur : 6bar
- ☞ Température :  $T_{\min}=15^{\circ}\text{C}$  ;  $T_{\max}=45^{\circ}\text{C}$
- ☞ Alimentation : moteur électrique.
- ☞ Vidange : 6 mois avec analyse d'huile mensuelle avec changement de filtre.



## ***Centrale hydraulique freins***



- ☞ Constructeur SIEMAG
- ☞ Capacité : 500l
- ☞ Pressions :  $P_{\max}=250\text{bar}$  ;  $P_{\text{fonct}}=140\text{bar}$  ;  
(pression de remplissage du gaz (azote) 38.5bar ; freins desserrés 140bar ; freins serrés 0 bar)
- ☞ Température :  $T_{\min}=15^{\circ}\text{C}$  ;  $T_{\max}=45^{\circ}\text{C}$
- ☞ Alimentation : moteur électrique
- ☞ Vidange : 6 mois avec changement de filtre.

## Freins

- ☞ Freins négatifs B100 SIEMAG
- ☞ Entretien :
  - ✘ Changement des plaquettes selon l'état de la garniture
  - ✘ Changement des ressorts et kits de joints (joints Belleville)



## Poulie Koepe et molettes



- ☞ Diamètre :
  - ✘ jour : 3800
  - ✘ fond : 1885
- ☞ une poulie Koepe, deux molettes jour et deux molettes fond.
- ☞ Roulement à billes
- ☞ Entretien et contrôle :
  - ✘ Contrôle de l'état des gorges de du guidage du câble.
  - ✘ Graissage hebdomadaire des roulements.





## ***Câbles d'extraction***

### **Données techniques**

- ☞ Constructeur : PFEIFER DRAKO
- ☞ Nombre : 4
- ☞ Longueur : 1500m
- ☞ Poids : 5.34kg/m
- ☞ Diamètre : 38mm
- ☞ Résistance à la traction : 1960N/mm<sup>2</sup>
- ☞ Charge de rupture : 1120KN
- ☞ Surcharge : 9.312Kg
- ☞ Norme : 6\*31 WS-FS



### **Contrôle et entretien**

- ☞ Contrôle : visuel (quotidien), avec un chiffon pour déceler la présence de brins
- ☞ Changement : prévu le 12/07/2012 (18 mois)
- ☞ Raccourcissement si nécessaire

## ***Câbles de guidage***

- ☞ Constructeur : PFEIFER DRAKO
- ☞ Nombre : 6 (4 skip et 2 contre poids)
- ☞ Longueur : 1500m
- ☞ Graissage et contrôle hebdomadaire

## ***Câbles d'équilibre (plat)***

### données techniques

- ☞ Constructeur : PFEIFER DRAKO
- ☞ Nombre : 2
- ☞ Longueur : 1400m
- ☞ Poids : 10.89kg/m
- ☞ Diamètre : 130\*29mm
- ☞ Résistance à la traction : 1370N/mm<sup>2</sup>
- ☞ Charge de rupture : 1430 KN



### Contrôle et entretien

- ☞ Graissage : goudronné
- ☞ Contrôle : hebdomadaire
- ☞ Raccourcissement si nécessaire

## ***Mains de guidage***

- ☞ Constructeur : AFRITOUR
- ☞ Nombre : 6 (skip) – 4 (contre poids)
- ☞ Matériau : bronze
- ☞ Entretien et contrôle :
  - ✘ Un contrôle hebdomadaire de leur état qui dépend de nombre de cordées du skip (durée de vie entre 2 et 3 mois)

## ***Skip et contre poids***

- ☞ poids à vide: 2100kg
- ☞ Charge utile : 6600kg (20 personnes maximum)
- ☞ Rail : 20mm
- ☞ Contrôle et entretien :
  - ✗ fixation des portes
  - ✗ état du plafond
  - ✗ contrôle de l'état de la corrosion



***Cage  
personnel***



***Caisson  
mineral***

- ☞ Capacité : 19T maximum (entre 16 et 18T pratiquement)
- ☞ Contrôle et entretien : contrôle visuel de l'usure des blindages internes

- ☞ Contrôle et entretien :
  - ✗ contrôle visuel de l'usure des blindages
  - ✗ purge des vérins (15-20 jours)

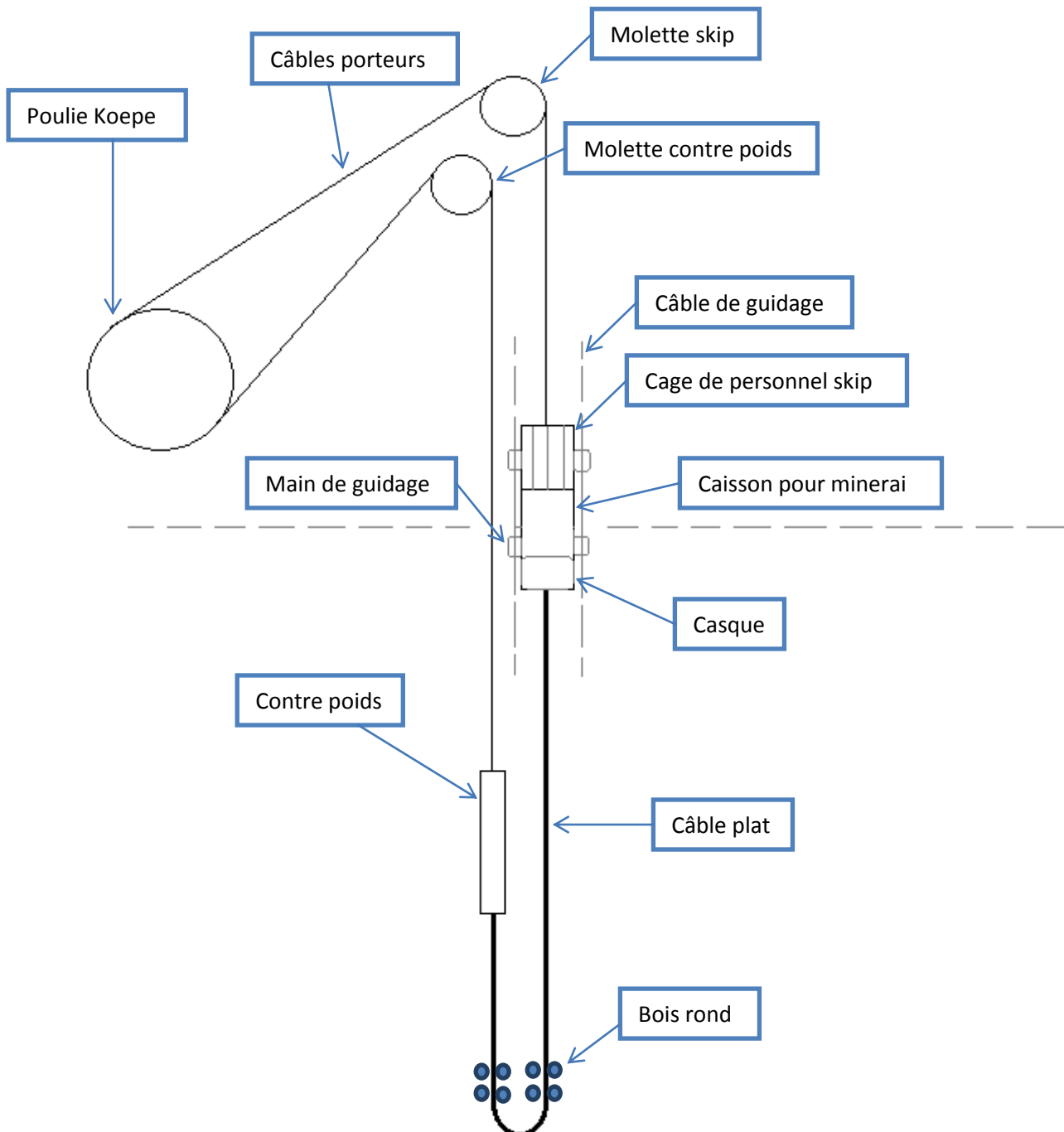


***Casque***

- ☞ Poids : 30T
- ☞ Contrôle et entretien :
  - ✗ changement des mains de guidage sur 2 à 3 mois

***Contre poids***

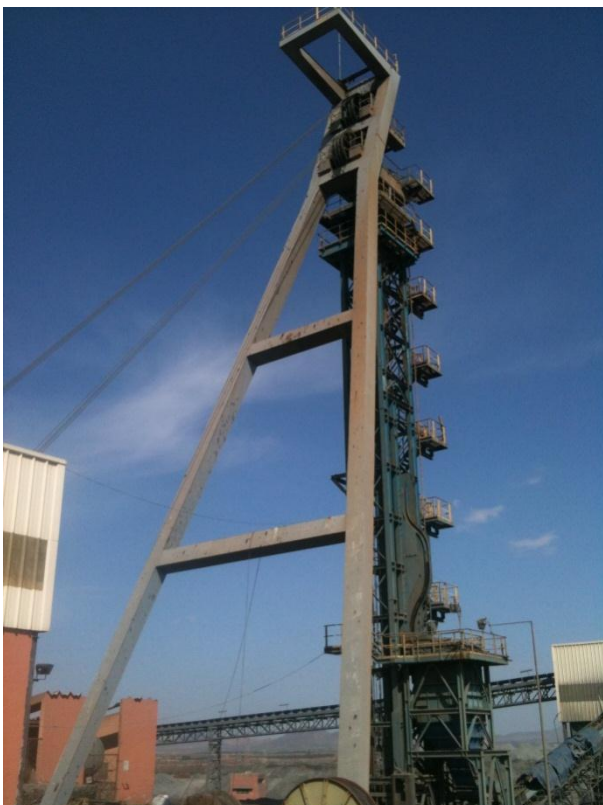
*Machine d'extraction puits II*



# Structure

## Données techniques

- ☛ Constructeur : SIEMAG
- ☛ Hauteur : 45m
- ☛ Profondeur : 730m
- ☛ Matériau : acier + fer H + béton



## Pannes, entretien et contrôles

- ☛ Aucun problème majeur n'a été détecté sur la structure de la machine d'extraction.
- ☛ Contrôle mensuel du serrage des boulons.
- ☛ Contrôle de la structure en cas de choc.

## Moteur

2 moteurs à courant continu en série à excitation indépendante :

- ☞ Marque : THRIGE ELECTRIC
- ☞ Puissance : 1000KW
- ☞ Vitesse : 1500tr/min



## Réducteur



- ☞ Marque : CITROEN
- ☞ Type : à engrenages
- ☞ Rapport de réduction :  
 $n_1=920\text{tr/min}$  ;  $n_2=74\text{tr/min}$  ;  
 $n_2/n_1=0.08$
- ☞ Vitesse à la sortie :  $7.74\text{rad/s}$
- ☞ Volume huile 430l
- ☞ Vidange sur 6 mois. Analyse d'huile mensuelle

## ***Centrale hydraulique réducteur***

- ☞ Constructeur : FLENDER
- ☞ Capacité : 500l
- ☞ Pressions :  $P_{\max}=10\text{bar}$  ;  $P_{\text{fonct}}=3\text{-}4\text{bar}$
- ☞ Sortie compresseur : 6bar
- ☞ Température :  $T_{\min}=10^{\circ}\text{C}$  ;  $T_{\max}=58^{\circ}\text{C}$
- ☞ Alimentation : moteur électrique
- ☞ Vidange : chaque 6 mois avec analyse d'huile mensuelle et changement de filtre (à huile)



## ***Centrale hydraulique freins***



- ☞ Constructeur : SIEMAG
- ☞ Pressions :  $P_{\max}=250\text{bar}$  ;  
 $P_{\text{fonct}}=140\text{bar}$  (pression de remplissage du gaz (azote) 38.5bar ; freins desserrés 140bar ; freins serrés 0 bar)
- ☞ Température :  $T_{\min}=15^{\circ}\text{C}$  ;  $T_{\max}=45^{\circ}\text{C}$
- ☞ Alimentation : moteur électrique
- ☞ Vidange : 6 mois avec changement de filtre (à huile)

## *Freins*

- ☞ Freins négatifs B100 SIEMAG
- ☞ Entretien :
  - ✘ Changement des plaquettes selon l'état de la garniture
  - ✘ Changement des ressorts et kits de joints (joints Belleville)



## *Poulie Koepe et molettes*

- ☞ Diamètre : 3800mm
- ☞ Une poulie Koepe et 2 molettes jour.
- ☞ Roulements à billes
- ☞ Entretien et contrôle :
  - ✘ Contrôle de l'état des gorges de du guidage du câble.
  - ✘ Graissage hebdomadaire des roulements.





## ***Câbles d'extraction***

### **Données techniques**

- ☞ Constructeur : PFEIFER DRAKO
- ☞ Nombre : 4
- ☞ Longueur : 1000m
- ☞ Poids : 5.34kg/m
- ☞ Diamètre : 38mm
- ☞ Résistance à la traction : 1960N/mm<sup>2</sup>
- ☞ Charge de rupture : 1120KN
- ☞ Surcharge : 9.312Kg
- ☞ Norme : 6\*31 WS-FS



### **Contrôle et entretien**

- ☞ Contrôle : visuel (quotidien), avec un chiffon pour déceler la présence de brins. Vitesse des câbles : 0.5m/s
- ☞ Changement : chaque 15 mois
- ☞ Raccourcissement si nécessaire

## ***Câbles de guidage***

- ☞ Constructeur : PFEIFER DRAKO
- ☞ Nombre : 6 (4 skip et 2 contre poids)
- ☞ Longueur : 800m
- ☞ Graissage et contrôle hebdomadaire

## ***Câbles d'équilibre (plat)***

### **Données techniques**

- ☞ Constructeur : PFEIFER DRAKO
- ☞ Nombre : 1
- ☞ Longueur : 730m
- ☞ Poids : 10.89kg/m
- ☞ Diamètre : 130\*29mm
- ☞ Résistance à la traction : 1370N/mm<sup>2</sup>
- ☞ Charge de rupture : 1430 KN



### **Contrôle et entretien**

- ☞ Graissage : goudronné
- ☞ Contrôle : hebdomadaire
- ☞ Raccourcissement si nécessaire
- ☞ Changement : Juin 2012

## ***Mains de guidage***

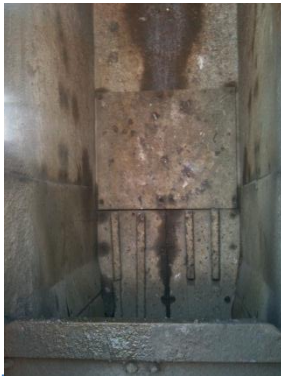
- ☞ Constructeur : AFRITOUR
- ☞ Nombre : 6 (skip) – 4 (contre poids)
- ☞ Matériau : bronze
- ☞ Entretien et contrôle :
  - ✘ Un contrôle hebdomadaire de leur état qui dépend de nombre de cordées du skip (durée de vie pratique entre 2 et 3 mois)

## ***Skip et contre poids***

- ☞ Poids à vide: 2100kg
- ☞ Charge utile : 6600kg (20 personnes maximum)
- ☞ Rail : 20mm
- ☞ Contrôle et entretien :
  - ✘ fixation des portes
  - ✘ état du plafond
  - ✘ contrôle de l'état de la corrosion



***Cage personnel***



***Caisson  
mineral***

- ☞ Capacité : 19T maximum (entre 16T et 18T pratiquement)
- ☞ Contrôle et entretien : contrôle visuel de l'usure des blindages internes

- ☞ Contrôle et entretien :
  - ✘ contrôle visuel de l'usure des blindages
  - ✘ purge des vérins (15-20 jours)

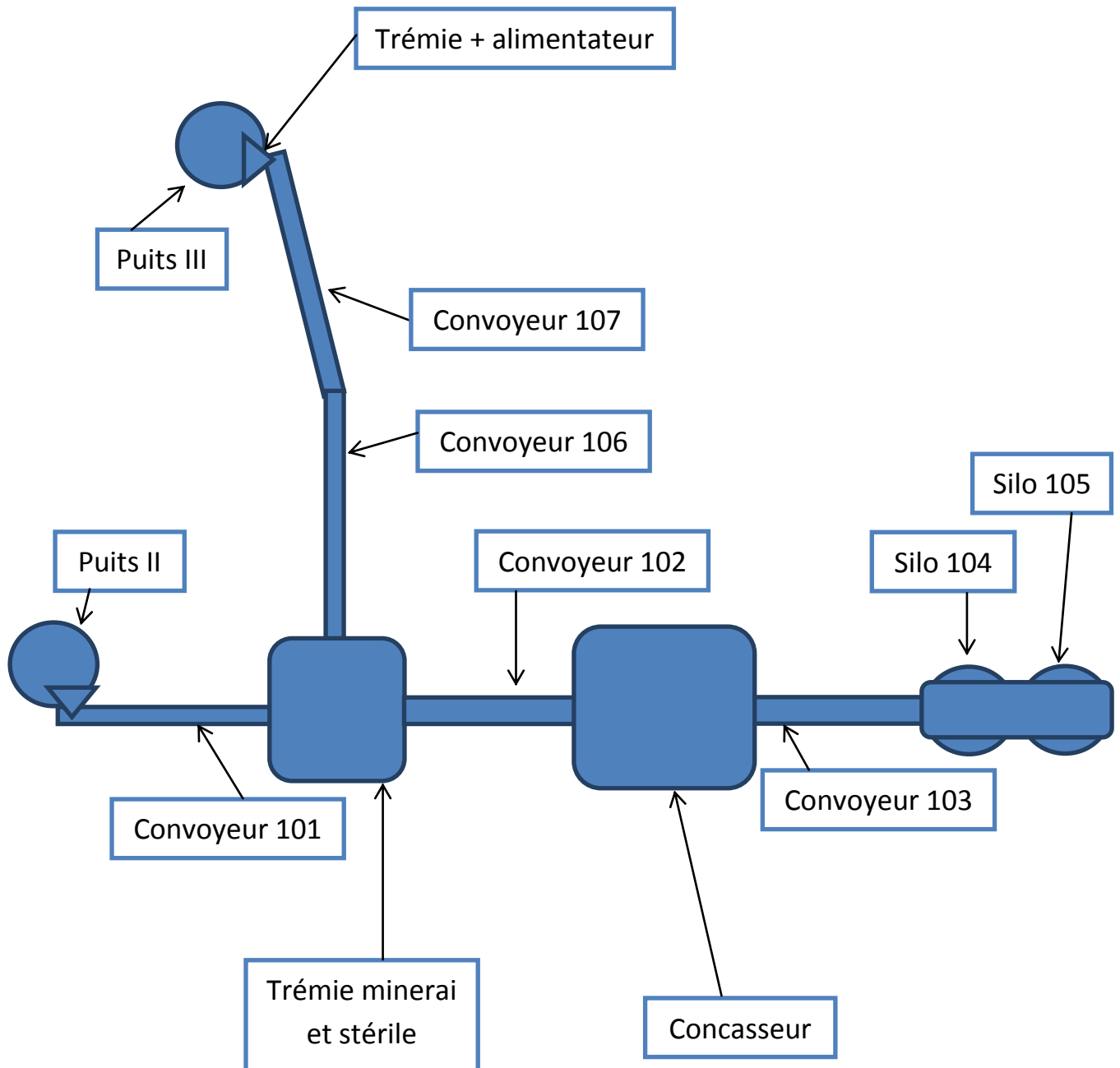


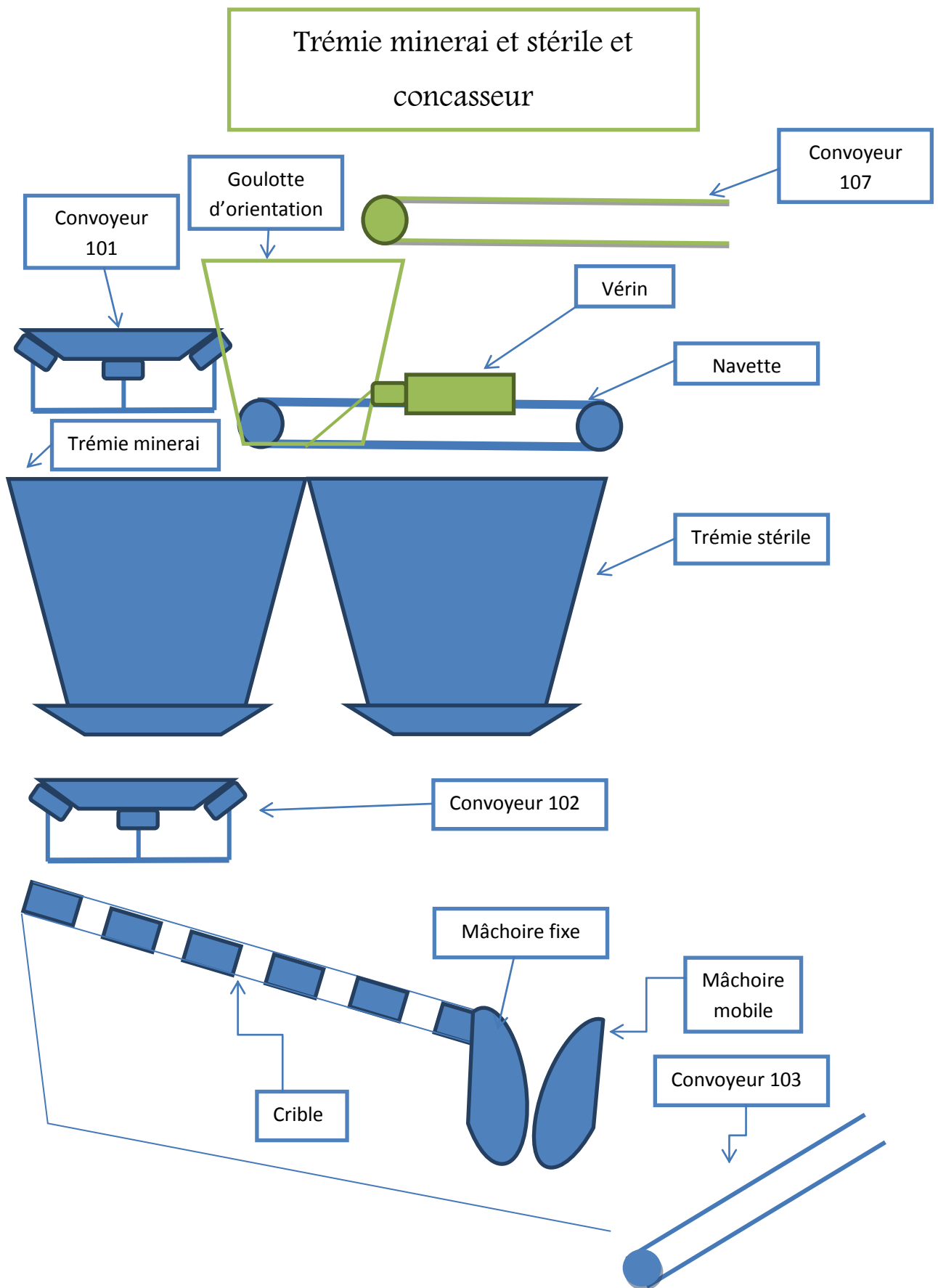
***Casque***

- ☞ Poids : 30T
- ☞ Contrôle et entretien :
  - ✘ changement des mains de guidage après 2 ou 3 mois

***Contre poids***

## Circuit concassage

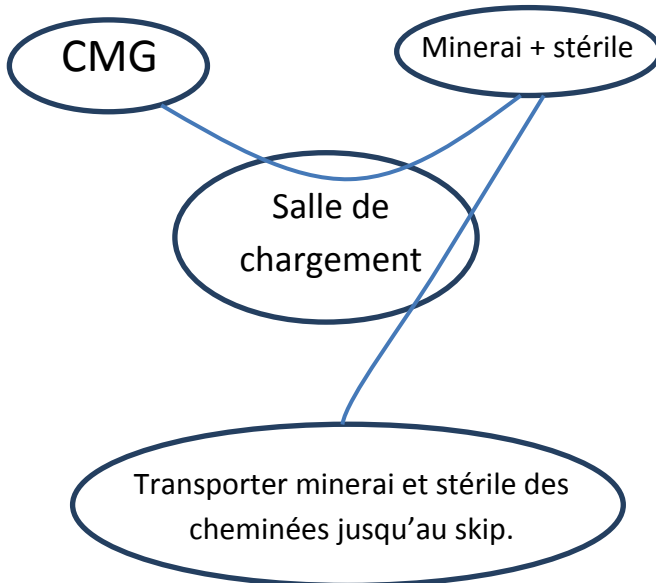




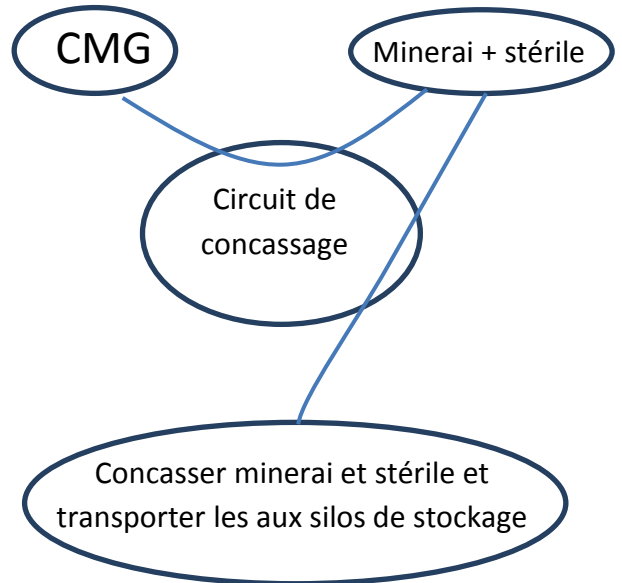
## II. Analyse AMDEC :

### 1. Analyse fonctionnelle

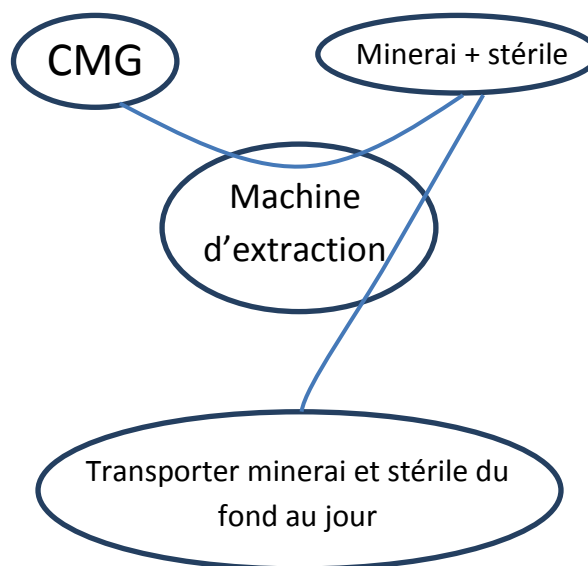
#### Salle de chargement :



#### Circuit de concassage :



#### Machine d'extraction :



2. Décomposition fonctionnelle :

a. Circuit de chargement :

Sous ensemble	Element	Sous élément
silo nord	Motoréducteur	Moteur
		Réducteur
		Support
		Bielle-manivelle
	goulotte	Dalle
		Boulons de fixation
		Coquille
		Charpente
	Alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails
silo sud	Motoréducteur	Moteur
		Réducteur
		Support
		Bielle-manivelle
	goulotte	Dalle
		Boulons de fixation
		Coquille
		Charpente
	Alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails
silo centrale	Motoréducteur	Moteur
		Réducteur
		Support
		Bielle-manivelle
	goulotte	Dalle
		Boulons de fixation
		Coquille
		Charpente
	Alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails

Sous ensemble	Element	Sous élément
silo 4	Motoréducteur	Moteur
		Réducteur
		Support
		Bielle-manivelle
	goulotte	Dalle
		Boulons de fixation
		Coquille
		Charpente
	Alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails
silo 5	Motoréducteur	Moteur
		Réducteur
		Support
		Bielle-manivelle
	goulotte	Dalle
		Boulons de fixation
		Coquille
		Charpente
	Alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails
silo 6	Motoréducteur	Moteur
		Réducteur
		Support
		Bielle-manivelle
	goulotte	Dalle
		Boulons de fixation
		Coquille
		Charpente
	Alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails



Sous ensemble	Element	Sous élément
silo 7	Motoréducteur	Moteur
		Réducteur
		Support
		Bielle-manivelle
	goulotte	Dalle
		Boulons de fixation
		Coquille
		Charpente
	Alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails
Circuit de transport	convoyeur principale	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets
	convoyeur central	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets
	convoyeur 3	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets

Sous ensemble	Element	Sous élément
Circuit de transport	convoyeur 4	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets
	convoyeur 5	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets
Doseur	Trémie	Coquille
		Blindages
	Casque	Vérin O/F
		vérin frein
		casque

b. Circuit de stockage :

Sous ensemble	Element	Sous élément
Circuit de transport	Convoyeur 101	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets
		système X
	Convoyeur 102	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets
		système X
	Convoyeur 103	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
		Chevalets
		Galets
		système de tendage
	Navette 1	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
Bande		

Sous ensemble	Element	Sous élément
Circuit de transport	Navette 2	Moteur
		Réducteur
		Tambour de renvoi
		Tambour moteur
		Bande
Circuit d'alimentation	Goulotte	Coquille
	Alimentateur	Blindages
		Système de vibrations
		Tiroir
trémies	trémie minerais	Blindages
		Alimentateur
		Galets
		Rails
		Moteur
		Réducteur
		Bielle-manivelle
		Coquille
	trémie minerais	Blindages
		Alimentateur
		Galets
		Rails
		Moteur
		Réducteur
		Bielle-manivelle
		Coquille
Concassage	alimentateur	Tiroir
		Blindages
		Galets
		Rails
		Motoréducteur
		Bielle-manivelle
	Crible	Crible
	Concasseur	motoréducteur
		machoire fixe
		machoire mobile
stokage	silos	silos minrai
		silos stérile



3. Tableaux d'indisponibilité :

a. Analyse d'indisponibilité puits II :

Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	Durée d'indisponibilité par S.Elt	Durée d'indisponibilité par Elt	Durée d'indisponibilité par S.Ens	Totale durée d'indisponibilité	% du temps d'indisponibilité
Circuit de chargement	Silo	Motoréducteur	Moteur	0	0	44	192	14%
			Réducteur	0				
			Support	0				
			Bielle-manivelle	0				
		Goulotte	Dalle	10	14			
			Boulons de fixation	4				
			Coquille	0				
			Charpente	0				
		Alimentateur	Tiroir	0	30			
			Blindages	20				
	Galets		10					
	Rails		0					
	Circuit de transpo	Convoyeurs	Moteur	0	92	92		
			Réducteur	0				
			Tambour de renvoi	12				
			Tambour moteur	8				
			Bande	50				
			Chevalets	10				
			Rouleaux	12				
	Doseur	Goulotte	Coquille	0	20	56		
Blindages			20					
Casque		Vérin O/F	10	36				
		vérin crochet	8					
		Casque	18					

Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	Durée d'indisponibilité par S.Elt	Durée d'indisponibilité par Elt	Durée d'indisponibilité par S.Ens	Totale durée d'indisponibilité	% du temps d'indisponibilité
Circuit d'extraction	Skip	Caisse	Casque	6	70	76	548	39%
			Blindages	60				
			Galets	4				
		Cage	Corps	0	6			
			Porte	6				
	Contre poids	Contre poids	Contre poids	0	0	0		
	Cables	Cables d'extraction	Cables Ø 30 (1000m)	120	140	309		
			Système d'attelage	20				
		Cables de guidage	Cables Ø 42 (730m)	6	38			
			Mains de guidage	32				
		Cable Plat	Cable Ø 130*29 (730m)	107	131			
	Système d'attelage	24						
	Poulies	Poulie Koepe	Freins	8	80	142		
			Douves	12				
			Roulements	60				
		Molettes jour	Gorges	12	52			
			Roulements	40				
		Bois rond	Bois rond	10	10			
	Motoréducteur	Moteur	Moteur	0	0	18		
		Réducteur	Réducteur	0	18			
Centrale hydraulique			16					
Accouplement			2					
Centrale hydraulique	Centrale hydraulique	Centrale hydraulique	3	3	3			



Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	Durée d'indisponibilité par S.Elt	Durée d'indisponibilité par Elt	Durée d'indisponibilité par S.Ens	Totale durée d'indisponibilité	% du temps d'indisponibilité
Circuit de concassage	Circuit de transport	Convoyeurs	Moteur	0	196	261	660	47%
			Réducteur	0				
			Tambour de renvoi	6				
			Tambour moteur	8				
			Bande	120				
			Chevalets	20				
			Galets	30				
		Rives	12					
		Navettes	Moteur	10	65			
			Réducteur	5				
	Tambour de renvoi		6					
	Circuit d'alimentation	Goulotte	Tambour moteur	4				
			Bande	40				
		Alimentateur	Coquille	0	30			
			Blindages	30				
Système de vibrations			4	52				
Tiroir	0							
Blindages	48							



Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	Durée d'indisponibilité par S.Elt	Durée d'indisponibilité par Elt	Durée d'indisponibilité par S.Ens	Totale durée d'indisponibilité	% du temps d'indisponibilité
Circuit de concassage	trémies	trémie minerais	Coquille	0	206	266	660	47%
			Blindages	200				
			Alimentateur	0				
			Galets	6				
			Rails	0				
			Moteur	0				
			Réducteur	0				
			Bielle-manivelle	0				
		trémie minerais	Coquille	0	60			
			Blindages	60				
			Alimentateur	0				
			Galets	0				
			Rails	0				
			Moteur	0				
	Concassage	alimentateur	Tiroir	0	23	51		
			Blindages	15				
			Galets	8				
			Rails	0				
			Motoréducteur	0				
			Bielle-manivelle	0				
		Crible	Crible	4	4			
		Concasseur	motoréducteur	8	24			
			machoire fixe	6				
machoire mobile			10					
stokage		silos	silos minrais	0	0		0	
	silos stérile		0					



b. Analyse d'indisponibilité puits III :

Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	Durée d'indisponibilité par S.Elt	Durée d'indisponibilité par Elt	Durée d'indisponibilité par S.Ens	Totale durée d'indisponibilité	% du temps d'indisponibilité
Circuit de chargement	silo	Motoréducteur	Moteur	0	0	26	124	12%
			Réducteur	0				
			Support	0				
			Bielle-manivelle	0				
		goulotte	Dalle	8	12			
			Boulons de fixation	4				
			Coquille	0				
			Charpente	0				
		Alimentateur	Tiroir	0	14			
			Blindages	14				
			Galets	0				
			Rails	0				
	Circuit de transport	convoyeur principale	Moteur	0	40	40		
			Réducteur	0				
			Tambour de renvoi	6				
			Tambour moteur	4				
			Bande	20				
			Chevalets	6				
			Galets	4				
	Doseur	goulotte	Coquille	0	20	58		
Blindages			20					
Casque		Vérin O/F	12	38				
		vérin crochet	8					
		casque	18					



Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	Durée d'indisponibilité par S.Elt	Durée d'indisponibilité par Elt	Durée d'indisponibilité par S.Ens	Totale durée d'indisponibilité	% du temps d'indisponibilité
Circuit d'extraction	Skip	caisse	Casque	6	56	68	445	41%
			Blindages	50				
			Galets	0				
		Cage	Corps	0	12			
			Porte	12				
	Contre poids	Contre poids	Contre poids	0	0	0		
	Cables	Cables d'extraction	Cables Ø 38 (1300m)	100	115			
			Jonction	15				
		Cables de guidage	Cables Ø 42 (1100m)	6	38			
			Mains de guidage	32				
		Cable Plat	Cable Ø 130*29 (1100m)	80	90			
	Jonction	10						
	Poulies	Poulie Koepe	Freins	8	50			
			Gorges	12				
			Roulements	30				
		Molettes jour	Gorges	12	32			
			Roulements	20				
		Molettes fond	Gorges	12	32			
	Roulements		20					
	Motoréducteur	Moteur	Moteur	0	0			
		Réducteur	Réducteur	0	10			
Centrale hydraulique			8					
Accouplement			2					
Centrale hydraulique	Centrale hydraulique	Centrale hydraulique	2	2	2			



Ensemble	Sous ensemble	Element	Sous élément	Durée d'indisponibilité par S.Elt	Durée d'indisponibilité par Elt	Durée d'indisponibilité par S.Ens	Totale durée d'indisponibilité	% du temps d'indisponibilité
Circuit de mise en stock	Circuit de transport	Convoyeur	Moteur	0	136	189	505	47%
			Réducteur	0				
			Tambour de renvoi	10				
			Tambour moteur	8				
			Bande	80				
			Chevalets	20				
			Galets	16				
		systeme de tendage	2					
		systeme de raccordement	blingades	15	15			
			coquille	0				
	goulotte de distribution	blindages	30	38				
		verin de distribution	8					
	trémies	trémie minerais	Coquille	0	215			
			Blindages	200				
			Alimentateur	0				
			Galets	15				
			Rails	0				
			Moteur	0				
			Réducteur	0				
		trémie stérile	Bielle-manivelle	0	66			
			Coquille	0				
			Blindages	60				
			Alimentateur	0				
			Galets	6				
			Rails	0				
			Moteur	0				
	Concassage	alimentateur	Tiroir	0	23			
			Blindages	15				
			Galets	8				
			Rails	0				
Motoréducteur			0					
Crible		Crible	4	4				
		motoréducteur	8					
		Concasseur	machoire fixe		0	8		
machoire mobile			0					
stokage		silos	silos minrai	0	0			
	silos stérile		0					

#### 4. Tableaux de criticité :

Opération	Mode de défaillance potentiel	Cause possible de défaillance	Evaluation			
			détection	occurrence	gravité	criticité
Le minerai est jeté dans la cheminée	La grille est bouchée	Bloc de grande taille	1	3	1	3
	La grille est cassée et obstrue le passage du minerai	Bloc de grande taille	1	1	2	2
	La cheminée est bouchée	Blocs de grande taille	1	1	2	2
Le minerai arrive à la trémie fond	Fissuration de la dalle	Charges excessives	3	1	1	3
		Infiltration d'eau	3	2	1	6
	La charpente est endommagée	Charges excessives	2	1	2	4
		Corrosion	2	2	2	8
		Fatigue	2	1	1	2
	Les boulons de fixation sont endommagés	Charges excessives	1	2	1	2
		Corrosion	1	2	1	2
		Fatigue	1	1	1	1
	Les blindages de la trémie ou de l'alimentateur sont détériorés	Chocs consécutifs dus aux blocs	2	3	2	12
L'alimentateur approvisionne le convoyeur	Disfonctionnement des galets	Usure	2	1	1	2
		Corrosion	1	1	1	1
	Déchirure de la bande	Charges excessives	1	3	3	9
		Blocs saillants	1	3	3	9
		Présence d'éléments métalliques	1	1	3	3
	Rupture des chevalets	Charges excessives	1	2	2	4
Choc brutal		1	1	1	1	
Transport du minerai par convoyeur	Disfonctionnement des rouleaux	Usure	2	1	2	4
		Corrosion	1	1	1	1
	Rupture des chevalets	Charges excessives	1	2	2	4
		Choc brutal	1	1	1	1
	Le tambour moteur n'entraîne pas le tambour de renvoi	Usure de la surface de contact entre la bande et le tambour moteur	1	1	1	1
Déchargement du minerai dans le doseur	Les blindages sont détériorés	Chocs consécutifs dus aux blocs	1	3	2	6
	Disfonctionnement du vérin du casque	Problèmes hydrauliques	1	1	2	2
		Blocage du vérin de sécurité	1	1	1	1

Opération	Mode de défaillance potentiel	Cause possible de défaillance	Evaluation			
			détection	occurrence	gravité	criticité
Transport du minerai par skip	Endommagement du caisson	Usure des blindages	1	3	3	9
		Corrosion	1	2	1	2
	Endommagement des mains de guidage	Usure	2	2	2	8
		Fatigue	2	1	5	10
	Rupture d'un câble d'extraction	Collision avec un objet	1	1	5	5
		Corrosion	2	1	5	10
	Rupture d'un câble de guidage	Collision avec un objet	1	1	5	5
		Fatigue	2	1	5	10
	Rupture d'un câble plat	Collision avec un objet	1	1	5	5
		Corrosion	1	1	4	4
		Usure des gorges des molettes	2	1	5	10
	Glissement d'un câble d'extraction	Elongation du câble	1	1	3	3
		Pression insuffisante pour l'ouverture des freins	1	1	1	1
	Disfonctionnement des freins	Usure des garnitures	1	2	1	2
		Arret du skip à un niveau non conforme	Automate	1	4	1

Transport du minerai par convoyeurs aux silos de stockage	Déchirure de la bande	Charges excessives	1	3	4	12
		Blocs saillants	1	2	4	8
		Présence d'éléments métalliques	1	1	4	4
	Rupture des chevalets	Charges excessives	1	2	2	4
		Choc brutal	1	1	1	1
	La navette n'est pas bien placée (Puits II)	Moteur en panne	1	2	1	2
		Mauvaise coordination entre les opérateurs	1	2	1	2
	La goulotte de distribution ne fonctionne pas (Puits III)	Goulotte bloquée	1	1	1	1
		Disfonctionnement du vérin	1	2	2	4
		Mauvaise coordination entre les opérateurs	1	2	1	2
	La trémie n'alimente pas le convoyeur	Usure des blindages	2	3	3	18
		Usure des galets de l'alimentateur	2	2	2	8
		Moteur en panne	1	1	1	1
	Le crible ne fonctionne pas	Bouchage de la grille	1	2	1	2
		Système de vibration en panne	1	2	1	2
		Déformation de la grille	2	1	2	4
	Le concasseur est à l'arrêt	Usure des blindages	2	2	2	8
		Moteur en panne	1	1	2	2
		Déchirure de la courroie	1	1	2	2
	La navette des silos n'est pas bien placée	Moteur en panne	1	1	2	2
Mauvaise coordination entre les opérateurs		1	2	1	2	



### III. Gestion des pièces de rechange et des consommables :

Étiquettes	Designation	Qte	Ecart type	Délai livraison	Ss	Conso moy/jr	Conso moy/mois	Sa	Cout unit	Qté éco
AK001.1050	CORNIERE 50X50X5 1ML=3.750 KG	84	0	7	0	0	7	2	33,00	36
AK001.1060	CORNIERE 60X60X6 1ML=5.400 KG	276	47,11	7	155	0	6	156	41,25	58
AK001.1080	CORNIERE 80X80X8 1ML=9.600 KG	1528	104,39	7	384	1	25	390	70,34	104
AK001.1100	CORNIERE 100X100X10 1ML=15.000 KG	640	46,87	7	172	0	11	175	119,60	52
AK002.2120	FER UPN 120X55X7 1ML=13.400 KG	354	21,77	8	80	0	6	82	106,52	41
AK002.2140	FER UPN 140X60X7 1ML=16.000 KG	126	29,94	8	110	0	2	111	140,34	21
AK002.2160	FER UPN 160X65X7.5 1ML=18.800 KG	90	16,97	7	62	0	2	63	138,70	18
AK003.1080	FER IPN 80X42X3.9 1ML=8.340 KG	60	9,16	10	15	0	5	17	48,10	25
AK005.2100	FER HEB 100X100X6 1ML=20.4KG	96	17,32	8	57	0	2	58	195,00	16
AK005.2160	FER HEB 160X160X13 1ML=42.6KG	84	7,82	7	26	0	2	26	310,98	12
AK005.2220	FER HEB 220X220X16 1ML=71.5KG	48	16,97	15	39	0	2	40	468,65	7
AK006.1205	FER PLAT 60X5 1ML=2.355 KG	144		10	0	0	12	4	16,99	65
AK006.2010	FER PLAT 100X10 1ML=7.850 KG	174	10,11	10	37	0	3	38	73,34	34
AK009.1040	TUBE CARRE EN ACIER E24 DE 40	240		15	0	1	20	10	30,25	63
AT002.1102	TOLE PLATE NOIRE E24 2000X1000X2	620	52,29	8	192	0	10	195	235,20	36
AT002.1105	TOLE PLATE NOIRE E24 2000X1000X5 1 TOLE=80 KG	29	13,43	5	31	0	1	31	600,00	5
AT002.1108	TOLE PLATE NOIRE E24 2000X1000X8 1 TOLE=125.6 KG	33	5,28	8	17	0	1	18	999,75	4
AT002.1110	TOLE PLATE NOIRE E24 2000X1000X10 1 TOLE=160 KG	42	3,02	10	11	0	1	11	1291,52	4
AT002.1210	TOLE PLATE NOIRE E24 3000X1500X10	84	3,24	10	12	0	1	12	3250,00	4
AT002.1215	TOLE PLATE NOIRE E24 3000X1500X15	28	2,26	10	6	0	1	7	4493,33	2
AT002.4210	TOLE CREUSABRO 4000 3000X1500X10 QUALITE R/P CREUSABRO	75	3,84	15	14	0	1	15	7020,00	2
AT002.4510	TOLE PRODUR DURSTEEL 410 3000X1500X10	30	1,03	30	4	0	1	4	8424,00	1
AT002.4515	TOLE PRODUR DURSTEEL 410 3000X1500X15	40	2,53	30	9	0	1	10	12636,00	1
AT002.4520	TOLE PRODUR DURSTEEL 410 3000X1500X20	12	0	30	0	0	0	0	16848,00	1
AT002.5015	TOLE CREUSABRO 4800 3000X1500X15	54	2,79	15	10	0	1	11	10210,32	2
DN007.0002	TRICHLORETHYLENE EN EMBALLAGE DE 5L	220	36	15	132	0	4	134	40,00	52
DP003.0010	PEINTURE SYNTHETIQUE ORDINAIRE BLANCHE	309	15,4	8	57	0	5	58	34,30	67
DP003.0142	PEINTURE SYNTHETIQUE EPOXY VERT WAGON 730	20	0	8	0	0	1	0	37,66	16
DP003.0460	PEINTURE SYNTHETIQUE ANTIROUILLE GRISE	805	27,35	21	101	0	13	110	35,50	106
DP020.0003	DILUANT SYNTHETIQUE	704	20,91	15	77	0	12	83	12,50	168
EA004.2208	TUBE FLUORESCENT INSTANTANE 1.20M 220V 40W	1920	123,64	7	455	1	32	462	20,37	217



EA007.4212	REGLETTE DOUBLE ETANCHE 1.20M 220V 60W INSTANTANEE COMPLET	100	14,14	15	23	0	8	27	164,93	17
EC001.6008	CONTACTEUR REF.LC1-D3200Q5 R/P REF.LC1D32Q7 TELEMECANIQUE	50	5	90	18	0	1	21	513,29	7
EC001.6406	CONTACTEUR REF.LC1-D5011M5 R/P REF.LC1D50M5 R/P REF.LC1D50AM	19	4,72	90	16	0	0	17	889,51	3
EC001.6706	CONTACTEUR REF.LC1D8011M5 R/P REF.LC1D80M5 TELEMECANIQUE	18	4,04	30	13	0	0	14	1184,79	3
EC001.6708	CONTACTEUR REF.LC1-D8011Q5 R/P REF.LC1D80Q5 TELEMECANIQUE	49	2,85	21	10	0	1	11	1184,79	5
EC001.6806	CONTACTEUR REF.LC1-D9511M5 R/P REF.LC1D95M5 TELEMECANIQUE	36	4,08	90	13	0	1	16	1345,77	4
EC001.6808	CONTACTEUR REF.LC1-D9511Q5 R/P REF.LC1D95Q5 TELEMECANIQUE	34	3,42	90	11	0	1	13	1345,77	4
EC011.3003	BLOC DE CONTACT TEMPO F TRAV 1/30S REF.LAD-S2 TELEMECANIQUE	40	7,02	30	16	0	2	18	290,98	8
ED013.6010	RELAIS SIRIUS 3R REF.3RS1800-1BW00 BOBINE 220V SIEMENS	10	0	90	0	0	1	2	276,36	4
ED013.6011	RELAIS SIRIUS 3R REF.3RH1122-1BB40 BOBINE 24V SIEMENS	10	0	90	0	0	1	2	164,64	6
EE007.1120	MANCHON A SERTIR EN ACIER ETAME DIA.120	1100	53,45	21	152	1	31	173	11,46	219
EE010.1913	BOITE DE JONCTION REF.M13 CELLPACK	26	2,3	21	5	0	1	6	184,89	8
EE010.1914	BOITE DE JONCTION REF.M14 CELLPACK	16	2,82	10	5	0	1	5	280,00	5
EE014.0701	COFFRET EN PVC DIM.530X430X200mm REF.ACP-GH53432 TELEMECAN	40	5,77	15	13	0	2	14	1516,92	4
EE017.0407	PROFILE COMBINE EP.1.5mmLON.2000mm REF.AM1-ED201 TELEMECAN	70	7,07	30	16	0	3	19	116,13	17
EF001.1025	CABLE SOUPLE U500 SV 1X2.5	150	35,35	30	82	0	6	88	46,00	40
EF001.1700	CABLE SOUPLE U500 SV 1X70	790	149,39	30	491	1	16	508	75,66	72
EF003.4025	CABLE SOUPLE U1000 SC 12N 4X2.5	4250	182,19	15	670	2	71	705	14,45	383
EF003.4100	CABLE SOUPLE U1000 SC 12N 4X10	5020	195,44	10	719	3	84	746	56,57	211
EF003.4160	CABLE SOUPLE U1000 SC 12N 4X16	1900	221,73	15	816	1	32	831	98,00	98
EF004.3015	CABLE RIGIDE ISOLE U1000 RO 2V 3X1.5	2000	81,64	10	300	1	33	311	5,10	443
EF004.4160	CABLE RIGIDE ISOLE U1000 RO 2V 4X16	1600	163,29	8	537	1	33	546	55,00	121
EF004.5015	CABLE RIGIDE ISOLE U1000 RO 2V 5X1.5	400		8	0	1	33	9	9,51	145
EF016.2606	CABLE F.O 6 BRINS MULTIMODE EXT ARME	300		10	0	1	25	8	48,00	56
EK001.4420	BOUTON POUSSOIR REF.XB5-AC21 TELEMECANIQUE	60	14,14	30	33	0	3	35	106,85	17
EK003.4404	RIDOIR M8X70 REF.XY2-CZ404 P/ARRET D'URGENCE TELEMECANIQUE	90	10	30	16	0	8	24	176,80	16
EK004.5223	BOITE A 2 BOUTONS MARCHE-ARRET REF.XAL-D213 TELEMECANIQUE	54	13,11	15	37	0	2	38	159,81	13
EK045.3236	FICHE MALE REF.2113236 32A 380/410V 3P+T SCAME	25	10,6	30	17	0	2	19	169,75	9
EK046.4201	SOCLE DE PRISE A ENCASTRER INCLINE PLASTRON NORMAL 84X106 3P+	25	10,6	30	17	0	2	19	145,50	9
EK049.8154	SOCLE DE PRISE EN SAILLIE INCLINE GAMME PK 16A 2P+T REF.83154 ME	30		40	0	0	3	3	334,00	7
EK058.2844	DETECTEUR DE PROXIMITE REF.XS8-C40PC440 TELEMECANIQUE	45	2,16	30	6	0	1	7	647,25	6
ES017.1017	FUSIBLE FERRAZ 10 A TYPE 660 gRB 10-10 REF.G330010	10	0	10	0	0	1	0	368,60	4
ES021.0020	DISJONCTEUR MOTEUR MTH 13-18A REF.GV2-M20 R/P REF.GV2ME20 TE	198	5,77	10	21	0	3	22	447,52	15





ES021.3040	DISJONCTEUR MOTEUR MTH 25-40A REF.GV3-M40 R/P REF.GV3ME40 R/P REF	135	5,55	30	18	0	3	21	970,40	8
ES021.3080	DISJONCTEUR MOTEUR MTH 56-80A REF.GV3-M80 R/P REF.GV3ME80 TELEME	123	5,65	30	19	0	3	21	1600,00	6
ES030.0775	DISJONCTEUR BIPOLAIRE C32A REF.20775 16A R/P REF.12993 MERLIN GERIN	50	5,77	21	16	0	1	17	58,89	21
FB001.0820	BOULON NOIR HM 8X100	150	35,35	10	130	0	3	131	1,05	267
FB001.1010	BOULON NOIR HM 10X50	270	39,47	7	145	0	5	146	0,88	392
FB001.1210	BOULON NOIR HM 12X50	9290	639,82	10	2353	5	155	2404	1,10	2059
FB001.1608	BOULON NOIR HM 16X40	720	108,07	10	398	0	12	401	3,70	312
FB001.1610	BOULON NOIR HM 16X50	3490	150,45	8	553	2	58	569	4,14	649
FB001.1612	BOULON NOIR HM 16X60	6350	466,4	10	1716	3	106	1750	2,55	1116
FB001.1614	BOULON NOIR HM 16X70	2047	361,89	7	1331	1	34	1339	2,85	599
FB001.1624	BOULON NOIR HM 16X120	920	34,57	8	127	1	15	131	4,75	311
FB001.1820	BOULON NOIR HM 18X100	420	71,87	10	264	0	7	267	10,00	145
FB001.1824	BOULON NOIR HM 18X120	274	95	8	313	0	6	314	11,01	112
FB001.2012	BOULON NOIR HM 20X60	700	51,75	15	190	0	12	196	4,15	290
FB001.2024	BOULON NOIR HM 20X120	250	12,72	8	47	0	4	48	9,70	114
FB001.3624	BOULON NOIR HM 36X120	250	25	10	58	0	10	62	146,40	29
FB020.1012	BOULON ACIER HM 10X60 CLASSE 8.8	105	22,91	3	75	0	2	76	6,50	90
FB020.1610	BOULON ACIER HM 16X50 CLASSE 8.8	550	47,87	7	176	0	9	178	8,00	185
FB020.1612	BOULON ACIER HM 16X60 CLASSE 8.8	1190	67,78	8	249	1	20	255	4,93	347
FB020.1812	BOULON ACIER HM 18X60 CLASSE 8.8	190	91,92	7	151	1	16	155	12,00	89
FB020.2012	BOULON ACIER HM 20X60 CLASSE 8.8	220	14,14	10	47	0	5	48	13,82	89
FB020.2016	BOULON ACIER HM 20X80 CLASSE 8.8	550	76,37	15	126	2	46	148	14,11	140
FB020.2420	BOULON ACIER HM 24X100 CLASSE 8.8	400	0	10	0	0	7	2	23,17	93
FB020.2422	BOULON ACIER HM 24X110 CLASSE 8.8	150	35,35	15	82	0	6	85	29,60	50
FB020.2424	BOULON ACIER HM 24X120 CLASSE 8.8	300	0	5	0	1	25	4	25,18	77
FB020.2432	BOULON ACIER HM 24X160 CLASSE 8.8	161	40,12	5	66	0	13	68	44,30	43
FB020.3032	BOULON ACIER HM 30X160 CLASSE 8.8	100		7	0	0	8	2	54,60	30
FB031.1006	BOULON INOX 316L HM 10X30	200	0	5	0	0	8	1	3,80	162
FE001.1116	ECROU ACIER HM 16 CLASSE 8	4167	116,85	10	430	2	69	453	0,90	1522
FE001.1124	ECROU ACIER HM 24 CLASSE 8	369	37,38	15	137	0	6	141	2,70	261
FE001.1130	ECROU ACIER HM 30 CLASSE 8	258	18,68	8	69	0	4	70	6,33	143
FE001.1910	ECROU ACIER INOX 316L HM 10	300	22,36	10	82	0	5	84	1,44	323
FE001.5108	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 8 CLASSE 8	2003	72,26	10	266	1	33	277	0,24	2043



FE001.5110	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 10 CLASSE 8	4625	138,33	7	509	3	77	527	0,57	2014
FE001.5112	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 12 CLASSE 8	5946	127,85	10	470	3	99	503	0,80	1928
FE001.5116	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 16 CLASSE 8	19314	217,06	7	798	11	322	872	1,68	2398
FE001.5118	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 18 CLASSE 8	4038	185,66	8	683	2	67	701	2,12	976
FE001.5120	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 20 CLASSE 8	1984	96	10	353	1	33	364	3,36	543
FE001.5122	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 22 CLASSE 8	220	25,16	21	83	0	5	86	5,09	147
FE001.5124	ECROU NYLSTOP ACIER ZINGUE HM 24 CLASSE 8	1060	49,92	10	184	1	18	189	7,87	260
FE002.1012	RONDELLE PLATE ACIER M12	880	29,66	15	109	0	15	116	0,19	1522
FE002.1016	RONDELLE PLATE ACIER M16	15680	227,92	10	838	9	261	924	0,29	5199
FE002.1018	RONDELLE PLATE ACIER M18	4366	496,65	15	1827	2	73	1863	0,40	2336
FE002.1020	RONDELLE PLATE ACIER M20	2894	107,19	8	394	2	48	407	0,50	1701
FE002.1024	RONDELLE PLATE ACIER M24	1770	60,4	8	222	1	30	230	0,75	1086
FE002.1030	RONDELLE PLATE ACIER M30	140	12,9	10	47	0	2	48	0,97	269
FE002.1036	RONDELLE PLATE ACIER M36X65X5	150	35,35	15	82	0	6	85	2,00	194
FE002.6012	RONDELLE PLATE ACIER INOX 316L M12	800	141,42	5	520	0	13	522	0,95	649
FG001.2037	AGRAFE BELMASTER 1"1/2 P/BANDE TRANSPORTEUSE	100		2	0	0	8	1	510,00	10
FT001.1030	TIGE FILETEE EN ACIER M30	92	4,82	10	18	0	2	18	90,00	23
FT001.8010	TIGE FILETEE EN ACIER INOX 316L M10	53	2,31	15	8	0	1	9	44,40	24
FV004.1212	VIS CHC NOIR M12X60	150	35,35	8	58	0	13	61	3,84	140
FV006.0508	VIS ACIER HR HM5X40 CLASSE 8.8	550	47,87	4	79	2	46	85	0,65	650
FV006.0510	VIS ACIER HR HM5X50 CLASSE 8.8	550	47,87	4	79	2	46	85	0,78	594
FV006.0514	VIS ACIER HR HM5X70 CLASSE 8.8	100		3	0	0	8	1	1,60	177
FV006.0518	VIS ACIER HR HM5X90 CLASSE 8.8	100		3	0	0	8	1	2,10	154
FV006.0608	VIS ACIER HR HM6X40 CLASSE 8.8	625	19,66	15	72	0	10	77	0,62	710
FV006.1010	VIS ACIER HR HM10X50 CLASSE 8.8	450	62,91	7	231	0	8	233	1,90	344
FV006.1014	VIS ACIER HR HM10X70 CLASSE 8.8	500	50	8	184	0	8	186	3,12	283
FV006.1206	VIS ACIER HR HM12X30 CLASSE 8.8	2450	91,38	4	336	1	41	341	2,03	777
FV006.1210	VIS ACIER HR HM12X50 CLASSE 8.8	1250	62,97	4	232	1	21	234	2,59	491
FV006.1212	VIS ACIER HR HM12X60 CLASSE 8.8	1825	50,76	15	187	1	30	202	3,06	546
FV006.1214	VIS ACIER HR HM12X70 CLASSE 8.8	550	65,24	5	240	0	9	241	3,68	273
FV006.1608	VIS ACIER HR HM16X40 CLASSE 8.8	285	33,46	5	95	0	8	97	5,00	169
FV006.1610	VIS ACIER HR HM16X50 CLASSE 8.8	960	74,66	4	275	1	16	277	5,40	298
FV006.1612	VIS ACIER HR HM16X60 CLASSE 8.8	1995	42,06	10	120	2	55	138	4,35	479



FV006.1614	VIS ACIER HR HM16X70 CLASSE 8.8	1395	110,61	7	407	1	23	412	6,26	334
FV006.1616	VIS ACIER HR HM16X80 CLASSE 8.8	1500	39,31	7	145	1	25	150	8,32	300
FV006.1820	VIS ACIER HR HM18X100 CLASSE 8.8	750	44,98	15	148	1	16	156	14,46	161
FV006.2020	VIS ACIER HR HM20X100 CLASSE 8.8	20		10	0	0	2	1	15,72	25
FV006.2420	VIS ACIER HR HM24X100 CLASSE 8.8	100	0	3	0	0	8	1	23,00	47
FV006.3025	VIS ACIER HR HM30X150 CLASSE 8.8	250	35,35	10	58	1	21	65	55,50	47
FV006.3340	VIS ACIER HR HM33X200 CLASSE 8.8	30		10	0	0	3	1	172,50	9
FV008.0806	VIS FHC ACIER M8X30 TETE FRAISEE 6 PANS CREUX	50		10	0	0	4	1	1,20	144
FV008.1208	VIS FHC ACIER M12X40 TETE FRAISEE 6 PANS CREUX	100		8	0	0	8	2	3,68	117
FV008.1610	VIS FHC ACIER M16X50 TETE FRAISEE 6 PANS CREUX	3100	253,19	10	931	2	52	948	7,50	455
FV008.1612	VIS FHC ACIER M16X60 TETE FRAISEE 6 PANS CREUX	3750	187,45	7	690	2	63	704	11,00	413
FV014.1214	VIS CHC ACIER HR M12X70 CLASSE 8.8	100		5	0	0	8	1	2,90	131
FV014.1610	VIS CHC ACIER HR M16X50 CLASSE 8.8	100		5	0	0	8	1	5,04	100
FV014.2014	VIS CHC ACIER HR M20X70 CLASSE 8.8	1784	188,88	10	695	1	30	705	5,65	397
FV094.3815	VIS ACIER H UNF 3/8X1 1/2 GRADE 5	480	69,28	10	161	1	20	168	2,94	286
FV094.7113	VIS ACIER H UNF 7/16X1 1/4 GRADE 5 CLASSE 8.8	300	0	8	0	0	5	1	4,92	175
JE213.1610	ROULEMENT 21316 E	61	2,04	3	7	0	1	7	719,74	7
JY082.1106	JOINT DECOUPE KLINGER GRAPHITE ARME EP.3 DN100	40		4	0	0	3	0	24,00	29
KM006.1010	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.10 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	123	35,51	8	58	0	10	61	3,69	129
KM006.1018	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.18 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	86	14,36	4	24	0	7	25	11,89	60
KM006.1020	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.20 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	14		8	0	0	1	0	12,14	24
KM006.1022	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.22 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	131	50,2	4	83	0	11	84	14,20	68
KM006.1024	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.24 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	196	16,4	5	27	1	16	30	14,50	82
KM006.1028	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.28 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	124	31,11	5	51	0	10	53	29,33	46
KM006.1038	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.38 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	40		3	0	0	3	0	91,71	15
KM006.1050	SERRE CABLE A ETRIER GALVANISE DIA.50 SERIE RENFORCEE PRESENTATION ELECTRO-ZINGUEE	100		6	0	0	8	2	114,00	21
KM006.3022	MANILLE FORME DROITE EN ACIER ALLIE AXE VISSE CMU 4.75 TONNES DIA.AXE 22.4mm	12		3	0	0	1	0	51,00	11
KM006.3027	MANILLE DROITE GALVANISEE DIA.AXE 27MM DE 3T	12		10	0	0	1	0	45,00	12
KT009.1100	COURROIE TRAPEZOIDALE SPZ 1100	39	10,44		17	0	3	17	18,88	32
KT009.1112	COURROIE TRAPEZOIDALE SPZ 1112	20		4	0	0	2	0	18,55	23
KT009.1437	COURROIE TRAPEZOIDALE SPZ 1437	34	2,33	3	4	0	3	4	62,00	17
MA002.2230	MEULE A TRANCONNER EP.3.2 DIA.230	550	104,08	8	171	2	46	183	16,07	131
MDO02.2110	LAME DE SCIE A METAUX HSS 300X10 REF.660.10 R/P. REF.660A.10 FACOM	600	0	26	0	2	50	43	30,21	100



MJ007.0527	DISQUE ABRASIF DIM.50X19 18Mo REF.5958827 TIP TOP	100		100	0	0	8	27	264,65	14
MS001.2040	PINCEAU DE PEINTURE PLAT N°40	12	5,65	10	9	0	1	10	12,00	22
MT001.7111	BALAIS DE CONTONNIER EN PLASTIQUE	15	1	10	2	0	1	2	85,00	9
NH001.2634	HUILE INDUSTRIE ISO VG 460 REF.OL-torqGear 460 Oilibya	65	1,61	6	6	0	1	6	3324,20	3
NH003.7120	GRAISSE SKF LGMT 3 VISCOSITE 120	260	14,52	8	53	0	4	55	80,00	40
NH006.0120	GRAISSE THERMEX 1337 EP2 CONDAT	120	2,77	8	8	0	3	9	5114,03	3
NH006.0127	GRAISSE PULGIR CONDAT	3780	133,92	7	312	5	158	348	45,00	205
NH006.0240	HUILE AEROPRESS XR 46 CONDAT	2580	239,22	10	557	4	108	592	119,50	104
RP011.7825	CHAMBRE A AIR 825X15	85	5	15	18	0	1	19	147,27	17
SG012.1150	BANDE DE REPARATION TOILEE REF.5315745 150x10000 TIP TOP	23	1,79	30	7	0	0	7	2030,00	2
SG012.1220	BANDE DE REPARATION TOILEE REF.5315752 220x10000 TIP TOP	66	2,93	15	11	0	1	11	3252,00	3
SG012.2150	BANDE DE REPARATION REF.5317743 150X10000 TIP TOP	30	1,83	15	4	0	1	5	1173,00	4
SG019.0167	DURCISSEUR E40 TIP TOP REF.5251067 EN FLACON DE 30GRS TIP TOP	1147	80,8	3	297	1	19	299	52,30	105
SG025.4383	BANDE TRANS.DE 800 3 PLIS CL.630 REV.8+3	260	98,99	21	282	0	7	287	650,00	14
SG025.6383	BANDE TRANS.DE 1200 3 PLIS CL.630 REV.8+3	1200	89,44	21	294	1	25	312	770,00	28
SG034.2220	BARRE DE GLISSEMENT ANTI-CHOC DIM.100X100X1220	118	14,27	60	52	0	2	56	2100,00	5
TD002.1020	FLEXIBLE HAVEUSE DIA.20	100		3	0	0	8	1	70,00	27
TD002.2019	FLEXIBLE SIMOUNE 18BAR DIA.19 A AIR COMPRIME	2450	71,8	21	264	1	41	292	16,00	277
TD002.2025	FLEXIBLE SIMOUNE 18BAR DIA.25 A AIR COMPRIME	4600	126,16	15	464	3	77	502	24,00	310
TP001.3600	VENTUBE EN PLASTIQUE EP.350µM DIA.600	2200	331,66	8	772	3	92	796	17,50	251
TT001.2202	TUBE EN ACIER GALVANISÉ MANCHONÉ FILTÉ (MF) PN10 DN15	240	25,15	15	93	0	4	94	15,68	87
TT002.5106	MAMELON HEXAG. MM EN ACIER PN10 DN32	19	2,21	5	8	0	0	8	15,40	25
TT010.2104	BRIDE PLATE A SOUDER EN ACIER PN10 DN25 4 TROUS	460	183,84	8	428	1	19	433	18,00	113
TT062.0110	MANCHON EGAL EN PE-HD PN10 De110 REF.510 ASTOR	184	5,17	15	19	0	3	21	262,50	19
TV001.1102	VANNE ABS 1/4 DE TOUR TARAUDEE PN10 DN15 CORPS FONTE	85	3,77	15	14	0	1	15	48,50	30
TV001.1103	VANNE ABS 1/4 DE TOUR TARAUDEE PN10 DN20 CORPS FONTE	30		15	0	0	3	1	28,00	23
TV021.7107	VANNE À BOISSEAU SPHÉRIQUE MONOBLOC PN55 1/4 DE TOUR DN50 PASSAGE RÉD	54	11,35	15	26	0	2	28	570,36	7
TX006.2302	FLEXIBLE HYDRAULIQUE ROCKMASTER TM/4SP M-12 MANULI	10		15	0	0	1	0	140,65	6
TX023.3017	EMBOUT FEMELLE A SERTIR JIC 37ø DROIT REF.4H4721A-4-4	1110	40,6	21	149	1	19	162	5,63	314
XE011.8009	DETECTEUR MAGNETIQUE TIEFENBACH TYPE WK177L124-250V 100W-100VA DEILMA	10	1,14	60	2	0	1	4	3174,71	1
XE011.8058	AIMANT M10 SUED TIEFENBACH P/MACHINE D'EXTRACTION SIEMAG KOEPE A 4 CAB	10		60	0	0	1	2	504,81	3
XE014.0070	DETECTEUR MAGNETIQUE BISTABLE REF.WK509-K226 TIEFENBACH	25	4,5	30	17	0	0	17	7462,22	1

