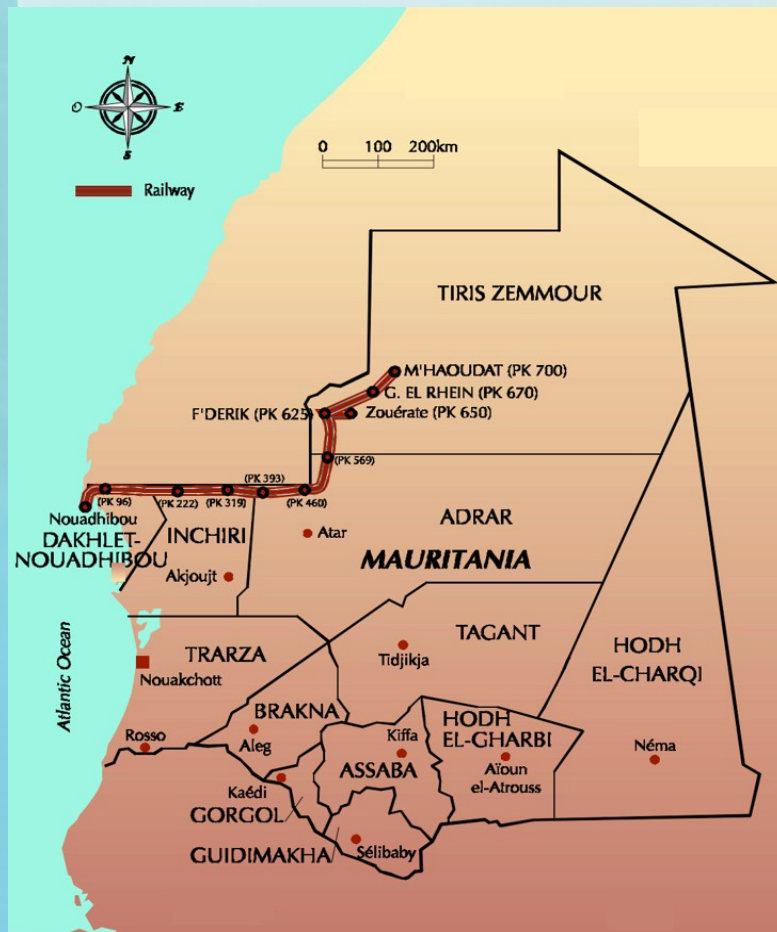


Société Nationale Industrielle et Minière

- ❖ Présentation générale de l'entreprise
- ❖ Focus sur l'enrichissement du minerai de fer en Mauritanie





Plan de la présentation:

I. Présentation Générale:

- ≈ La Société:
 - ≈ Dates Clés
 - ≈ Ancrage dans le secteur minier
 - ≈ Des opérations intégrées
 - ≈ Une société d'économie mixte
 - ≈ Un Acteur important dans le pays
- ≈ Les principales opérations:
 - ≈ Localisation
 - ≈ Les centres d'exploitation minière
- ≈ Les installations:
 - ≈ Manutentions et Usines
 - ≈ Le chemin de fer
 - ≈ Les installations de Nouadhibou
 - ≈ Port minéralier
- ◆ Outils de gestion
- ◆ Exportations
- ◆ Modernisation et développement
- ◆ Une entreprise citoyenne
- ◆ Intégration à l'économie nationale

II. Focus sur l'enrichissement du minerai magnétique

Dates clés

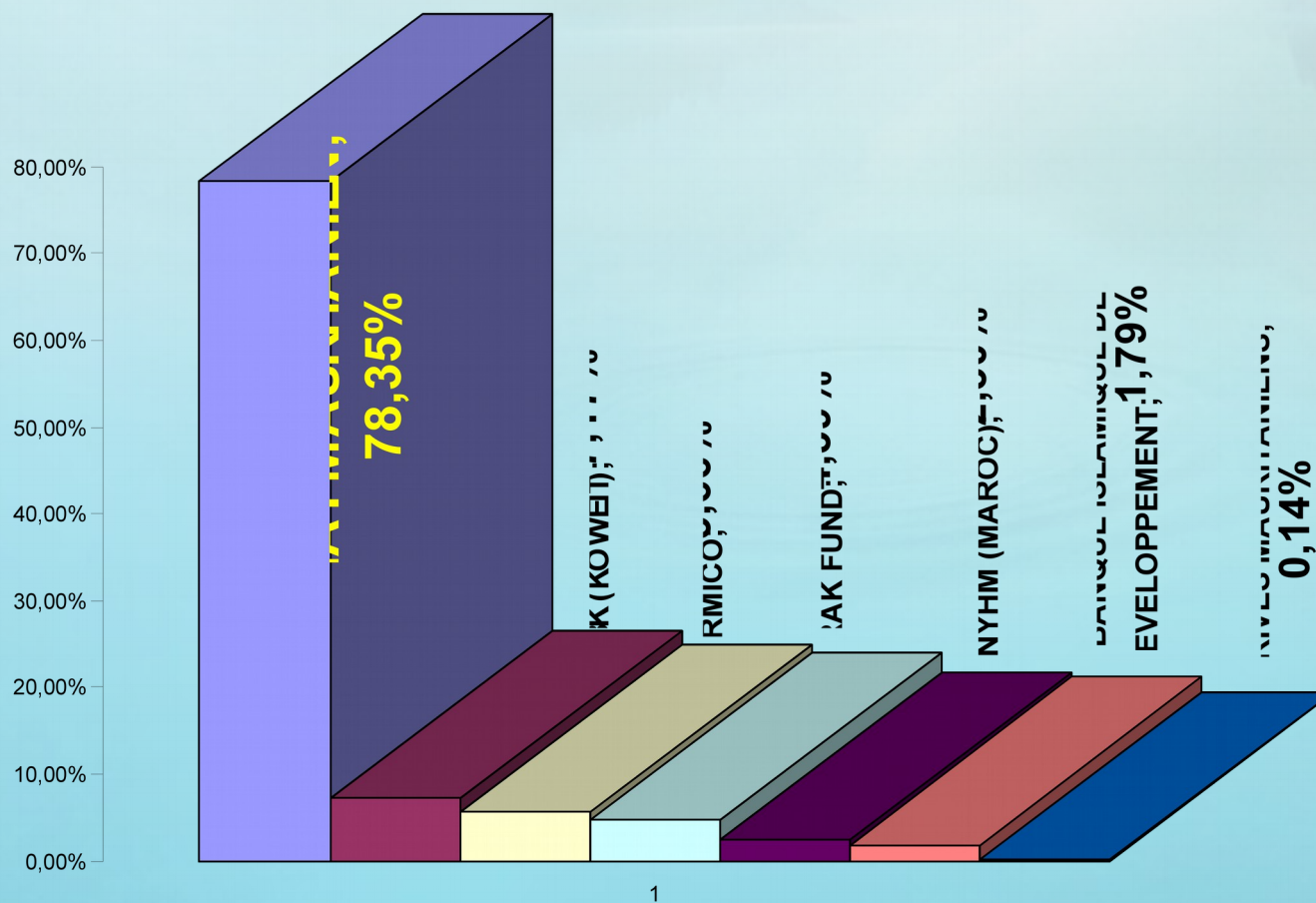
- 1963** : Début de la Production à Zouerate
- 1984** : Démarrage de l'usine de Guelb 1 (enrichissement des minerais magnétiques)
- 1994** : Démarrage de la mine de M'Haoudat (minerai naturellement riche)
- 2003** : Démarrage de la manutention TO14 (minerai naturellement riche)
- 2013**: Construction d'un nouveau port
- 2016**: Démarrage de l'usine du Guelb 2,



Ancrage dans le secteur minier

- ❖ Plus de 53 années d'expérience dans le domaine du minerai de fer
- ❖ 2ème producteur de minerai de fer Africain
- ❖ Partenariat de longue date avec les plus grands sidérurgistes
- ❖ Plus de 500 Mt exportées depuis 1963
- ❖ Capacité annuelle: 18 Mt
- ❖ Une main-d'œuvre expérimentée travaillant dans un environnement difficile
- ❖ Expertise reconnue dans différents domaines
- ❖ Un système de formation dynamique et adapté
- ❖ Certification ISO 9001 (AFAC AFNOR) depuis 2005 et ISO 14001
- ❖ Maîtrise de la totalité de la chaîne des opérations : recherche, exploitation, chemin de fer, port, production de l'eau et de l'électricité, maintenance, commercialisation, logistique, etc..

Une société d'économie mixte



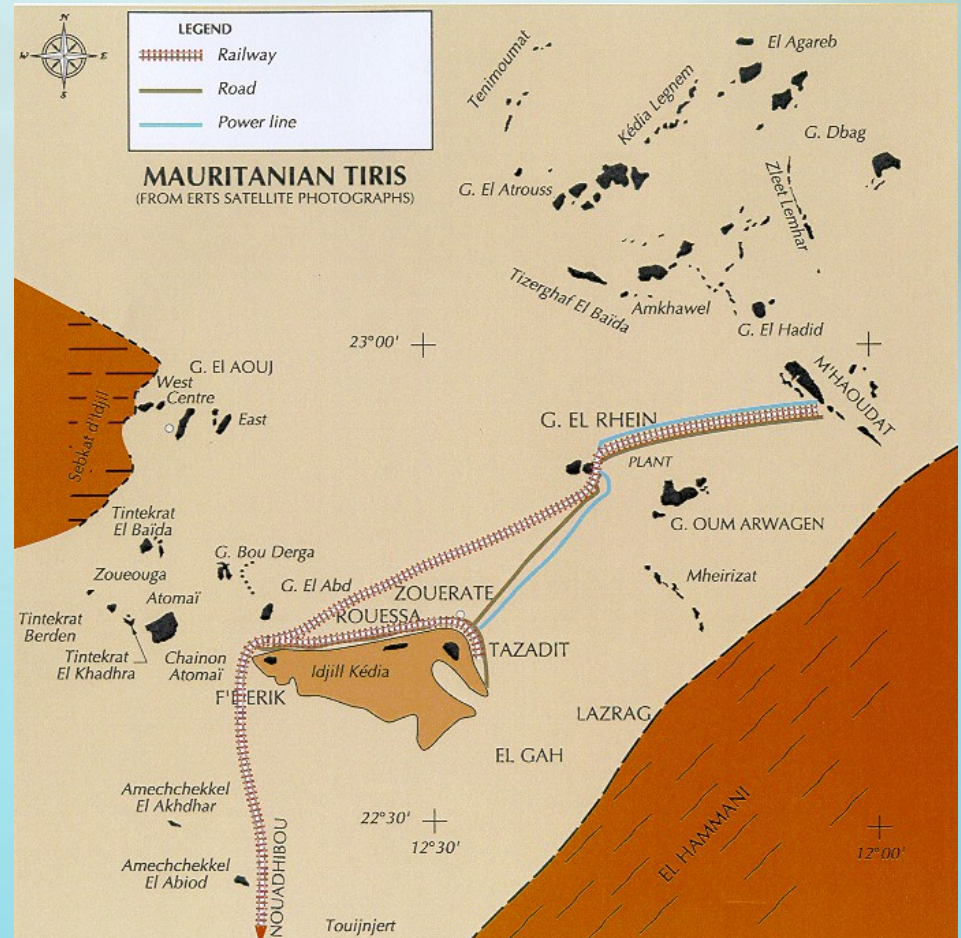
Société Nationale Industrielle et Minière

Un acteur économique majeur

- ❖ Premier employeur après l'État: 6400 emplois directs
- ❖ Chiffre d'affaires annuel : \$ 745 millions (moyenne sur 3 ans)
 - ✓ Part dans les exportations du pays: 34%
 - ✓ Contribution au budget de l'Etat: 14%
 - ✓ Contribution au PIB : 11%
- ❖ Fourniture de services pour les populations locales du Nord:
 - ✓ Eau
 - ✓ Electricité
 - ✓ Transport de personnes et de marchandises
 - ✓ Assistance aux collectivités locales dans les domaines culturel et sanitaire
- ❖ Vecteur de transfert de technologies
- ❖ Pourvoyeur de compétences nationales

Localisation

- Les opérations minières ont lieu dans la région de TIRIS ZEMMOUR, dans le Nord du pays
- La zone minière est reliée au port en eau profonde de Nouadhibou par une ligne de chemin de fer de 700 km
- Un programme de recherche minière intensif a permis à la SNIM de garantir la continuité de l'exploitation et d'assurer sa pérennité.



Les centres d'exploitation minière

Les minerais naturellement riches (Kedia et M 'Haoudat) et les concentrés (Guelbs) sont produits dans trois sites miniers à ciel ouvert:

La Kedia Idjil: Les premiers sites (F 'Derik, Tazadit 1, Azouazil) exploités depuis 1963 sont aujourd'hui épuisés , mais l'exploitation se poursuit à la Kedia avec TO14 et d'autres petits sites. Capacité totale: 5,5 Mt/an.

M'Haoudat : Chaînon de 14 km de long comprenant 4 fosses. Il est exploité depuis 1994. Capacité de production: 3,5 Mt /an.

Guelb Rhein: Il est exploité depuis 1984. On y trouve du minerai magnétique pauvre (37%Fe). Capacité de production installée: 22 Mt/an de tout venant qui est traité (enrichi) pour en sortir 9 Mt/an de concentrés,



Usines et manutentions

La SNIM exploite actuellement 4 installations :

- ❖ **Rouessa:** Elle tourne depuis 1972 et comporte 2 concasseurs primaires (200mm), 2 concasseurs secondaires (40mm), 2 concasseurs tertiaires, 4 stackers , 2 roues-pelles et une installation de chargement de wagons.
- ❖ **TO14:** Cette installation a démarré en 2003. Elle comprend un concasseur primaire (200 mm), un concasseur secondaire (40 mm) et une installation de chargement en continu des wagons.
- ❖ **M'haoudat:** Elle a démarré en 1994 et comprend un concasseur primaire (200 mm), 3 concasseurs secondaires (90 mm), un stacker, une roue-pelle et un système de chargement de wagons.



Usines et manutentions

- ❖ **Guelbs:** Le tout venant descendu de la mine est concassé par des concasseurs primaires (300 mm) d'une capacité totale de 6500 t/h. Le minerai concassé est stocké sur une aire de stockage, puis repris par des roue-pelles pour alimenter les usines d'enrichissement (GuelbI et GuelbII). La première usine a été mise en service en 1984 et la deuxième en 2015.

Les minerais magnétiques appelés TS sont enrichis par un procédé à sec, en raison du manque d'eau dans la région. Le produit final (GMAB) titre 66%Fe (il peut aller jusqu'à 68% Fe dans la nouvelle usine).

La mise en place d'une unité de séparation gravimétrique, permet aujourd'hui le traitement de la partie oxydée du gisement (TH) pour produire un concentré (GFM) à 64% Fe.



Le chemin de fer

- ❖ L'unique chemin de fer en Mauritanie
- ❖ Écartement : Normal (1435 mm)
- ❖ Longueur totale de la voie : 700 km
- ❖ Charge à l'essieu : 30t
- ❖ 3 à 4 trains chargés (210 wagons par train) et 3 à 4 trains vides
- ❖ Vitesse: 60 Km/h
- ❖ Longueur du train : jusqu'à 2.5 km
- ❖ 6 bases pour la maintenance de la voie
- ❖ Capacité de transport : 18 Mt/an
- ❖ 13 évitements
- ❖ 1850 wagons dont 1650 minéraliers
- ❖ Un parc de locomotives: CC GM types SDL 40 – 2 et SD70



Les installations de la manutention de Nouadhibou

Deux culbuteurs assurent le déchargement des wagons à une cadence moyenne respective de 6000 t/h et 3500 t/h,

La capacité de stockage totale au port est de 2 Mt,

Une usine d'une capacité de 8 Mt/an assure le traitement des produits de pré-criblage pour la production:

- De fines : 0-10 mm
- De calibrés 10-40 mm



Le port minéralier de Nouadhibou

Il est localisé dans la « Baie du Lévrier » et bénéficie de ce fait de conditions extrêmement favorables, permettant de faire entrer et sortir des bateaux de grand tonnage sans remorqueurs.

Les installations de chargement comprennent :

2 roues-pelles: 1x2000t/h +1x6000t/h,

2 shiploaders ayant une capacité de 5000 t/h pour l'un et 10000 t/h pour l'autre,

2 quais capables d'accueillir des minéraliers jusqu'à 170 000 tonnes,



Gestion de la qualité

- ❖ Analyses chimiques des échantillons
- ❖ Analyses chimiques pour la recherche minière

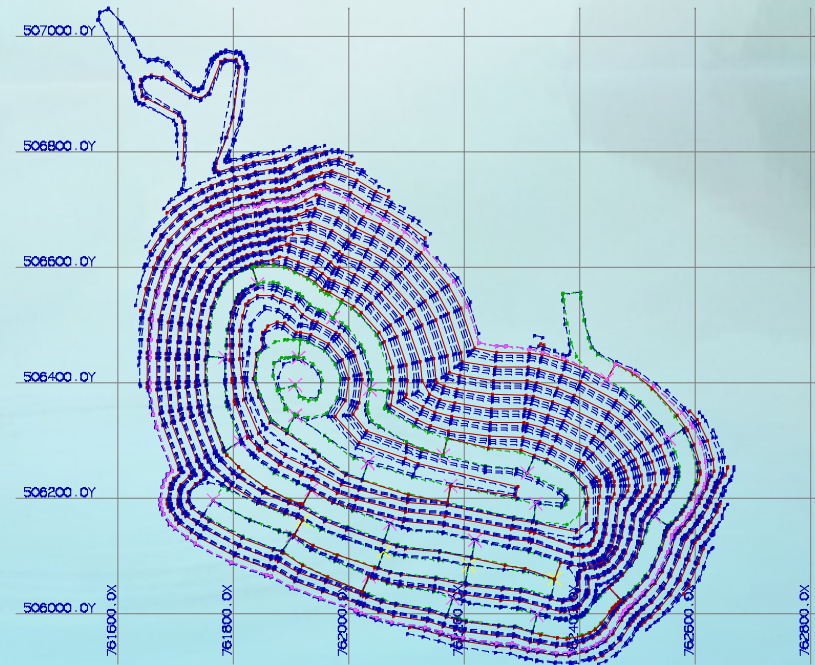
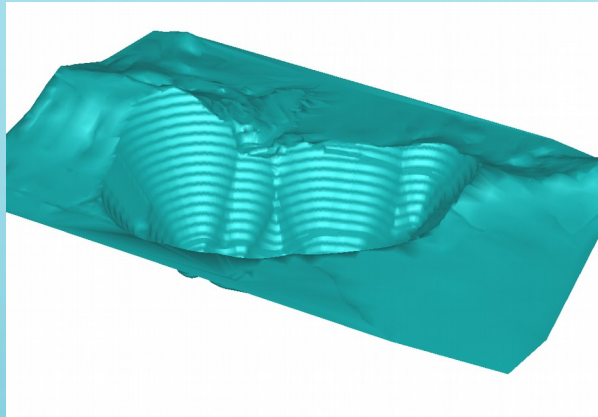
Les équipements de contrôle:

- ✓ Un laboratoire de Chimie Humide
- ✓ Un Appareil à Fluorescence X
- ✓ Un appareil à absorption atomique
- ✓ Un spectro-photocolorimètre



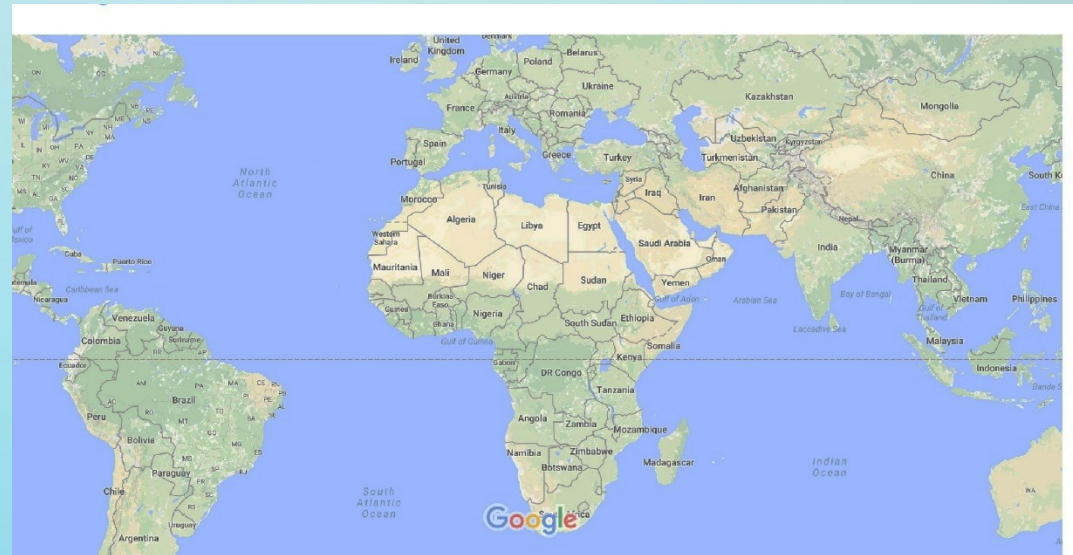
Les nouvelles technologies

- ❖ Modélisation des gisements
- ❖ Optimisation des fosses
- ❖ Locomotives équipées de boîtes noires
- ❖ Gestion de la circulation des trains
- ❖ Salle de commande des opérations
- ❖ Contrôle ultrasoniques des rails
- ❖ Volée ore control



La SNIM en tant que opérateur minier

- ❖ Un opérateur fiable sur le marché du minerai de fer
- ❖ Des relations de longue date avec les principaux sidérurgistes
- ❖ Présence historique sur le marché européen
- ❖ Forte présence sur le marché asiatique (Chine)
- ❖ Répartition des ventes (moyenne sur 3 ans):
 - ✓ Europe: 27%
 - ✓ Asie (Chine): 73%



Projets de développement

- ❖ Construction d'une manutention à TO14
 - ✓ Capacité: 2 millions de fines
 - ✓ Démarrage prévu en 2017
- ❖ Dragage du chenal pour permettre le chargement de bateaux de 230 000 t (en cours de traitement).
- ❖ Extension des parcs de stockage du port et acquisition d'une nouvelle roue-pelle de chargement (en cours)
- ❖ D'autres projets importants sont actuellement à l'étude
 - ✓ Projet de 3 millions de tonnes à FDEIRICK (étude en cours)
 - ✓ Modernisation de l'usine du Guelb 1 (étude terminée)
 - ✓ Construction d'une nouvelle centrale électrique de 30 Mw à Zouérate
 - ✓ Construction d'une nouvelle centrale solaire de 12 Mw à Zouerate

Leur réalisation permettra à la SNIM d'atteindre une capacité de 21 Mt/an à l'horizon 2020

Partenariats de développement

- ❖ Takamul (SNIM-SABIC)
- ❖ El Aouj Mining Company (SNIM- Glencore)
- ❖ Tazadit underground Mine (SNIM-Minesmetals)

Développement durable

❖ *Protection de l'environnement*

- ✓ Des plans de gestion environnementale couvrant l'ensemble des sites de production
- ✓ Un système de gestion environnementale (certification ISO 14001)

❖ *Appui aux populations locales*

- ✓ Une Fondation pour l'appui au développement local et la réinsertion des retraités (santé, éducation, infrastructures de base, microfinance)
- ✓ Fourniture de services de base aux populations du couloir Nouadhibou-Zouerate (électricité, eau)
- ✓ Transport des personnes et des marchandises par train
- ✓ Assistance aux collectivités locales dans les domaines culturels et sanitaires



Présentation générale/Une entreprise intégrée à l'économie nationale

Filiales du Groupe SNIM



COMECA s.a



SAMMA s.a

Somasert



GMM s.a



Société Nationale Industrielle et Minière

Le cas de l'usine Guelb I

Les usines du Guelb sont conçues pour enrichir la magnétite du Guelb Rhein qui est naturellement pauvre (37% de Fe), afin d'en fabriquer un concentré appelé GMAB (avec une teneur de 66% de Fe au Guelb I et 68% au Guelb II).

Pour décrire ce procédé, nous allons prendre l'exemple de l'usine du Guelb I
Au niveau de cette installations, les principales étapes d'enrichissement de minerai sont:

Le concassage primaire :

Il est effectué par un concasseur giratoire alimenté par des blocs ayant une granulométrie de 0 à 1500 mm. A la sortie de ce concasseur, la granulométrie passe à 250mm au maximum.

Le broyage Aerofall :

Il permet la réduction du minerai provenant du concasseur primaire, à une dimension entre 0 et 12 mm. Pour cela il utilise des boulets en acier de 125 mm de diamètre.

Le cas de l'usine Guelb I

- ❖ La classification verticale : elle permet de séparer les grenues des fines en utilisant la dépression créée par un ventilateur puissant (de 2500 Kw). Ces grenues passent au criblage tandis que les fines alimentent des cyclones permettant d'avoir une sous verse (under flow) envoyée vers la séparation magnétique, et une sur-verse fine (over flow) dirigée vers un filtre- électrostatique pour l'épuration du gaz chargé avant d'être dégagé dans l'atmosphère par les cheminées.
- ❖ Le criblage : les toiles de cribles sont à 1,6 mm ; le passant alimente la séparation magnétique et le refus retourne vers des presses à rouleaux (HPGR).
- ❖ La séparation magnétique: C'est le cœur du procédé et il permet d'obtenir trois produits: un concentré, un mixte et un rejet
- ❖ Le rebroyage : il est effectué par une presse à rouleaux pour réduire les dimensions des mixtes et du refus des cribles, qui constituent la charge circulante de l'usine

Le cas de l'usine Guelb I

D'autres méthodes de séparation (enrichissement) ont été introduites plus tard au niveau de cette usine.

Elles répondent à un besoin spécifique pour le traitement de certains produits qui ne passent pas bien à la séparation magnétique à sec.

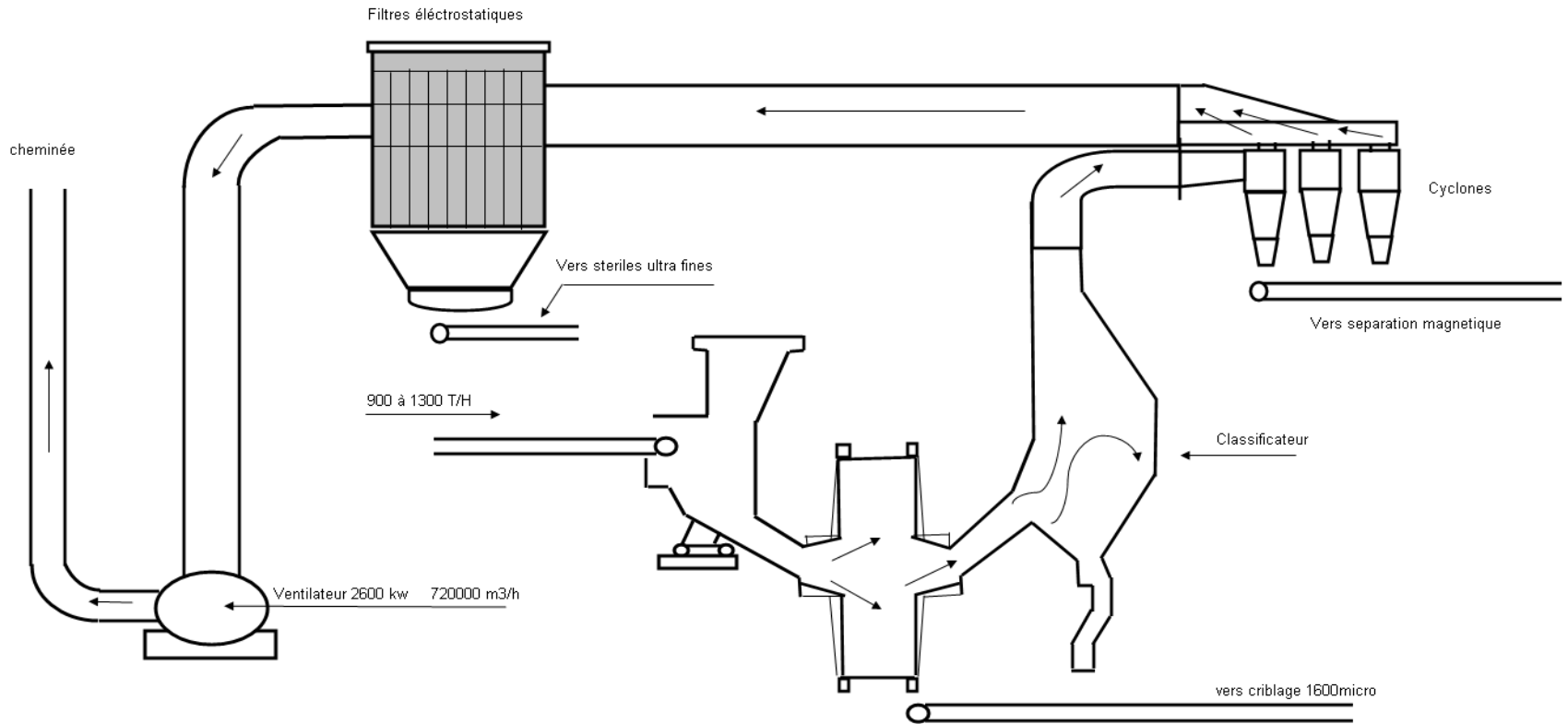
Il s'agit de:

- ❖ La spirale (démarrage 2005): c'est une séparation gravimétrique pour les mixtes oxydés. Ici, on joue sur la différence de densité pour produire un concentré oxydé appelé GFM à 64,0% de Fe
- ❖ La SMH (séparation magnétique humide) qui a « démarré » en 2007: elle est conçue pour traiter les fines magnétiques de 0 à 400 microns. Elle devait permettre essentiellement d'améliorer l'environnement de l'usine; mais, en réalité, elle n'a jamais bien marché



Le cas de l'usine Guelb I/Schéma de traitement

BROYEUR AEROFALL



Le cas de l'usine Guelb I/Procédé de séparation magnétique à basse intensité (SMBI) à sec

Les séparateurs sont équipés d'un tambour (virole) à l'intérieur duquel se trouve une couronne d'aimants permanents fixes.

Le minerai est envoyé sur le tambour au niveau de la couronne alimentée; les particules ferromagnétiques attirées dans le champ se collent au tambour et y adhèrent sous l'action de la force magnétique. Après quoi, la rotation du tambour les amène à l'arrière de celui-ci, dans une zone de champ magnétique plus faible où elles sont décollées.

Les particules non magnétiques sont éjectées du tambour sous l'action de la vitesse de ce dernier. Leur trajectoire est naturellement différente de celle des particules ferromagnétiques.

Le cas de l'usine Guelb I/Procédé de séparation magnétique à basse intensité (SMBI) à sec

Les forces principales en jeu au niveau des séparateurs magnétiques sont:

- ✓ La force d'attraction magnétique
- ✓ Les forces de gravité et centrifuge qui tendent à détacher et à éjecter les particules.

Les appareils à aimants permanents présentent l'avantage de:

- ✓ Pouvoir fonctionner en atmosphère poussiéreuse sans détérioration;
- ✓ Consommer peu d'énergétique ;
- ✓ Etre simple et robuste

Ces séparateurs à sec (image) sont utilisés à la SNIM (Guelb I) pour l'enrichissement du minerai de fer quartzite à magnétite, depuis 1984.



Le cas de l'usine Guelb I/Procédé de séparation magnétique à basse intensité (SMBI) à sec

Le débit du minerai arrivant sur les séparateurs dépend de deux facteurs:

- ✓ L'ouverture de la trappe à casque qui alimente le tambour (elle varie de 0 à 100mm)
- ✓ La vitesse de rotation de l'alimentateur (0,25-1,65 m/s).

Un groupe séparateur comprend: 1 séparateur de 1er passage et 2 séparateurs de 2 ème passage (voir schéma ci-dessous).

Le premier passage : intensité du champ =1000 Gauss

Le comportement des particules est fonction de leur teneur en fer et de leur masse.

En fonction de la teneur visée sur le concentré (66% Fe ou moins), on agit sur la vitesse du séparateur pour trouver un compromis entre le tonnage et cette teneur.

Quand le séparateur tourne à une vitesse élevée, on obtient un tonnage concentré faible mais une teneur très riche et vice versa.

Ce passage permet d'avoir deux produits: un concentré définitif et un pré concentré (mixtes).

Le cas de l'usine Guelb I/Procédé de séparation magnétique à basse intensité (SMBI) à sec

Deuxième passage : 2100 Gauss

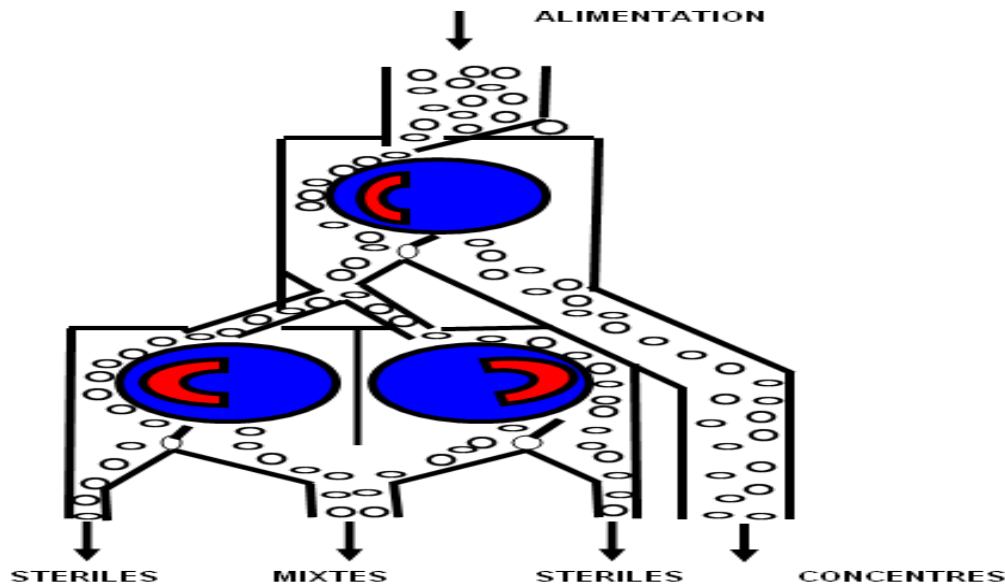
C'est le lieu où s'effectue la séparation du pré concentré en mixtes et stérile définitifs. Il tourne à une vitesse réduite par rapport à celle du premier passage pour récupérer le maximum des particules magnétiques, afin de minimiser les pertes de fer dans le stérile. L'intensité du deuxième passage est deux fois supérieure à celle du premier pour que le séparateur soit en mesure de capter les particules moyennement magnétiques (voir schéma en bas).

Le cas de l'usine Guelb I/Procédé de séparation magnétique à basse intensité (SMBI) à sec

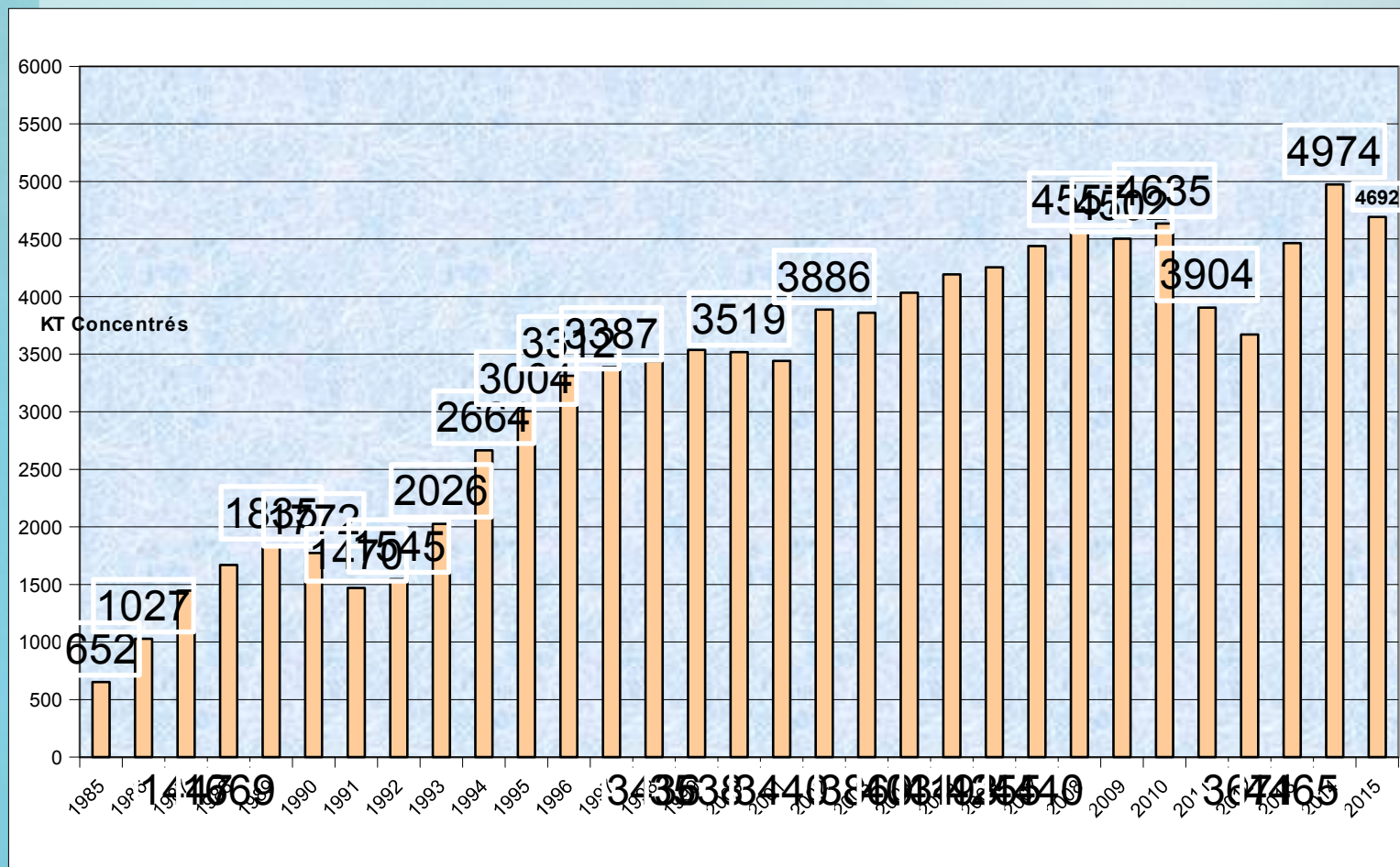
SCHEMA DE PRINCIPE D'UN ENSEMBLE DE 3 SEPARATEURS MAGNETIQUES A AIMANTS PERMANENTS

* Débit 50 à 200 t/h par ensemble

* Tambour Diamètre : 90 cm
Longueur : 200 cm



Le cas de l'usine Guelb I/Un cumul de 30Mt sur 30 ans



Retour d'expérience

L'exploitation de l'usine Guelb I pendant de longues années, a permis à la SNIM de capitaliser une expérience non négligeable dans le domaine de l'enrichissement du minerai de fer magnétique.

Au point de vue difficultés rencontrées au niveau de cette usine, nous pouvons citer essentiellement:

- Un niveau d'empoussièrement très élevé
- Faible débit des broyeurs Aerofall (vieille technologie) avec un coût d'exploitation très onéreux (maintenance difficile),
- Consommation énergétique élevée ;
- Difficulté de produire un concentré super-riche à partir du minerai TS2 (minerai magnétique fin), surtout que le marché est devenu très exigeant (tendance pour un taux de silice $< 5\%$, alors que celle du produit GI est $>$ ou $=$ à 7%).

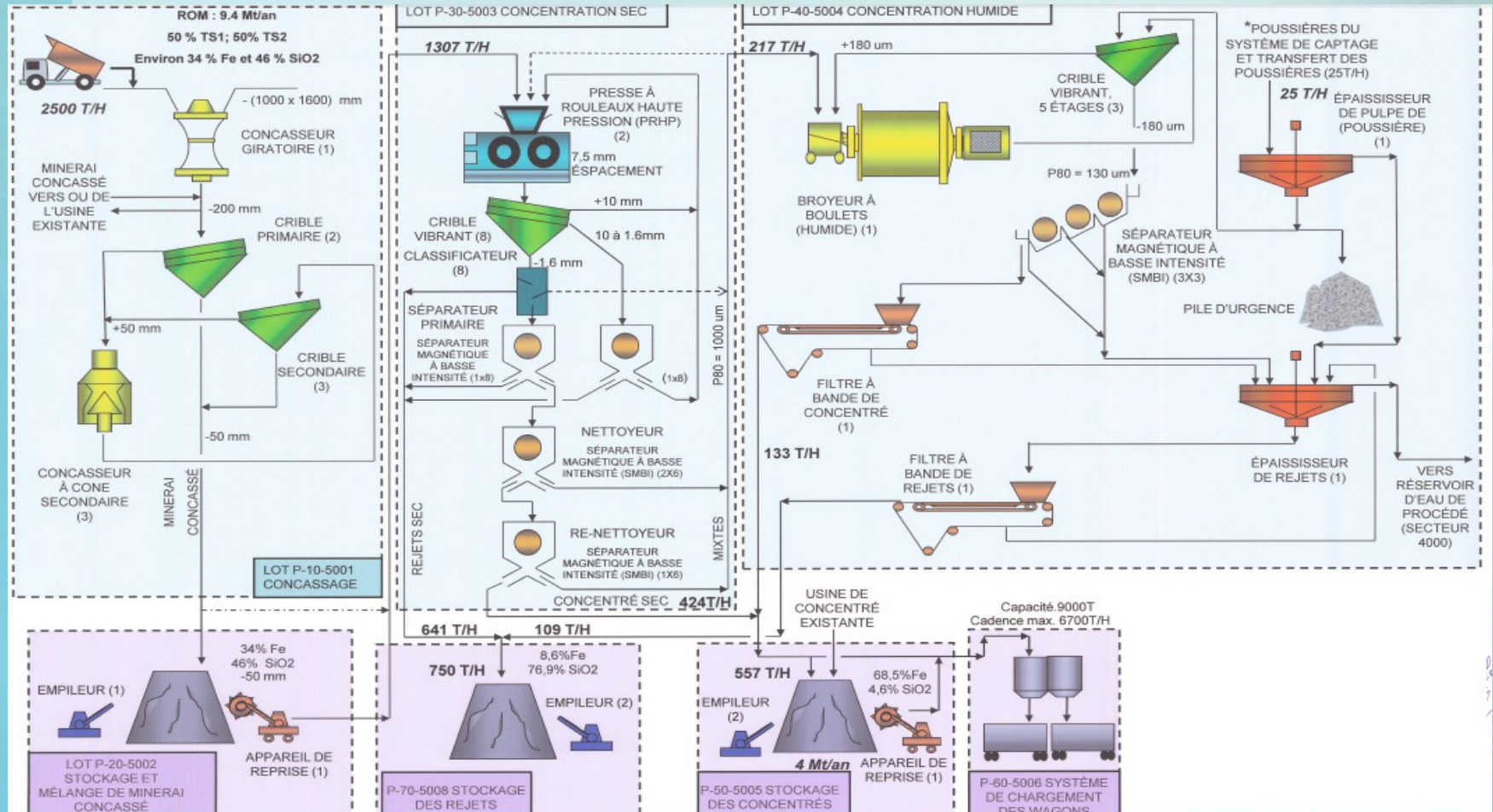
Ce retour d'expérience (de l'usine I), a été très enrichissant et nous l'avons utilisé pour améliorer sensiblement la conception de la nouvelle usine que nous venons de démarrer (Guelb II).

Le Guelb II aura un produit qui répond mieux aux nouvelles exigences du marché en matière de silice.

Tableau comparatif entre Guelb I et Guelb II

	Usine GI (démarrage en 1984)	Usine II (démarrage en 2015)
Concassage	Une seule étape (primaire) pour produire une granulométrie < 250 mm	Deux étapes de concassage (primaire + secondaire) pour une granulométrie < 50 mm
Broyage	Par Aerofall avec une consommation énergétique élevée.	Par HPGR avec une consommation énergétique très faible.
Criblage	1, 6 mm	1,6 mm et 10 mm
Séparation Magnétique sèche	SMBI en 2 passages	SMBI en 3 passages pour 1,6 mm et cobbing pour 10 mm
Qualité du Concentré	66,0 %Fe (7 %SiO ₂)	67,5 %Fe (< 5%SiO ₂)
Dépoussiérage	Faible prise en charge de la problématique d'empoussièrement.	Meilleure maîtrise de la poussière avec la mise en place des filtres à manches dans tous les endroits de l'usine.

Le procédé de l'usine Guelb II/Flowsheet du traitement



**Merci de votre
aimable attention**