

3/04

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Ecole nationale Polytechnique**

**Département Génie Minier**

**Projet de fin d'études**  
*Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état*

Sujet : 

Conception d'une application sur les  
méthodes de traitement des gisements  
algériens

**Dirigé par :**  
M<sup>r</sup> SAADA A.

**Présenté par :**  
M<sup>r</sup> AIT OUARET R.

**Promotion 2004**

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

-Mes très chers parents ;

-Mes très chères sœurs, Rachida et Kahina ainsi qu'à leur mari Kamel et Abdelghani ;

-Mes très chers frères Samir et Yacine ;

-Tous mes amis en particulier Aissa, Nacim, Soufiane et Khelaf, ainsi que tous ceux qui me sont chers.

## Remerciements

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et adresser mes plus vifs remerciements ainsi que ma reconnaissance envers les personnes qui m'ont témoigné de leur assistance, de leur aide et de leur sympathie tout au long de la réalisation de ce travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance et mes remerciements à :

- mon promoteur, Mr. SAADA A. pour son encadrement, ses orientations et conseils ;

- président du jury, Mr. A.AIT.YAHIA TEN, pour le suivi et les conseils judicieux sur la partie informatique de mon projet.

-Mr.OULD HAMOU M. et Mr. OMRACI K, par leur participation en tant qu'examineurs.

C'est le lieu pour moi d'adresser également mes sincères remerciements à Mme CHABOU.S, chef du département de génie minier, pour sa documentation qu'elle a mis à ma disposition, sans hésitation.

Je tiens à remercier également M.LARACHI N., étudiant en post-graduation à l'Ecole Nationale Polytechnique, au département de Génie minier, pour son aide et pour son assistance qu'il n'a pas cessé de manifester à mon égard.

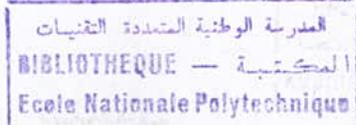
## Sommaire

Introduction générale	1
<i>Première partie : Partie théorique</i>	2
I Identification et caractérisation du minerai	2
1.1 Introduction	2
1.2 Identification du minerai	2
1.3 Caractérisation du minerai	3
1.3.1 Le minerai	3
1.3.2 Minéraux	4
1.4 Les dix grandes familles de minéraux	4
II L'enrichissement des minéraux	6
2.1 La préparation mécanique des minerais	7
2.1.1 Le concassage	7
2.1.2 Le broyage	9
2.1.3 Classification directe et indirecte	10
a) Classification directe : (criblage)	11
b) La classification indirecte ( hydraulique ou pneumatique )	13
2.2 La concentration des minéraux	16
2.2.1 Introduction :	16
2.2.2 La concentration par gravité	17
a) La séparation par nappe pelliculaire fluante	17
b) La méthode par accélération différentielle ( jiggage ou pistonage)	18
c) La méthode de séparation par milieu dense	19
2.2.3 La séparation par flottation	21
2.2.4 La séparation magnétique	27
2.2.5 La lixiviation	30
2.2.5 Les méthodes de concentration secondaire	31
a) La séparation électrique	31
b) Les méthodes auxiliaires d'enrichissement	32
III Cas de schémas de traitement en Algérie	33

## Deuxième partie : Partie application

I Introduction	38
II L'outil de développement	38
2.1 Les objets d'Access	38
2.1.1 Les tables	38
2.1.2 Les formulaires	39
2.1.3 Les états	40
2.1.4 Les macros	40
2.1.5 Les modules	40
2.1.6 Les requêtes	41
2.2 Clé primaire ou index	41
2.2.1 Les types de relations	42
2.2.2 L'intégrité référentielle dans les relations	44
III Le schéma relationnel	45
3.1 Introduction	45
3.2 Description des tables	45
3.2.1 Les clés primaires	45
3.2.2 Les différents champs utilisés dans les tables principales	46
3.2.3 Les différents champs utilisés dans les tables de paramétrage	51
3.2.4 Les relations entre tables	52
3.2.5 Le schéma relationnel final de la base de données	53
IV Traitement de données	54
4.1 Introduction	54
4.2 Les formulaires	54
4.2.1 Les formulaires principaux	54
4.3 Les requêtes	55
4.4 Création de macros	56
4.5 Le paramétrage	56
4.5.1 Les formulaires de paramétrage	57
4.6 La recherche	62

4.7 Les boites de message	63
4.8 L'optimisation de saisie	63
V Description de l'application	64
Conclusion générale	65



## Introduction générale

Lors de leur extraction du sous-sol, les minerais sont toujours accompagnés des minéraux de la gangue qui les entoure. Alors, le traitement de minerai s'impose comme une tâche essentielle pour l'obtention du concentré ou du métal éventuellement.

L'objectif recherché consiste à séparer ou à récupérer la proportion maximale de minéral utile sous forme de concentré, ou bien à obtenir le métal issu du minéral utile.

En général, le traitement d'un minerai passe par deux étapes principales : la préparation mécanique et la concentration. Le choix d'une méthode de traitement varie selon la nature et les caractéristiques du minerai.

L'Algérie dispose de plusieurs mines fermées, et de mines en phase d'exploitation. Mais, elle ne dispose d'aucune banque de données concernant les méthodes de traitement utilisées.

A cet effet, nous nous sommes fixés pour objectif, la conception et la réalisation d'une application sur les méthodes de traitement en Algérie.

Pour cela, nous avons élaboré un plan de travail comportant, deux parties :

- Une partie, qui est théorique, dans laquelle on a procédé à la collecte des informations concernant les méthodes de traitement.
- Une seconde partie, consacrée à la conception et à la réalisation de l'application, qui offrira la possibilité de stocker, d'accéder facilement et d'effectuer une recherche rapide, par exemple rechercher l'enchaînement des opérations de préparation mécanique et de concentration pour un type de minerai donné.

## **I Identification et caractérisation du minerai :**

### **1.1 Introduction :**

Les substances minérales extraites du sol présentent rarement à l'extraction les caractéristiques techniques et économiques nécessaires permettant de les traiter directement par la métallurgie.

C'est pour cette raison qu'on fait appel à des techniques adaptées à certaines propriétés spécifiques des minerais, telles que la densité, la dureté, la broyabilité, ...etc.

Ou les propriétés superficielles, telles que la couleur, la susceptibilité magnétique, la conductibilité électrique, ...etc..

Le procédé, qui sera adopté pour l'enrichissement d'un minerai, sera donc le résultat d'un choix de la technique la mieux adaptée aux propriétés des produits à traiter et la mieux appropriée au bilan métallurgique recherché dans un ensemble économique valable.

Pour pratiquer l'étude d'un minerai, il faut soumettre plusieurs échantillons, aussi représentatifs que possible, à un triple examen : une analyse minéralogique, une analyse chimique et une analyse granulométrique.

### **1.2 Identification du minerai :**

#### **a Analyse minéralogique :**

Il s'agit d'une étude fondamentale pour identifier les minéraux utiles et la gangue, déterminer leurs relations existant entre eux, la dimension de leurs grains, et le traitement d'un minerai se fera en fonction de sa nature pétrographique, de la complexité et de la finesse des grains parfois difficiles à récupérer, et finalement de la répartition des minéraux majeurs au sein de la roche.

**b Analyse chimique :**

Elle est importante, car elle fournit des informations spécifiques sur le minerai comme les teneurs des produits utiles de valeur. Cependant, elle détermine également les teneurs de tous les autres éléments, notamment celle des impuretés nuisibles. L'analyse chimique permet donc de quantifier la proportion des éléments majeurs et mineurs, se trouvant au sein du minerai. L'ensemble des analyses chimiques de tous les éléments au sein d'un gisement apparaît au niveau des cartes géologique iso-teneurs.

**c) – Analyse granulométrique :**

Il faut que le minerai soit fragmenté à une dimension dite de libération, pour que les substances utiles puissent être facilement libérées de la roche à l'aide de procédé utilisant leurs propriétés physiques ou physico-mécaniques.

Pour ce qui est de la libération totale, elle est difficilement réalisable dans des conditions économiques acceptables. Chaque minerai nécessite une étude particulière, ayant pour but de rechercher la façon la plus économique d'obtenir cette séparation du minéral pur des autres constituants et de la gangue.

**1.3 Caractérisation du minerai:**

**a) – Le minerai:**

On distingue trois grandes familles de minerais : métallique non ferreux, métallique. Ferreux et non métallique.

Concernant la première famille, elle s'adresse aux minerais contenant différents métaux non-ferreux, représentant des composants utiles, tel que, le cuivre, le plomb, le zinc, le mercure, le tungstène, l'or, l'argent...etc.

Pour la seconde famille, il s'agit de minerais contenant des métaux ferreux, tel que le fer. Quant aux minerais, contenant des éléments naturels, tels que le phosphore, le soufre, le graphite, l'arsenic, le diamant, le charbon...etc. Ils se rapportent à la famille des minerais non métalliques.

Les composants utiles se trouvent dans des minerais sous forme de différents minéraux représentant, donc, une partie intégrante des minerais ou des roches formant l'écorce terrestre.

Si les formations minérales contiennent des minéraux en quantité suffisante pour leur utilisation industrielle, dans ce cas, elles forment des gisements de minéraux utiles.

## **b) – Minéraux :**

On leur donne la définition suivante : c'est une substance inorganique naturelle et homogène ayant une composition chimique connue et des propriétés physiques caractéristiques et particulières constituant les roches de l'écorce terrestre. Les minéraux sont donc bien définis et présentent des caractères constants, tels que la dureté, l'éclat, le système cristallin...etc. Dans la nature, on distingue dix grandes familles de minéraux.

### **1.4 Les neuf grandes familles de minéraux :**

1. Les éléments natifs : Ce sont des éléments formant un groupe restreint de minéraux, et ne se trouvant que rarement à l'état natif. Sur les 103 éléments chimiques actuellement connus (classification de Mendeleïev), il n'en existe que 22 sous forme de minéraux. Cependant il existe des éléments formant plusieurs minéraux. A titre d'exemple citons le carbone formant deux minéraux : le diamant et le graphite.
2. Les sulfures et sulfosels : Ce sont les minéraux caractérisés par un radical sulfuré, coordonné à : Ag, Fe, As, Cu, Pb, Hg, Mn, Zn, ...etc. Les principaux minéraux sont : l'Argentite ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), l'Argentopyrite ( $\text{AgFe}_2\text{S}_3$ ), la Bornite ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), le Cinabre ( $\text{HgS}$ ), la Covellite ( $\text{CuS}$ ), la Chalcosine ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), la Chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ ), la Galène ( $\text{PbS}$ ), la Molibdénite ( $\text{MoS}_2$ ), la Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ), la Blende ( $\text{ZnS}$ ),... etc.

3. Les halogénures : Ce sont les minéraux caractérisés par un radical halogéné (Cl, F), cordonné à : Mg, Ca, Na, K...etc. Les principaux minéraux sont : La Carnallite ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), La Fluorine ( $CaF_2$ ), Le Sel gemme ( $NaCl$ )... etc.
4. Les oxydes : Ce sont les minéraux caractérisés par le radical oxygéné, cordonné à : Cu, Mg, Fe, Si, Ti...etc. Les principaux minéraux sont : La Cuprite ( $Cu_2O$ ), la Spinnelle ( $MgAl_2O_4$ ), la Magnétite ( $Fe_3O_4$ ), le Corindon ( $Al_2O_3$ ), le Rutile ( $TiO_2$ ),... etc.
5. Les carbonates : Ce sont les minéraux caractérisés par un radical carbonaté, cordonné à : Ca, Mg, Zn, Mn, Co, Sr, Pb,...etc. Par exemple : La calcite ( $CaCO_3$ ), La Dolomite ( $CaMg(CO_3)_2$ ), La Magnésite ( $MgCO_3$ ), La Rhodochrosite ( $MnCO_3$ ), La Sidérite ( $FeCO_3$ ), La Smithsonite ( $ZnCO_3$ ), La Cérusite ( $PbCO_3$ ), La Strontianite ( $SrCO_3$ ), La Witherite ( $BaCO_3$ ),... etc.
6. Les borates : Ce sont les minéraux caractérisés par un radical boraté, cordonné à : Ca, Na, Mg...etc. Les principaux minéraux sont : La Colématite ( $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ ), la Kernite ( $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$ ), la Sinhalite ( $MgAlBO_4$ )... etc.
7. Les sulfates et les combinaisons semblables : Ce sont les minéraux caractérisés par l'un des radicaux suivants ( $SO_4$ ,  $CrO_4$ ,  $WO_4$ ,  $MoO_4$ ), généralement lié à : Ca, Pb, Ba, Sr, Cu, Fe,...etc. Les principaux minéraux sont : L'Anhydrite ( $CaSO_4$ ), L'Anglésite ( $PbSO_4$ ), La Barytine ( $BaSO_4$ ), La Célstite ( $SrSO_4$ ), La Corcoise ( $PbCrO_4$ ), La Chalcantite ( $Cu(SO_4) \cdot 5H_2O$ ), Le Gypse ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ), La Scheelite ( $CaWO_4$ ), La Wulfénite ( $PbMoO_4$ ),... etc.
8. Les phosphates et les combinaisons semblables : Ce sont les minéraux caractérisés par l'un des radicaux suivants : ( $PO_4$ ,  $AsO_4$ ,  $VO_4$ ), cordonné à : Ca, F, Cl, U, Na, Al, Fe, Pb, Cu,...etc. Les principaux minéraux sont : L'Apatite ( $Ca_5(PO_4)_3 (F, Cl, OH)$ ), la Lazulite ( $(Mg,Fe)Al_2(PO_4)_3(OH)_2$ ), la Campylite ( $Pb_5Cl(AsO_4, PO_4)$ ), la Vanadinite ( $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ ),... etc.
9. Les silicates : Ils forment la plus grande famille de minéraux, dont elles représentent 40%. On y trouve aussi la plupart des gemmes. Cette famille est

caractérisée par un radical silicaté, et généralement, il est lié à : Al, K, Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Ti, B, Cl, Li, ...etc. Les principaux minéraux sont :L'Andalousite ( $Al_2(SiO_5)$ ), la Bénitoite ( $Ba Ti (SiO_3)_3$ ), Le Zircon ( $Zr(SiO_4)$ ),... etc.

## II L'enrichissement des minéraux :

L'enrichissement des minéraux utiles est une opération intermédiaire entre l'extraction minière et l'obtention des métaux. Ce procédé permet d'obtenir un ou plusieurs concentrés, des stériles et des produits demi- finis. Voir figure (1)

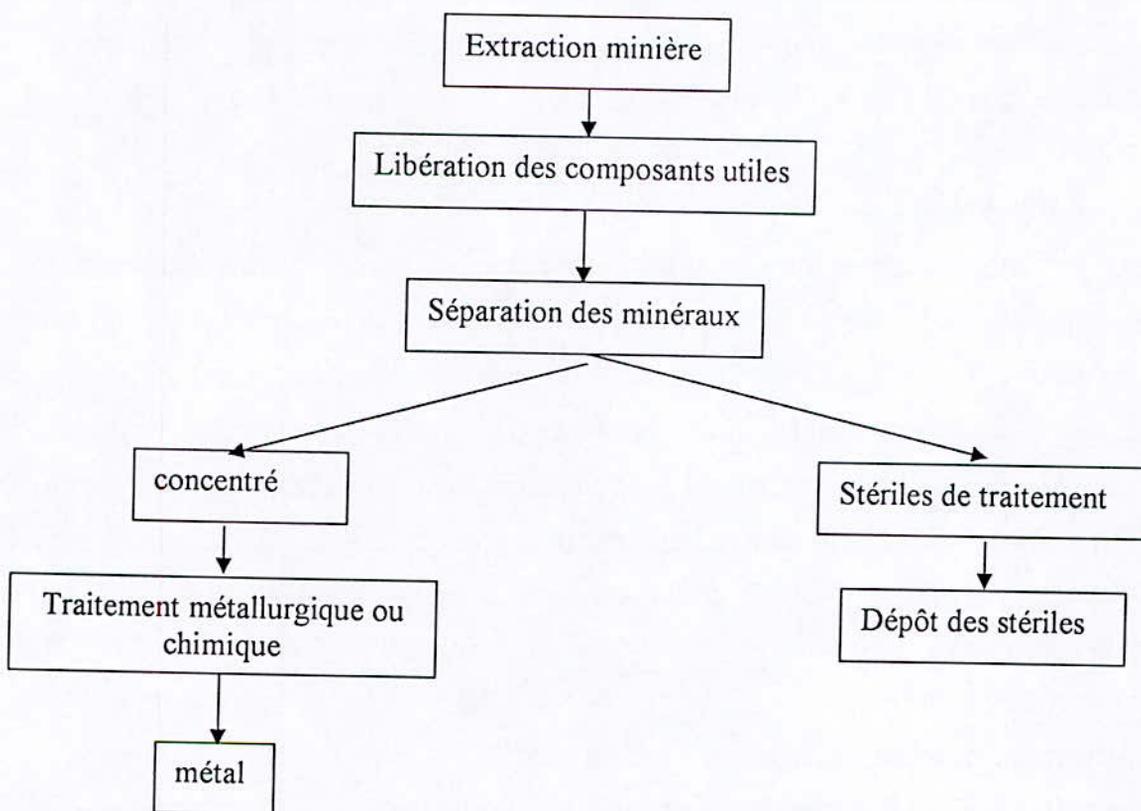


Figure (1) : Cycle de traitement des minéraux utiles

## **2.1 La préparation mécanique des minerais :**

D'une manière générale, on appelle préparation mécanique, un ensemble d'opérations, ayant pour but d'amener le Tout-Venant à la dimension de libération pour en permettre l'utilisation industrielle; son réel objectif consiste à libérer les différents minéraux et les faire apparaître sur de nouvelles surfaces libres du Tout-Venant, avec une granulométrie bien définie, tout en évitant, autant que possible, la production des surfines, qui représentent une part nuisible pour les opérations de concentration ultérieures. [3]

On peut distinguer deux stades, le concassage et le broyage, avec des opérations de classification de minerai : classification directe (criblage) utilisé dans le concassage et classification indirecte (classification) utilisé dans le broyage.

### **2.1.1 Le concassage :**

C'est la première étape de préparation mécanique, qui consiste à réduire des blocs pouvant atteindre le mètre cube jusqu'à la dimension du centimètre, en un ou deux, voir même trois étages. Contrairement au broyage, le concassage s'effectue en principe à sec, mais on doit rarement ajouter de l'eau pour éviter le colmatage des appareils, très souvent le premier concassage jusqu'à (60mm) s'effectue à la sortie même des puits de mine. Si le concassage primaire s'effectue à l'usine de traitement, il convient de prévoir des trémies d'alimentation correspondant à deux jours de marche de l'usine. [1]

#### **a Les appareils de concassage :**

Ils sont généralement caractérisés par des parties mobiles, qui se meuvent suivant une trajectoire bien définie et bien limitée, et par des parties fixes représentant la carcasse. Les parties mobiles n'entrent pas en contact direct entre elles ou avec les parties fixes. On peut les classer suivant leur action mécanique sur le minerai : il existe des concasseurs agissant par écrasement, par trituration ou par chocs.

➤ Concasseur à mâchoire :

Le concassage s'effectue par écrasement de blocs de minerai entre deux mâchoires, l'une est fixe et l'autre est mobile, les concasseurs à mâchoires présentent une gamme de constructions très variées. Les caractéristiques distinctives principales de ces concasseurs sont : la disposition de l'axe de suspension de la mâchoire mobile et le caractère de son mouvement.

➤ Concasseur à marteaux :

Le concassage s'effectue par chocs, provoqués par la rotation d'un cylindre portant des dents ou des marteaux dans une chambre blindée. Il existe une très grande variété d'appareils et leur champ d'application est très extrêmement étendu ; ce type de concasseur, à un grand débit, convient particulièrement bien au concassage des produits boueux et collants (minerais argileux).

➤ Concasseur giratoire :

Les concasseurs giratoires consistent essentiellement en un arbre vertical muni d'une tête conique, suspendu par sa partie supérieure à un solide bâti et tournant à l'intérieur d'un autre cône inversé fixe constituant la chambre de concassage. Ces appareils sont très utilisés vu leur grand rendement, avec une faible consommation en énergie.

➤ Concasseur à cône :

C'est un type de concasseur giratoire dont tous les points du cône, de la section d'entrée à la section de sortie exécutent un mouvement giratoire de même amplitude. Ils sont très utilisés dans les usines de traitement vu leur rendement et leur résistance.

### **2.1.2 Le broyage :**

En général, le broyage réduit le minerai provenant de l'atelier de concassage d'une grosseur de (5 à 6 mm) à des dimensions de l'ordre de 35 à 200 mesh. Il ne faut jamais broyer le minerai qu'aux dimensions nécessaires. Ainsi pour la flottation un surbroyage correspondrait non seulement à une dépense supplémentaire d'énergie très coûteuse, mais aussi à une surproduction de fines très nuisibles à une opération de flottation. Par exemple le broyage de minerai ou de concentré peut se pratiquer à voie sèche, ou bien à voie humide. Le broyage humide se pratique en injectant soit de l'eau, soit un solvant (acide ; exemple : lixiviation acide d'un minerai d'uranium). A cet effet on considérera le rapport liquide solide à l'intérieur du broyeur.

#### **a Les appareils de broyage :**

Dans les usines de traitement, on utilise plusieurs sortes de broyeurs, entre autre : les broyeurs à boulets cylindriques, les broyeurs à boulets cylindro-coniques, les broyeurs à barres, les broyeurs centrifuges à plaque fixe, les broyeurs type moulin à café, les broyeurs autogènes utilisant le minerai lui-même pour être réduit.

##### ➤ Broyeur à boulets :

On dénombre deux types de broyeurs à boulets : les broyeurs à boulets cylindriques et les broyeurs à boulets cylindro-coniques.

##### ➤ Broyeur à boulets cylindriques :

Il se compose généralement d'un corps cylindrique en acier, tournant autour d'un axe horizontal, contenant des boulets de différentes dimensions. Le broyage s'effectue par la chute des boulets et le roulement de ces même boulets sur la paroi du corps cylindrique. On peut réguler plusieurs facteurs, pour changer la dimension des grains à la sortie du broyeur; citons entre autre la dimension des boulets, la vitesse de rotation du corps cylindrique, le pourcentage de boulets dans le volume du corps cylindrique, la densité de la pulpe... etc.

➤ Broyeur à barres :

Il se compose d'un corps cylindrique très long tournant sur un axe original, contenant des barres de section carrée ; sa longueur est généralement de deux fois son diamètre. Il est utilisé comme finisseur dans l'opération de broyage.

➤ Broyeur autogène :

Il est utilisé dans les grosses unités de broyage; le broyage autogène doit son nom, au fait, qu'il s'exécute avec des corps broyants provenant du grand débit de tout venant avec une évacuation rapide des produits. Il est très efficace, faisant l'objet d'un classement préliminaire, c'est-à-dire que le tout venant de la mine ou bien un minerai ayant subi seulement un concassage primaire ; dans certain cas le broyage peut être semi-autogène, c'est-à-dire qu'on extraie à un stade déterminé du concassage des blocs, qui seront utilisés ultérieurement comme corps broyants.

Cependant il existe des broyeurs, peu utilisés dans les usines de traitement tel que le broyeur moulin à café ... etc.

**b Alimentateur de minerai :**

Ce sont des appareils très importants pour le bon fonctionnement du broyeur ;il existe plusieurs types de distributeur : Distributeur à cuillère, distributeur conique, distributeur à tambour et cuillère. [1]

**2.1.3 Classification directe et indirecte :**

C'est une opération nécessaire pour le fonctionnement des opérations de fragmentation ou d'enrichissement des minerais. Pour le concassage, on utilise le criblage (classification directe ) généralement à voie sèche, quant au broyage se sera la classification indirecte.

**a) Classification directe : (criblage)**

C'est le classement dimensionnel d'un matériau composé du mélange de blocs de minerai de différentes dimensions. Le criblage commence dès la sortie du minerai de la mine. Il succède également aux divers stades de fragmentation. Il se pratique sur cribles, possédant des ouvertures de dimension données, dont le but consiste à séparer le produit initial en deux fractions : le refus et le passé à travers, selon la figure (2)

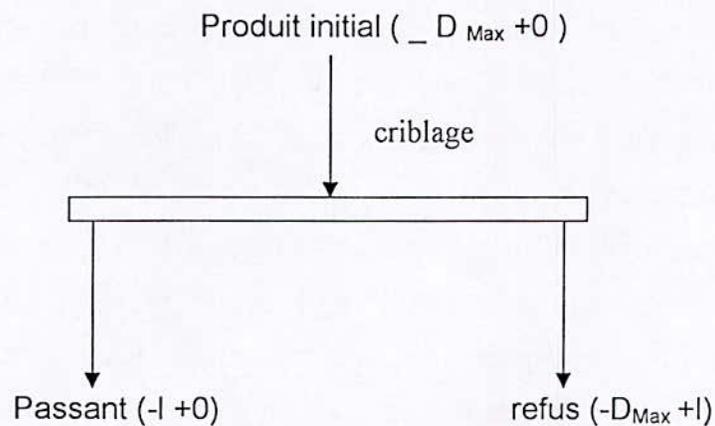


Figure (2) : Principe d'un crible

le criblage répond à plusieurs buts :

- Le criblage préalable : utilisé avant le concassage, pour la séparation des fines, dont le but consiste à augmenter la capacité du concasseur et éviter le surbroyage
- Le crible de contrôle : utilisé après le concassage pour la séparation de minerais concassés à la sortie du concasseur.
- Le crible indépendant : dont le but est l'obtention d'un produit marchand.
- Le criblage sélectif : c'est un procédé d'enrichissement ; il s'agit de la classification des minerais d'après leurs teneurs.

#### **a.1 Les surfaces criblantes :**

Elles sont très variables, à savoir sous forme :

- 1- De grilles à barreaux profilés ;
- 2- De tôles perforées ;
- 3- De toiles métalliques tissés.

### a.2 L'efficacité du criblage :

C'est le rapport du poids du produit passé à travers les mailles du tamis (passant) au poids d'une même classe granulométrique dans le produit initial, selon la formule suivante :

$$E = \frac{\text{Poids d'un passant}}{\text{Poids d'un produit d'une même classe granulométrique dans le produit initial}}$$

Cependant, cette efficacité dépend de plusieurs facteurs. Les plus importants sont : la dimension relative d'un grain, la vitesse du mouvement des grains sur la surface criblante, angle d'inclinaison de la surface criblante, l'humidité d'un produit à tamiser... etc.

### a.3 Appareils de criblage :

Dans les usines de traitement, on emploie des cribles différents les uns des autres. Les plus utilisés dans l'industrie minérale sont les :

- Cribles à rouleaux : ils sont composés généralement de rouleaux, inclinés de 12° à 15° ; sur ces rouleaux il y a des disques cannelés ou lisses, la surface criblante étant formée ici par des rouleaux, dont la forme et la dimension des mailles sont déterminées par la distance entre les rouleaux.
- Trommels (cribles à tambour) : Ce sont des corps cylindriques ou tronconiques en toile métallique ou en tôles perforées, tournant autour d'un axe horizontal, dans certains cas sur un axe incliné de 5° à 10°, permettant ainsi une bonne avancée de minerais .

- Cribles plats oscillants : Ce sont des caisses horizontales ou inclinées de  $8^\circ$  à  $12^\circ$  ; le minerai se déplace sur la surface criblante sous l'influence de la force d'inertie, provoquée par l'accélération communiquée au crible par une commande excentrique.
- Crible à mouvement giratoire : Composé d'une caisse inclinée de  $20^\circ$  à  $30^\circ$ , montée sur un châssis fixe, la caisse reçoit des mouvements giratoires par le biais d'un arbre excentrique tournant à grande vitesse.
- Grilles courbées : C'est le seul crible qui fonctionne en voie humide, afin d'extraire la phase liquide et les grains fins à partir d'une pulpe. La surface criblante est formée par des fils parallèles disposés transversalement à la direction de la pulpe.
- Grilles à barreaux fixes : utilisées généralement pour un criblage grossier, elle sont constituées de barreaux parallèles, de formes différentes (trapézoïdale, carrée, circulaire, en T... etc.)

**b La classification indirecte ( hydraulique ou pneumatique ) :**

C'est un procédé de classement des grains dans un milieu aqueux (eau). Cette classification est basée sur des phénomènes régis par les lois du mouvement des solides dans les fluides ; on peut citer la force de gravité, la poussée d'Archimède, les forces de résistance...etc. Ce type de classification peut être pneumatique, par utilisation et injection d'air .

On distingue deux types de sédimentation des grains minéraux : la sédimentation libre et la sédimentation gênée. La différence entre elles : c'est le volume de solide dans la pulpe ; pour la sédimentation libre, les grains chutent dans une pulpe diluée, par contre la sédimentation gênée les grains chutent dans une pulpe concentrée en solide.

**b.1 Les appareils de classification:** On peut les classer en deux grandes catégories :

- Classifications mécaniques.
- Classifications hydrauliques.

**- Les classificateurs mécaniques :**

Ils sont caractérisés par un mécanisme agissant directement sur les grains minéraux à séparer ; ces appareils se différencient les uns des autres par le dispositif de transport des sables et par la forme de la cuve de sédimentation. Ils sont très utilisés dans l'industrie minière, vu leur grande efficacité, et la simplicité de fonctionnement, on peut citer :

➤ **Classificateur à vis :**

Il est composé d'un récipient rectangulaire, dans lequel les grains les plus lourds sédimentent au fond d'une cuve, tandis que les particules légères passent au-dessus d'un seuil de débordement ; les grains sédimentés sont transportés par une vis jusqu'à la sortie de l'appareil.

➤ **Classificateur à raclette :**

Il s'agit d'une caisse de sédimentation rectangulaire, ayant la forme d'une auge inclinée fermée à la base et ouverte à la partie supérieure, à l'intérieur se meuvent des râpeaux animés d'un mouvement alternatif.

**-Les classificateurs hydrauliques :**

Ce sont des appareils, dans lesquels la classification des grains se produit à l'air ou dans l'eau sans mécanisme agissant directement sur le minerai. Les plus utilisés sont : les classificateurs coniques et les classificateurs à chambre de sédimentation.

➤ Classificateur conique :

Ils servent à la séparation d'une pulpe, d'après la grosseur, en deux tranches granulométriques appelées sables et schlamms.

La pulpe est généralement alimentée par une conduite centrale verticale, les schlamms débordent par le seuil tandis que les sables sont déchargés à travers un orifice cylindrique.

➤ Classificateur à chambres :

Avec cet appareil, on peut séparer la pulpe en plusieurs classes granulométriques. Elle se compose de plusieurs caisses pyramidales en série, s'élargissant selon la direction de déplacement de la pulpe.

➤ Hydrocyclone :

Les hydrocyclones trouvent une large application dans le cycle de broyage ; ces appareils sont de conception très simple. Leur objectif consiste en une évacuation des schlamms avant le procédé de flottation ou bien avant la concentration par la gravité.

## 2.2 La concentration des minéraux :

### 2.2.1 Introduction :

Le choix d'un procédé de concentration est lié aux caractéristique et aux propriétés physiques, mécaniques et physico-chimiques des éléments constituant la roche à traiter (réfère tableau 1) :

N°	Propriétés des minéraux	Méthodes de concentration	
1	Masse spécifique, densité	Séparation par gravité	Méthodes spéciales d'enrichissement
2	Propriété physico-chimique des surfaces des grains minéraux	Concentration par flottation	
3	Susceptibilité magnétique	Séparation magnétique	
4	Propriété électrique	Séparation électrique	
5	La radio-activité naturelle ou bien artificielle, résistance de radiation pénétrante luminescence dans un faisceau de rayons x	Triage mécanique	
6	Couleur, éclat, forme, densité	Triage à main	
7	Forme	Séparation d'après la forme	
8	Coefficient de frottement et de glissement	Séparation d'après le frottement	
9	Dureté, résistance mécanique	Concassage sélectif	

Tableau (1) : propriétés des minéraux et méthodes d'enrichissement.

### 2.2.2 la concentration par gravité

Elle est basée sur la différence des masses spécifiques des minéraux à séparer et sur la différence de leur vitesse de chute dans des milieux liquides ou gazeux.

Cette méthode est applicable dans la mesure où la masse spécifique des minéraux utiles diffère de celle des roches stériles.

La concentration par gravité est employée très largement pour des minerais de fer, de manganèse, des minerais des métaux rares et nobles, le zircon... etc. Ce type de concentration peut nous amener à obtenir soit des préconcentrés, soit des concentrés selon la nature du minerai à traiter. Les méthodes de séparation basées sur la gravité se subdivisent en trois groupes :

#### a La séparation par nappe pelliculaire fluante :

Elle consiste à alimenter une surface inclinée d'un flux d'eau régulier, formant ainsi une nappe pelliculaire fluante de faible épaisseur, devant entraîner une certaine quantité de minerai fragmenté et provoquant la séparation en plusieurs classes densimétriques suivant leur vitesse de chute. Les appareils utilisés pour cette méthode sont : la table à secousses, les goulettes, Les sluices et le séparateur à vis. La figure (3) présente une table à secousse

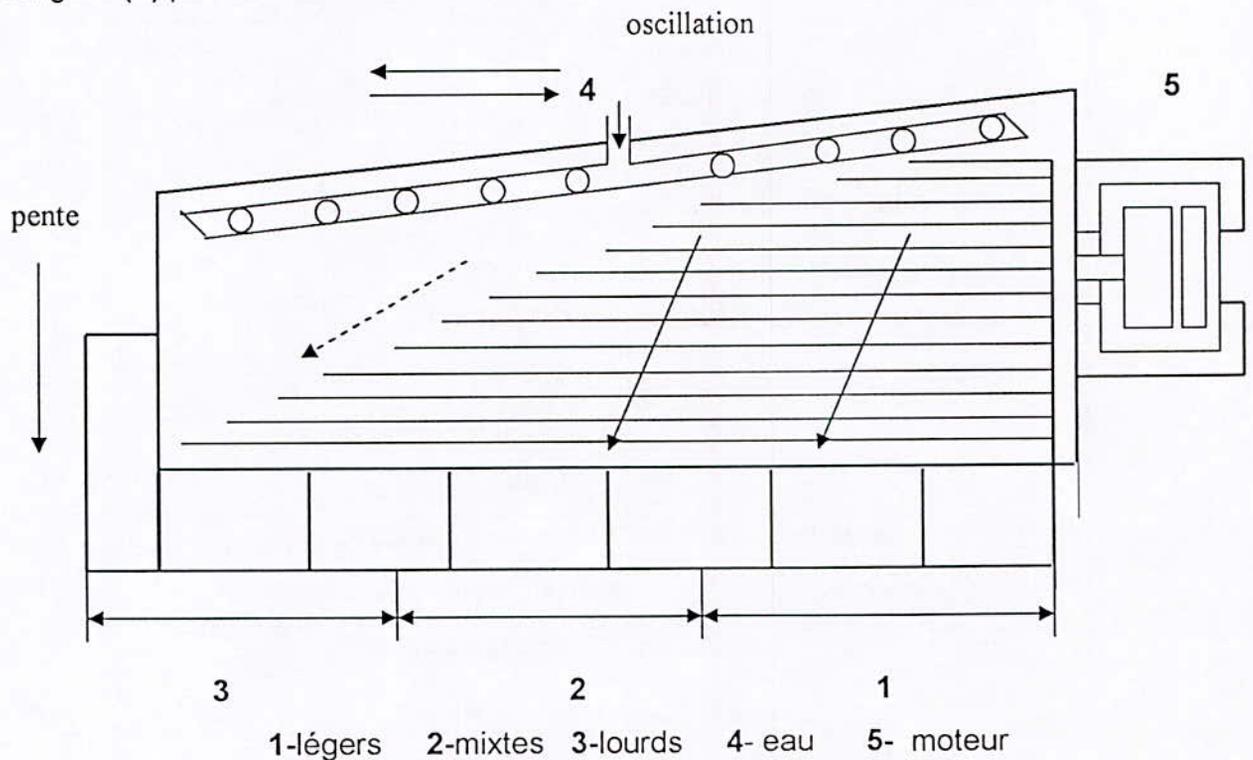


Figure (3) : schéma de principe d'une table à secousses.

**b La méthode par accélération différentielle (jiggage ou pistonage) :**

Dans cette méthode, la séparation est effectuée grâce à des oscillations imposées à un liquide (généralement c'est l'eau) par un piston ou un diaphragme. Les courants ascendant et descendant provoquant une sédimentation différentielle entre les grains lourds et légers. La stratification et la séparation des grains dans un jig se passent dans des conditions de sédimentation gênée sous l'action d'un courant vertical. Voir figure (4)

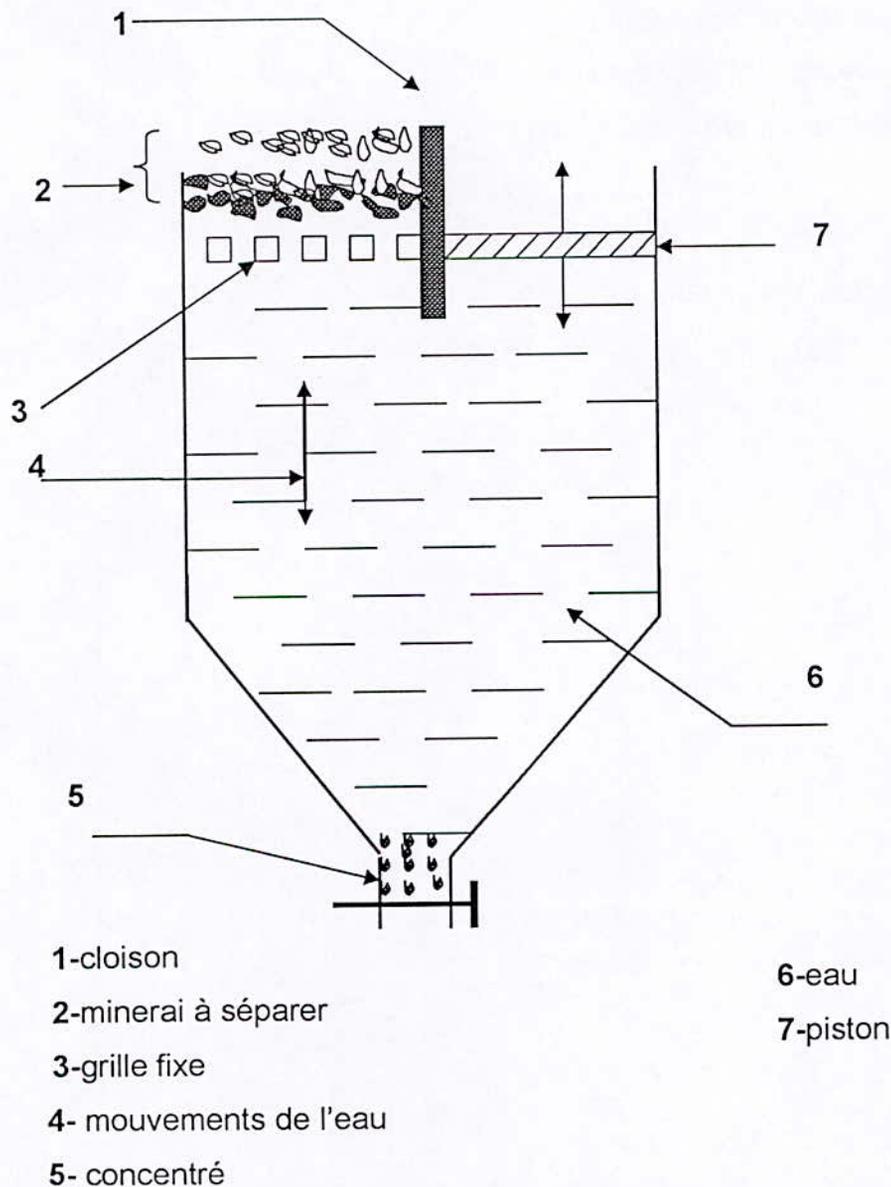


Figure (4) : principe de fonctionnement d'un jig à grille fixe.

**c La méthode de séparation par milieu dense :**

Dans ce cas, les particules sont plongées dans un liquide dense, ou bien, dans un mélange d'eau et de fines particules denses (pseudo-solution), les particules légères demeurent en surface, tandis que les éléments lourds plongent au fond d'un séparateur, cette opération produisant dans un milieu statique ou dynamique.

On peut utiliser comme milieux denses :

- des solutions aqueuses de sels non organiques, formant des solutions vraies ;
- des liquides lourds organiques ;
- des mélanges de solides (alourdissant) finement broyés et d'eau ;
- des liquides lourds organiques.

Dans le tableau 2 ci-après indiqué, une liste de produits (liqueurs) et leurs caractéristiques permettant d'émettre un choix pour l'élaboration d'une liqueur dense, et ce, au vu des caractéristiques des minéraux à concentrer lors de cette opération de séparation gravimétrique.

désignation		Formule chimique	Densité Kg /m <sup>3</sup>	couleur	Solubilité Dans l'eau
3-Pseudo-solution Alourdissant +eau (Alourdissant = mélange de solide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Minéraux : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pyrrotine</li> <li>• Baryte</li> <li>• Manganèse</li> <li>• Arsénopyrite</li> <li>• Galène</li> </ul> </li> <li>➤ Alliage : Ferrocilicium</li> <li>➤ Métal : Plomb</li> </ul>				
2-Liquides lourds non organiques ou solution vraies	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Solution de sel de chlorure de calcium Tableau 2 : les caractéristiques des liqueurs</li> <li>➤ Solution de sel de chlorure de zinc</li> </ul>	CaCl <sub>2</sub> ZnCl <sub>2</sub>	2500 2500	Incolore industrielles. incolore	Soluble soluble
1-Liquides organiques lourds	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trichloréthane</li> <li>➤ Tétrachlorure de carbone</li> <li>➤ Dibrométhane</li> <li>➤ Bromoforme</li> <li>➤ Acétylénététrabromure</li> <li>➤ Tétrabrométhane(T. E.B)</li> <li>➤ Liqueur de toulet</li> <li>➤ Iodure de méthylène</li> <li>➤ Iodure de rhorbach</li> <li>➤ liquide de clerici</li> </ul>	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> CCl <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> CHBr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>4</sub> HgI <sub>2</sub> +KI CH <sub>2</sub> I <sub>2</sub> BaI <sub>2</sub> +HgI <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> (COOTI) <sub>2</sub> HCOO TI	1460 1680 2170 2890 2930 2960 3170 3320 3590 4250	Incolore Incolore Incolore Jaune Incolore Jaune	Soluble Soluble Insoluble Soluble Insoluble Soluble soluble

### 2.2.3 La séparation par flottation :

La flottation est un procédé principal de concentration de plusieurs minéraux utiles, comme les minéraux ferreux, non ferreux et rares. La flottation est basée sur la différence des propriétés des minéraux à séparer, on utilise, a cet effet, la différence de la propriété physico-chimique de surface.

#### a) Les réactifs de flottation :

Ce sont des substances, dont le rôle consiste à modifier d'une manière dirigée l'énergie superficielle, dans le but de changer l'indice de flottabilité des minéraux à séparer, le nombre et la taille des bulles d'air, la solidité et la stabilité de la mousse.

Les réactifs peuvent être des substances d'origines artificielles ou naturelles; on peut les classer en deux grandes familles :

- Les réactifs de flottation contactant directement la surface des minéraux.
- Les réactifs de flottation agissant sur la surface de séparation « gaz-liquide ».

Les réactifs de la première famille se divisent en plusieurs groupes, réfère tableau 3

Les familles de réactif	Les groupe de réactif	objectif
Les réactifs contactant directement la surface des minéraux	Les collecteurs	- augmenter la flottabilité des minéraux
	Les déprimants	- diminuer la flottabilité des minéraux
	Les activants	- accélérer la fixation du collecteur sur les minéraux
	Les régulateurs du milieu	- changer le « PH » du milieu.
Les réactifs agissant sur la surface de séparation « gaz-liquide »	Les moussants	- augmenter la résistance des bulles d'air.

Tableau (3) : les grandes familles de réactifs et leur principal objectif. [1]

➤ Les collecteurs :

Dans la nature, les minéraux ne possèdent pas une grande flottabilité ; pour augmenter l'hydrophobie de la surface des minéraux, on utilise un réactif qui est le « collecteur ».

Une molécule du collecteur doit comprendre une partie non-polaire, donc la molécule du collecteur doit se fixer sur la surface polaire des minéraux. En dépendance de la capacité de s'ioniser dans l'eau les collecteurs se divisent en deux groupes :

- Les iogènes , dont la constante d'ionisation est supérieure à celle de l'eau.
- Les non-iogène, dont la constante d'ionisation est inférieure à celle de l'eau.

A leur tour, les collecteurs iogènes se divisent en collecteurs anioniques, cationiques, amphotères.

➤ Le déprimant :

Il est utilisé dans la flottation sélective des minéraux, présentant des propriétés de flottation proches. Les minéraux de la même famille sont flottés par le même collecteur, et, l'utilisation des déprimants permet d'augmenter la sélectivité du collecteur utilisé.

➤ Les activants :

Ils contribuent à une meilleure fixation du collecteur sur la surface des minéraux à activer, par la formation d'une combinaison superficielle qui active la surface du minéral.

➤ Les régulateurs du milieu :

Afin de créer les conditions les plus favorables à la flottation, les régulateurs de milieu modifient la composition ionique de la pulpe, qui se caractérise par la valeur d'alcalinité ou d'acidité, c'est-à-dire le « PH ».

➤ Les moussants :

On sait que la vitesse de flottation est déterminée par la dimension des bulles d'air. Donc pour intensifier la flottation, il faut avoir une grande surface de séparation, et pour cela, il faut diminuer la dimension des bulles d'air.

Pour augmenter donc la surface de séparation, il faut diminuer la dimension des bulles d'air.

$$S = \frac{K}{D}$$

**S** : est la surface spécifique des bulles d'air.

**K** : est un coefficient.

**D** : est le diamètre moyen des bulles d'air.

Les moussants contribuent à :

- la diminution de la grosseur moyenne des bulles.
- la diminution de la vitesse d'ascension des bulles d'air.
- l'augmentation de la solidité de la mousse minéralisée.

Les réactifs de flottation les plus utilisés dans l'industrie figurent dans le tableau 4 :

désignation		Formule chimique	Densité Kg /m <sup>3</sup>	couleur	Solubilité é Dans l'eau
1-Liquides organiques lourds	➤ Trichloréthane	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	1460	Incolore	Soluble
	➤ Tétrachlorure de carbone	CCl <sub>4</sub>	1680		
	➤ Dibrométhane	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>	2170	Incolore	
	➤ Bromoforme	CHBr <sub>3</sub>	2890		
	➤ Acétylénététrabromure	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	2930	Incolore	
	➤ Tétrabrométhane(T.E. B)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>4</sub>	2960		
	➤ Liqueur de toulet	HgI <sub>2</sub> +KI	3170	Jaune	
	➤ Iodure de méthylène	CH <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	3320	Incolore	
	➤ Iodure de rhorbach	BaI <sub>2</sub> +HgI <sub>2</sub>	3590	Jaune	
	➤ liquide de clerici	CH <sub>2</sub> (COOTI) <sub>2</sub> HCOOTI	4250	jaune	
2-Liquides lourds non organiques ou solution vraies	➤ Solution de sel de chlorure de calcium	CaCl <sub>2</sub>	2500	Incolore	Soluble
	➤ Solution de sel de chlorure de zinc	ZnCl <sub>2</sub>	2500	incolore	soluble
3-Pseudo-solution Alourdissant +eau (Alourdissant = mélange de solide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Minéraux : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pyrite</li> <li>• Pyrrotine</li> <li>• Baryte</li> <li>• Manganèse</li> <li>• Arsénopyrite</li> <li>• Galène</li> </ul> </li> <li>➤ Alliage : Ferrocilicium</li> <li>➤ Métal : Plomb</li> </ul>				

Tableau (4) : Les activants utilisés dans l'industrie minière.

### **c Les machines de flottation**

On connaît dans le monde entier plus de 100 types de machines de flottation. Au sein de toutes les machines, l'air sous forme de petites bulles est employé comme agent principal de travail. Les machines de flottation doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- Aérage uniforme de la pulpe et grande dispersion de l'air.
- Agitation énergique de la pulpe et empêcher la sédimentation des particules au fond de la cellule.
- Fonctionnement continu de la machine.
- Possibilité de régler le niveau de la pulpe dans la machine.
- Fiabilité de fonctionnement. [2]

On peut classer les machines de flottation en trois groupes

- Les machines de flottation avec une agitation mécanique ;
- Les machines de flottation avec une agitation pneumatique ;
- Les machines de flottation sans agitation.

#### **-Schémas de flottation :**

C'est une suite d'opérations et leur combinaison avec les opérations de broyage et de classification. La première opération d'extraction des minéraux d'un ou plusieurs métaux est appelée flottation principale des concentrés et rejets finaux à cause de la libération incomplète des composants utiles, et pour les concentrés pauvres et les rejets riches obtenus parfois après leur broyage supplémentaire, ils se soumettent à la flottation de répétitions. Voir figure (5)

L'opération de la flottation de répétitions du concentré s'appelle la flottation relaveuse. Le but est d'augmenter la qualité du concentré, c'est-à-dire augmenter la teneur en composant utile jusqu'à la valeur exigée.

L'opération de répétitions du rejet s'appelle la flottation contrôle. L'objectif est de diminuer la teneur en composant utile des rejets et obtenir les rejets pauvres.

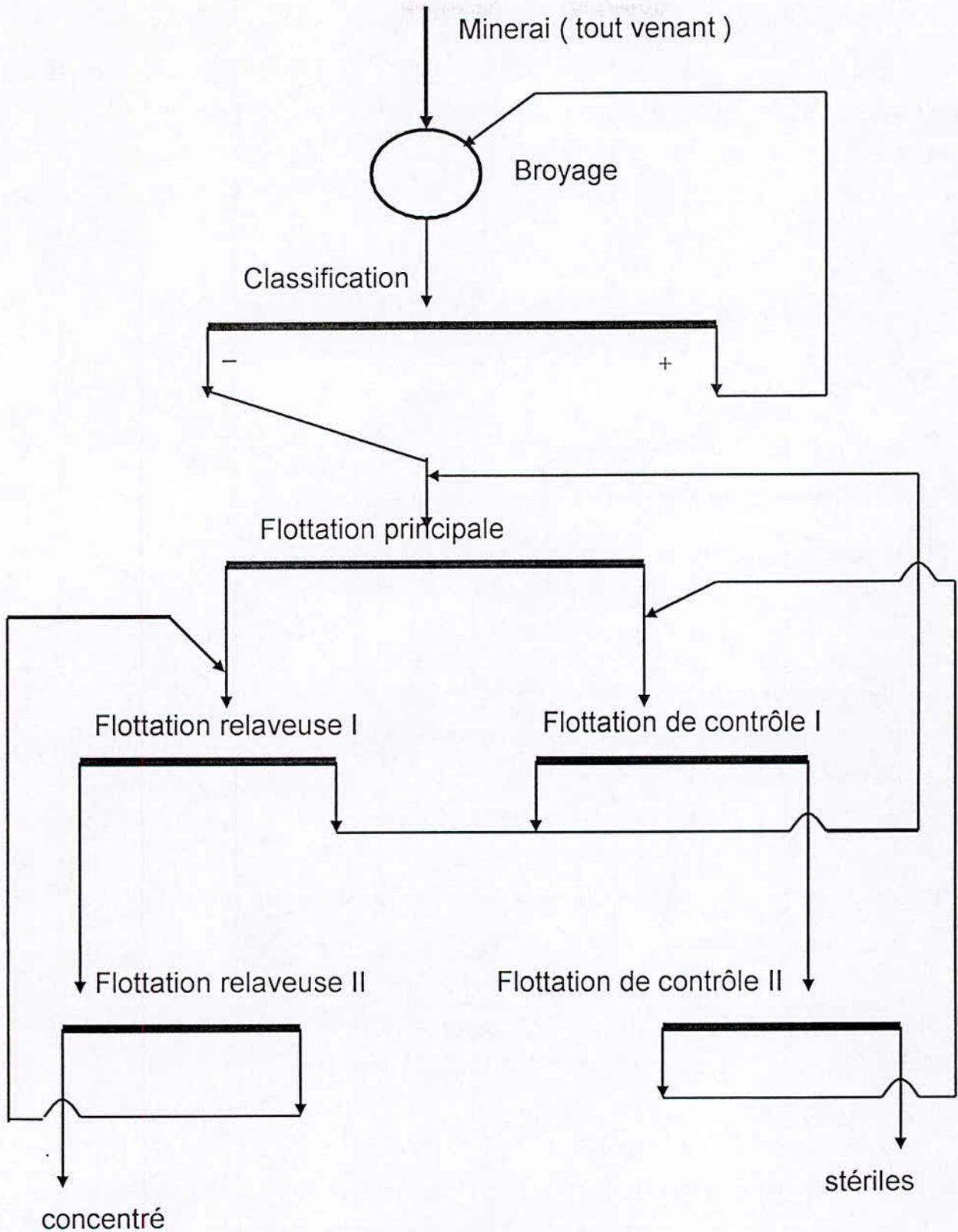


Figure (5): Un cycle de flottation avec le broyage préalable de tout-venant

#### 2.2.4 La séparation magnétique :

Cette méthode est basée sur la susceptibilité magnétique des minéraux. La susceptibilité magnétique indique l'aptitude des particules de changer son aimantation sous l'influence du champ magnétique extérieur, et est exprimée par la formule suivante :

$$K = \frac{I}{H}$$

**K** : la susceptibilité volumique du corps.

**I** : le degré d'aimantation de particule.

**H** : l'intensité du champ magnétique.

En fonction de la valeur de susceptibilité magnétique, les corps sont divisés en corps diamagnétiques ayant une susceptibilité négative et les paramagnétiques ayant une susceptibilité positive.

Suivant cette formule tous les minéraux peuvent être divisés :

-En minéraux fortement magnétiques : citons en général les minéraux contenant du fer, et, pour les extraire, on utilise les champs magnétiques faibles

- En minéraux faiblement magnétiques : ce sont des minéraux contenant du manganèse, des oxyde, du titane...etc. Et pour l'extraction, on utilise les champs magnétiques forts.

-Concernant la dernière classe, il s'agit des minéraux non magnétiques ; les minéraux de ce groupe ne peuvent pas être extraits par les champs magnétiques.

**a La classification des séparateurs magnétiques :**

Chaque séparateur est composé du système magnétique, du système d'alimentation en minerai et du système d'évacuation.

-En fonction de la méthode de création du champ magnétique, on distingue les séparateurs avec aimants permanents, et, avec les électroaimants.

- On peut aussi classer les séparateurs magnétiques en fonction de leurs conditions de travail. On distingue les séparateurs travaillant à voie humide et sèche , on peut aussi les diviser, en séparateur pour des minerais fortement magnétiques et en séparateur de minerais faiblement magnétiques. Voir figure N (6).

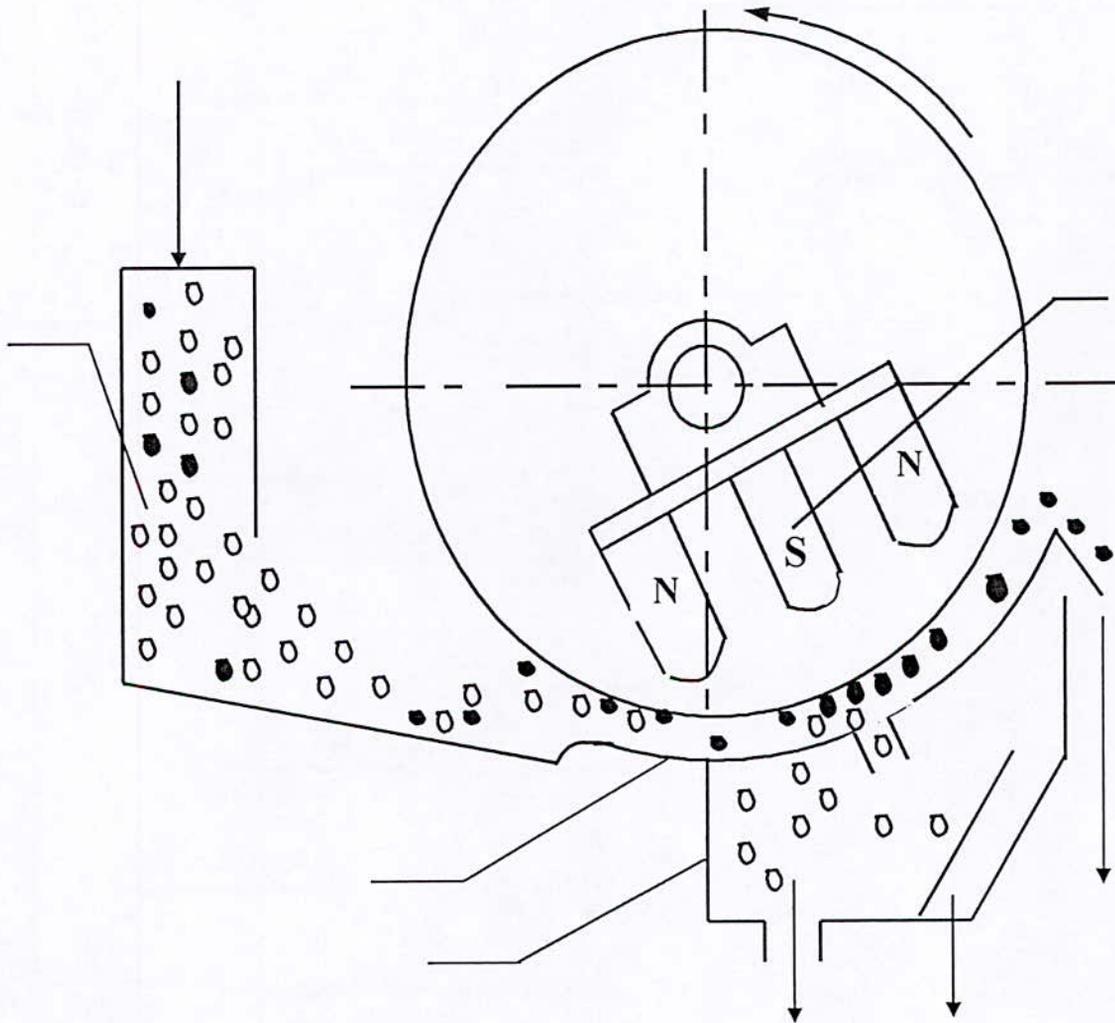


Figure (6) : séparateur magnétique à voie humide pour minerais fortement magnétiques

-Schéma de séparation magnétique : Ce schéma montre La sécession des opérations, et le nombre d'étage important utilisé, voir figure (7)

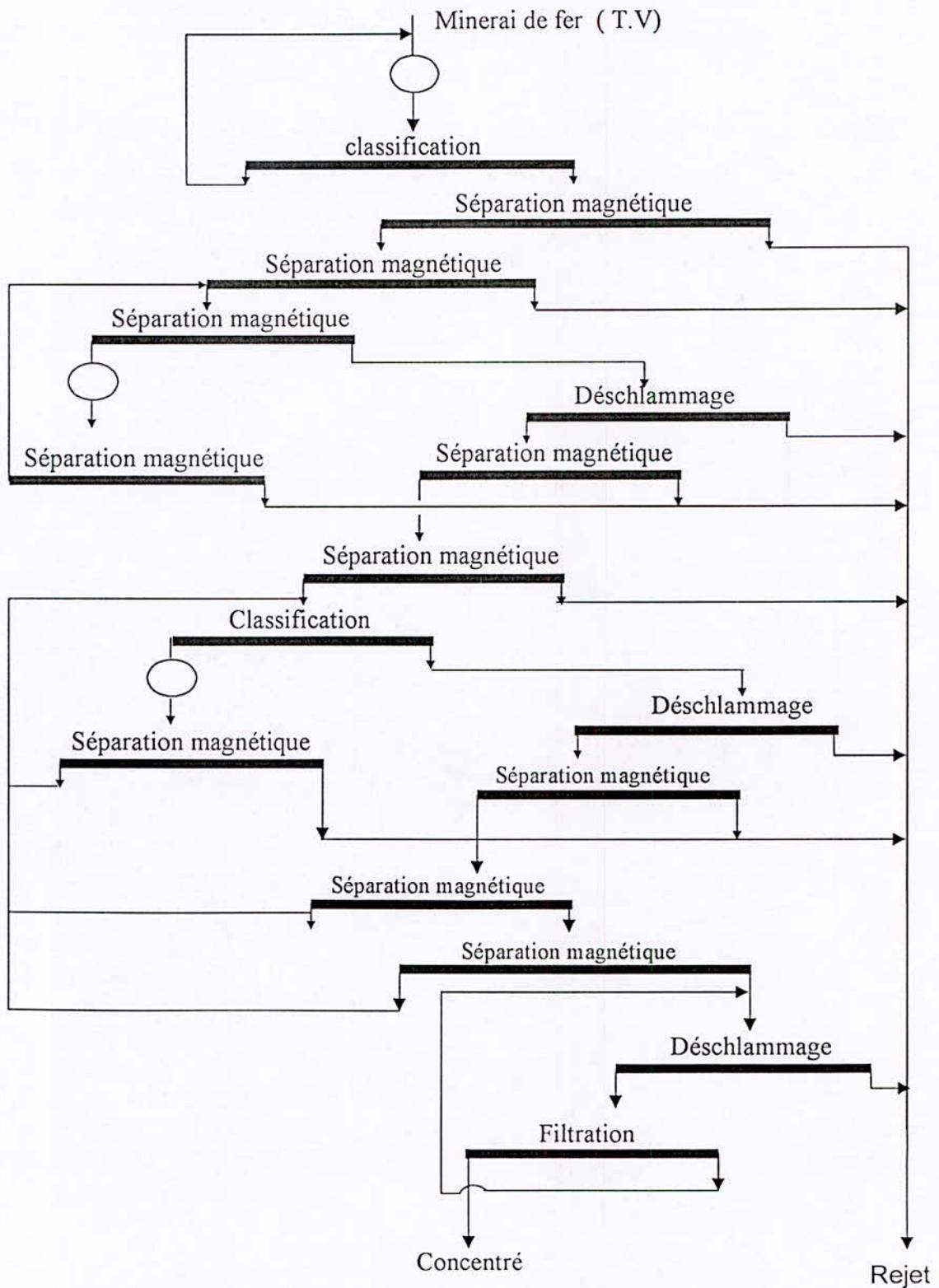


Figure (7) :Schéma technologique d'enrichissement d'un minerai de fer fortement magnétique.

### 2.2.5 La lixiviation

C'est une solubilisation sélective de constituants utiles, permettant de les séparer de la principale masse de roche et des impuretés nocives, sous forme de solution. Ce qui explique que son étude et la mise au point de son régime optimal, puisse faire l'objet d'attention durant le traitement d'un procédé hydrométallurgique.

Les résultats de la lixiviation des éléments et des liaisons séparées dépendent de :

- La composition réelle du matériau initial ;
- Du caractère de l'interliaison des minéraux ;
- La grosseur de leurs grains respectifs ;
- La porosité des particules Solides et de leur composition dans la pulpe ;
- La durée et des conditions hydrodynamiques de la lixiviation.

On distingue deux types de lixiviation.

La lixiviation avec agitation (mécanique ou pneumatique) ;

La lixiviation sans agitation (en tas ou in situ).

#### **a La lixiviation avec agitation :**

L'agitation peut être mécanique ou pneumatique, suivant la granulométrie des matériaux à séparer. Elle est appliquée généralement sur des minerais de l'or, Pour ce type de concentration on utilise deux types d'appareils :

- Des cuves (bétonnées, en acier, en bois), alimentées par un dispositif spécial (mécanique ou pneumatique) pour le mélange de la pulpe.
- des autoclaves, fonctionnant sans pression à hautes températures.

#### **b La lixiviation sans agitation de la pulpe :**

Elle est destinée pour des réserves important mais pauvre en métal, pour des minerais métallifères, présente, des teneurs élevées en métal. Cependant En distingue deux Type de lixiviation sans agitation , lixiviation in situe et Lixiviation en tas

Suivant la nature de la solution, on distingue trois types de lixiviation : Lixiviation acide, lixiviation ammoniacal et lixiviation bactérienne. A titre d'exemple de lixiviation bactérienne, considérons le cas du traitement d'un concentré de plomb,

contenant également des métaux valorisables, tel que le cuivre, le zinc et le cadmium réfère figure (8) .

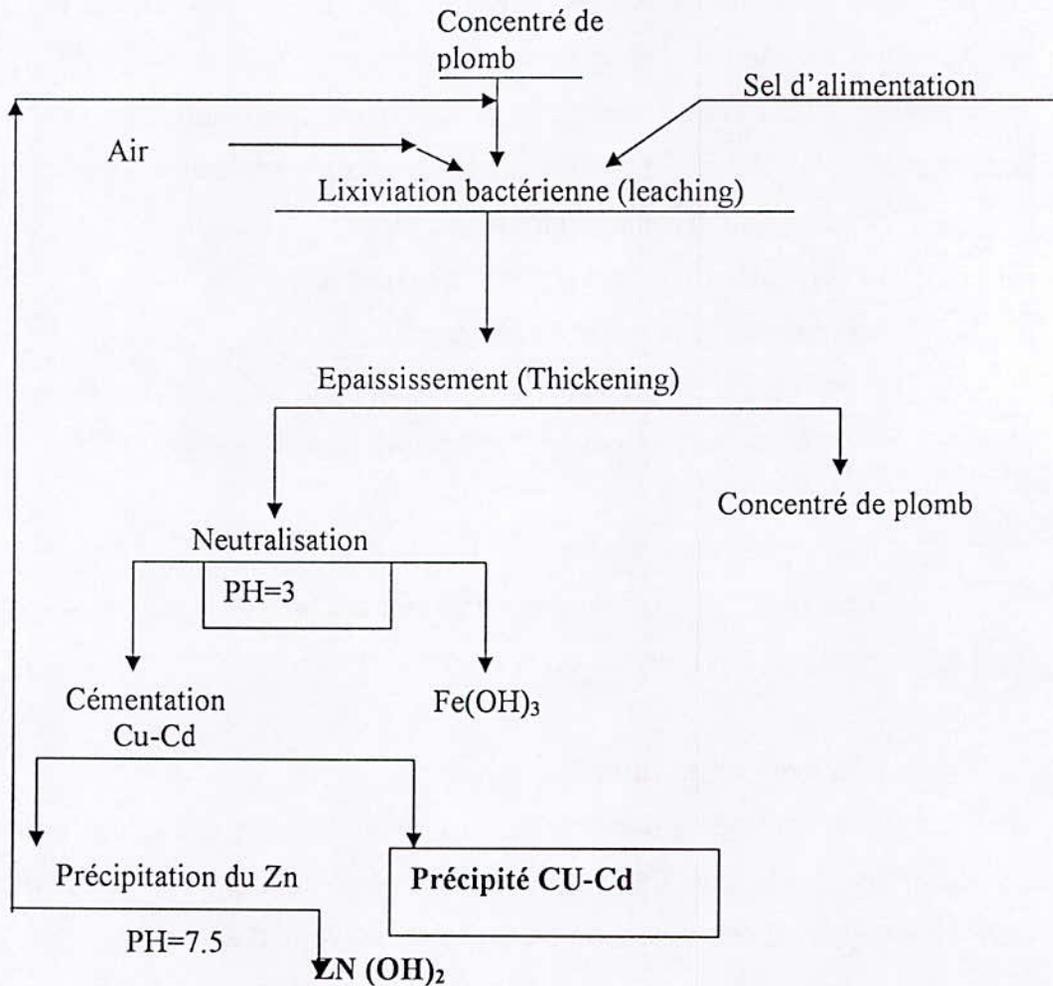


Figure (8) d'extraction du cuivre-zinc-cadmium, à partir de concentré de plomb

## 2.2.6 Les méthodes de concentration secondaire :

### a La séparation électrique :

C'est une méthode qui est basée sur la différence des propriétés électriques des minéraux à séparer.

La propriété électrique, utilisée pour la séparation des minéraux, est la conductibilité électrique.

D'après la conductibilité électrique on peut classer les minéraux en trois groupes : les conducteurs, les semi-conducteurs, les diélectriques ou isolant.

Cette méthode est utilisée pour la concentration des minéraux d'argent, des minerais d'or la magnétite, la galène.

Les séparateurs électriques peuvent être divisés en deux groupes, Les séparateurs électriques, et les séparateurs à couronne.

#### **b Les méthodes auxiliaires d'enrichissement :**

Ces méthodes sont basées sur la différence entre la vision extérieure des minéraux à séparer (couleur, forme des particules, éclat ) aussi bien que sur la différence de certains minéraux présentant une aptitude de radioactivité ou de luminescence. Pour cela, on utilise le triage à main.

Lors du triage à main, les ouvriers choisissent les morceaux des roches stériles ou du minerai à partir de la bande en mouvement.

Parmi les méthodes auxiliaires on trouve :

- La séparation radiométrique : d'après le principe de fonctionnement, les appareils sont classés-en :
  - séparateurs utilisant l'émission de rayonnement par les minéraux
  - séparateur utilisant l'absorption du rayonnement par les minéraux
- L'enrichissement d'après la différence en coefficient de frottement et la forme des particules. Cette méthode se pratique sur une surface inclinée.
- L'enrichissement sur les surfaces grasses est basé sur les propriétés de certains minéraux à se coller.
- L'enrichissement par concassage sélectif, est basé sur les propriétés de certains minéraux de se casser plus facilement que les autres, lors de concassage.

### III Cas de schémas (flow-sheet ou fluxogrammes) de traitement de minerais algériens :

L'industrie minière algérienne est caractérisée, par une exploitation des gisements, aussi bien diversifiés que nécessaires pour l'économie nationale. Alors toute exploitation est suivie en générale d'un traitement spécifique, en fonction des caractéristiques du minerai.

De nombreux gisements de minerais polymétalliques, contenant du plomb, de zinc et parfois du cadmium, sous forme de minéraux sulfurés, existent en Algérie. Citons les gisements les plus connus à savoir : CHAABET-EL-HAMRA, OUED-AMIZOUR, OUED-KEBIR, BOUSSOUFA, etc.... Parmi les usines de concentration traitant ce type de minerai, citons celle de KHERZET-YOUCHEF, alimentée par, par le minerai provenant du gisement de CHAABET-EL-HAMRA. Voir schéma N° (9) et (10)

L'application du procédé de séparation gravimétrique par liqueur dense, suivi d'un procédé de flottation apparaît au niveau de cette usine.

Si on considère les gisements d'or en Algérie, nous pouvons, nous pouvons citer, dans le cadre de leur traitement industriel les sites miniers :

-De TIRIRINE (HOGGAR), où une usine pilote avait fonctionné auparavant, utilisant une batterie de tables à secousse (séparation gravimétrique par nappe pelliculaire fluante), cette unité ne fonctionne plus actuellement. Voir figure (11)

-De TIREK avec une petite unité industrielle, traitant par cyanuration ce minerai.

Cependant avec l'exploitation du gisement d'or d'AMESMESSA proche de celui de (TIREK), cette petite usine doit subir des transformations ou aussi avoir une autre implantation. Le traitement fait appel à une cyanuration en cuve, en utilisant comme solvant soit du cyanure de sodium, soit du cyanure de potassium. La teneur de coupure économique de ce minerai, alimentant l'unité est de 12 g/ tonne de minerai traité.

Comme application de séparation gravimétrique par accélération différentielle, Citons le cas du traitement du minerai de baryte (barytine) du gisement de MELLAL. Voir figure (12).

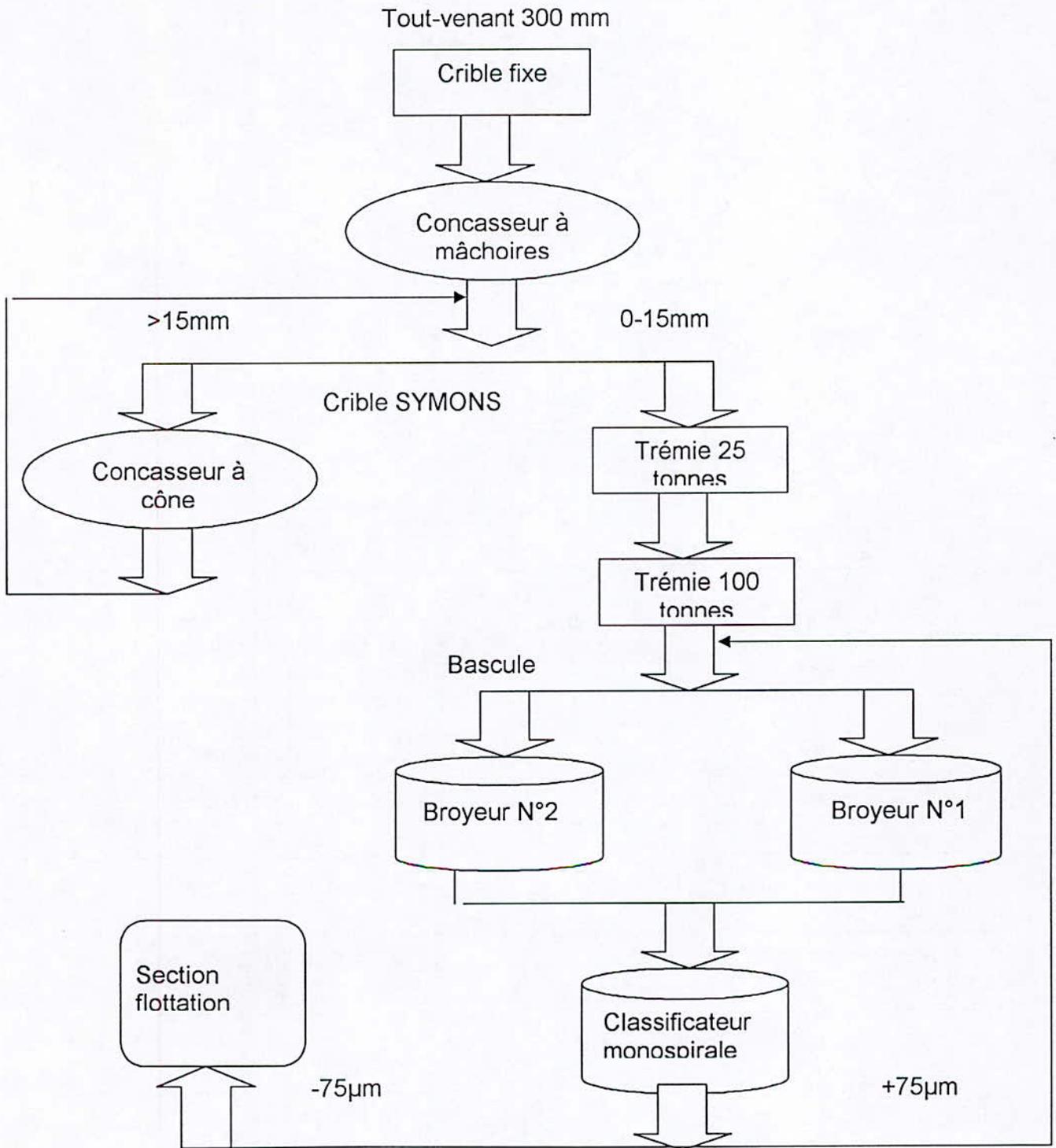


Figure (9) section : Concassage, criblage, broyage. De CHAABET-EL-HAMRA [10]

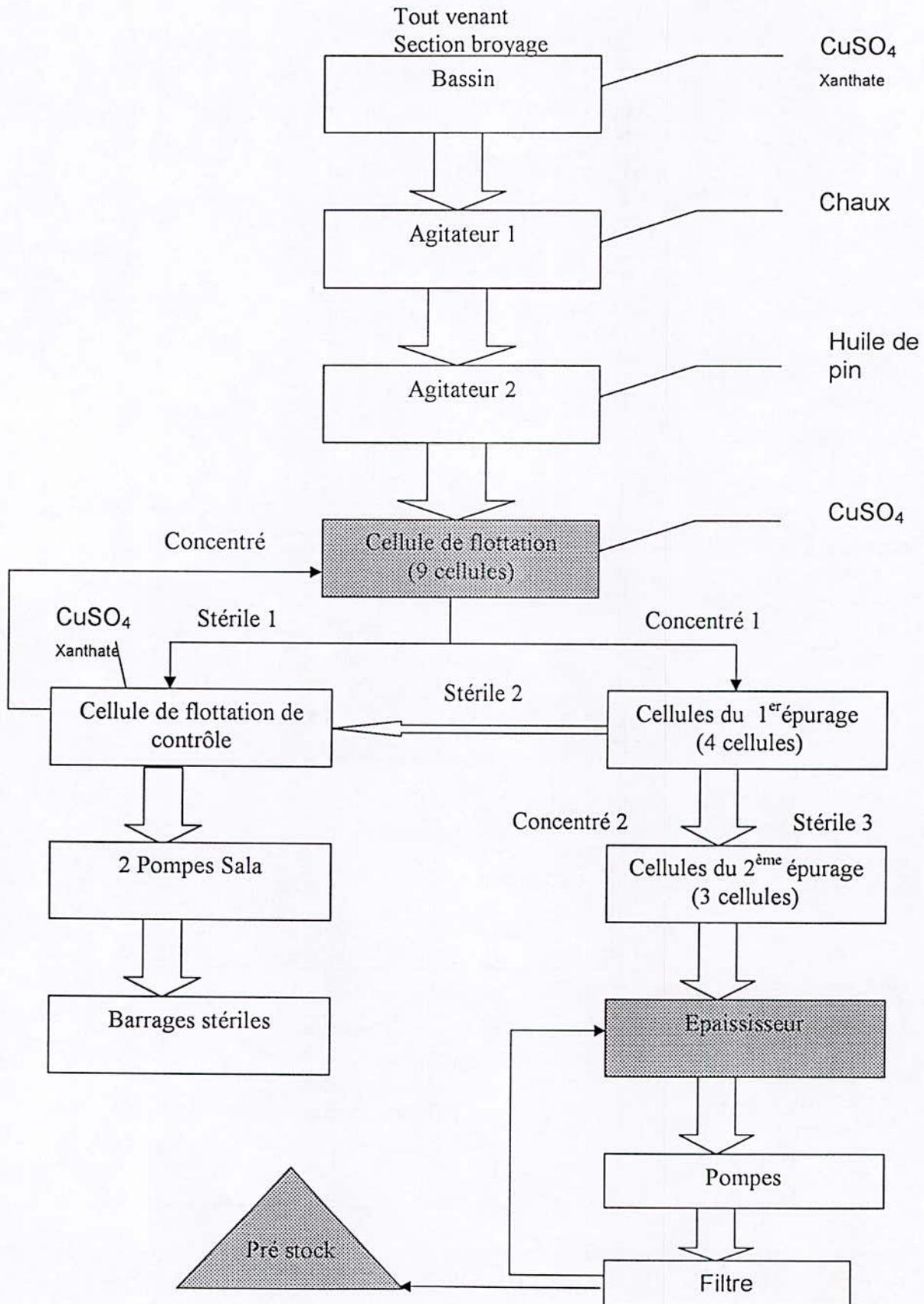
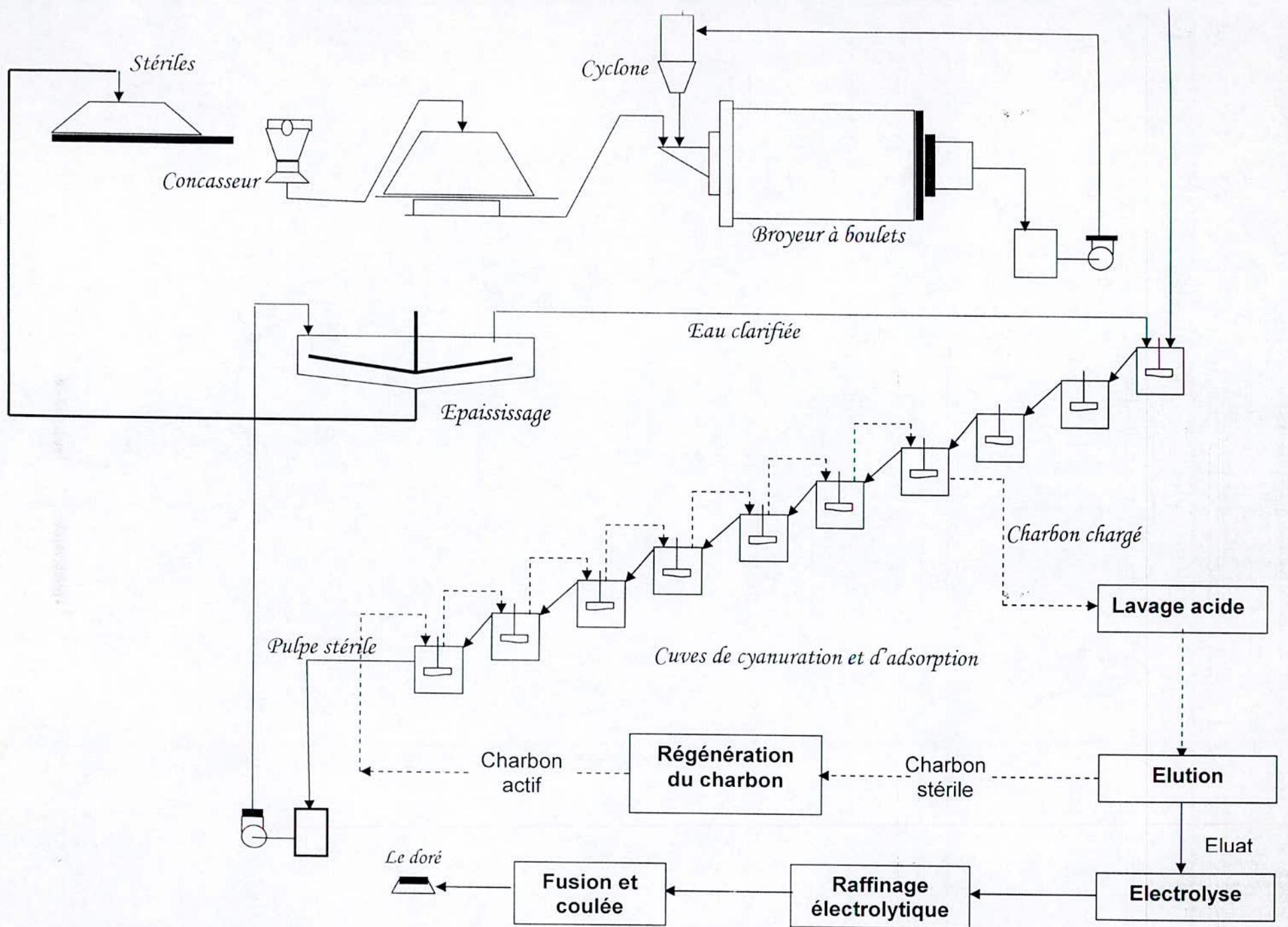


Figure (10) section de flottation de CHAABET-EL-HAMRA [10]-



Figure(11) Flow sheet simplifié du traitement d'or en cuve avec le procédé carbon in Leach (CIL) [7]

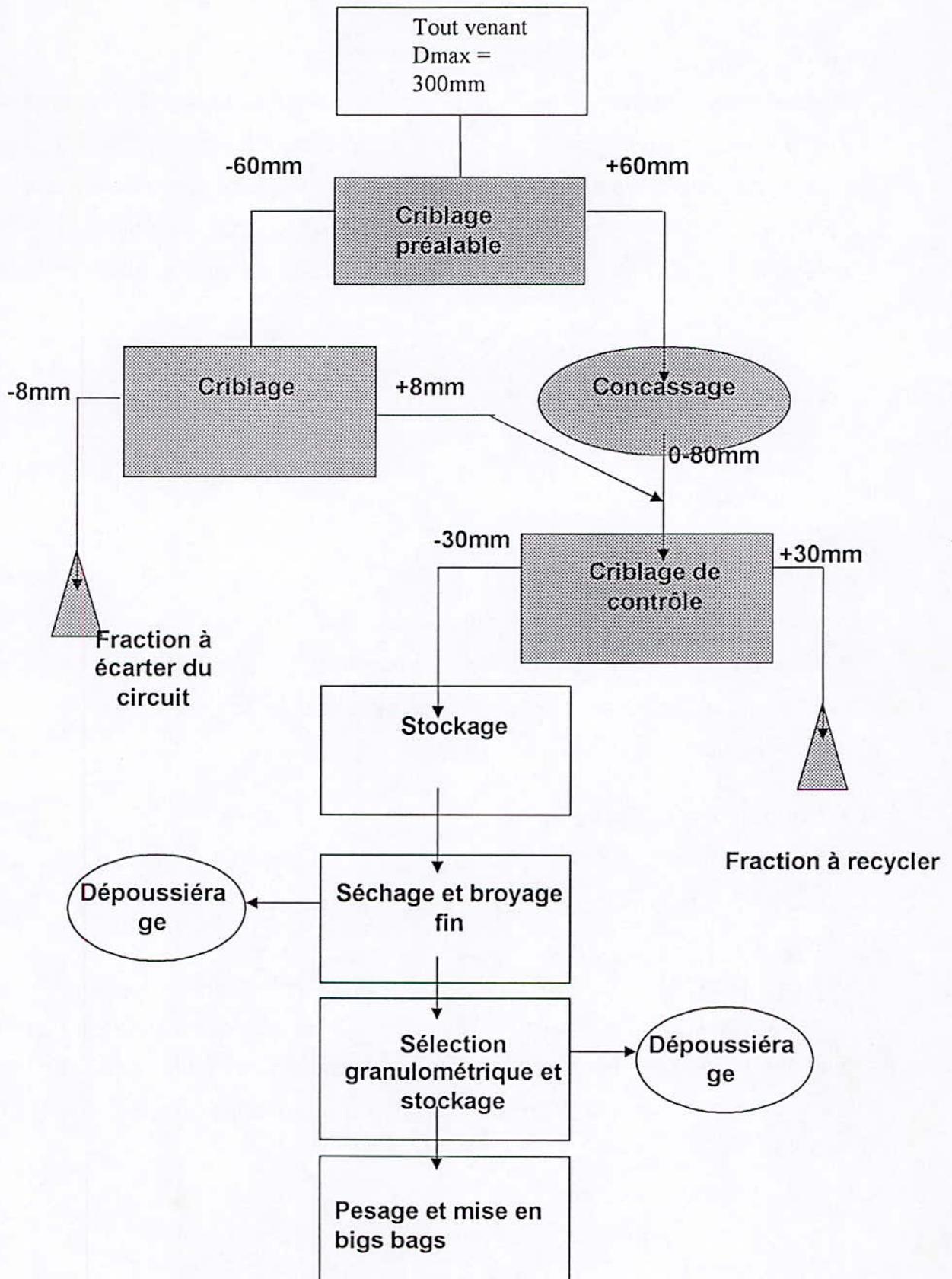


Figure (12) Schéma technologique de l'installation MELLAL

## **I Introduction :**

Une base de données, BD en abrégé, est un ensemble structuré d'informations ; elle offre la possibilité d'accéder facilement et rapidement à l'information recherchée. Les bases de données peuvent être plus au moins longues ou complexes suivant les capacités de l'ordinateur (capacité du disque dur) et du programme utilisé. Pour que notre application réponde à l'objectif tracé, nous allons suivre les étapes suivantes :

- Elaboration du schéma relationnel ;
- Traitement de données.

## **II L'outil de développement :**

L'outil de développement de notre application est Microsoft Access. Ce dernier est un SGBDR (système de gestion de bases de données relationnelles), permettant de gérer des données par domaine et d'établir des relations entre ces domaines.

De plus, on peut créer des requêtes, qui permettent de sélectionner une partie d'informations stockées dans des tables de la base de données en question, et qui répondent aux critères spécifiques.

### **2.1 Les objets d'Access**

Access ne contient pas uniquement des données. Il contient également des objets nécessaires à la gestion de ces données. Ces objets sont :

**2.1.1 Les tables :** Une table est un ensemble d'informations stockées sous forme de colonnes et de lignes. Une colonne représente un champ qui sera défini par son nom et son type ; une ligne représente un enregistrement ou une fiche. Les tables servent comme élément de base à la création d'autres objets Access, tels que les formulaires et les requêtes.

Tmineral : Table		
Nom du champ	Type de données	Description
Ref_mineral	NuméroAuto	
Famille	Texte	
Nature	Texte	
Mineral	Texte	
Teneur1	Numérique	
Origine	Texte	
Dis_prov	Numérique	
Porosite	Numérique	
Den_mineral	Numérique	
Den_gangue	Numérique	
Dim_liberation	Numérique	
Ex_s_pro	Texte	
Nom_s_pro	Texte	

Propriétés du champ

Général	Liste de choix
Taille du champ	Entier long
Nouvelles valeurs	Incrément
Format	
Légende	
Indexé	Oui - Sans doublons

Un nom de champ peut compter jusqu'à 64 caractères, espaces inclus. Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

**2.1.2. Les formulaires :** Les formulaires sont des interfaces graphiques, permettant de présenter un ou plusieurs enregistrements par fiche, de façon à disposer les champs d'un enregistrement à travers l'écran (en général, une fiche sur l'écran). On peut aussi utiliser un formulaire pour visualiser ou modifier des enregistrements déjà saisis, ou ajouter de nouveaux enregistrements. Lorsqu'on utilise un formulaire, Access extrait des données des tables et les affichés selon la disposition définie.

Type d'operation :	Concentration
Capacité de l'operation :	100 T/J
prix de revient :	150 DAV

← →

Preparation mecanique      Concentration      Mineral

Schéma de l'operation

**2.1.3 Les états :** Un état permet d'extraire et de présenter les données dans le format le mieux adapté à leur exploitation et à leur diffusion. Un état peut comprendre un texte, des nombres, des images, des traits, des cadres et des graphiques. L'état est un moyen efficace pour l'impression d'informations stockées dans des tables ou extraites par des requêtes. Il permet également de calculer et d'afficher des totaux et des sous totaux pour tout un jeu d'enregistrement.

**2.1.4 Les macros :** Une macro est une action (succession d'opérations de base) ou ensemble d'actions, permettant d'automatiser des tâches, telles que l'ouverture d'un formulaire ou l'impression d'un état, ce qui rendra l'utilisation de l'application plus performante,

**2.1.5 Les modules :** Ce sont des programmes, qui permettent d'accomplir des tâches complexes, écrits en langage de programmation, en l'occurrence « Microsoft Visual Basique », dans le but d'automatiser un traitement sur la base de données. Par exemple, un module qui met à jour une table de données à partir d'autres tables ayant subi des modifications.

Une application peut contenir plusieurs modules, composés chacun d'une section de déclarations et d'un ensemble de procédures.

**2.1.6 La requête** : c'est une structure permettant d'exprimer des opérations d'interrogation et de mise à jour de la base de données. Elle permet également de construire d'autres objets tels que les formulaires et les états.

Elle est décrite par

- Les tables utilisées ;
- Les champs affichés ;
- les liens entre les tables,
- Les conditions ( c'est à dire les expression permettant de choisir les informations qui sont traitées ou affichées) ;
- Les champs (ou expressions) selon les quels se sont classées (triés) les informations affichées.

## 2.2 Clé primaire ou index

La puissance d'un programme de bases de données relationnelles provient de sa capacité à trouver et à réunir rapidement des informations stockées dans des tables. A cet effet, chaque table doit inclure un champ ou un ensemble de champs, identifiant, de manière unique, chaque enregistrement stocké dans la table. Cette information porte le nom de « Clé primaire » de la table. Une fois qu'on a désigné une clé primaire pour une table, « Microsoft Access » empêchera, pour en garantir le caractère unique, que des doublons ou des valeurs nulles ne soient introduits. Une clé primaire permet aussi d'établir les relations entre les tables ; une relation se définit toujours entre deux champs spécifiques d'une table.

### 2.2.1 Les types de relations :

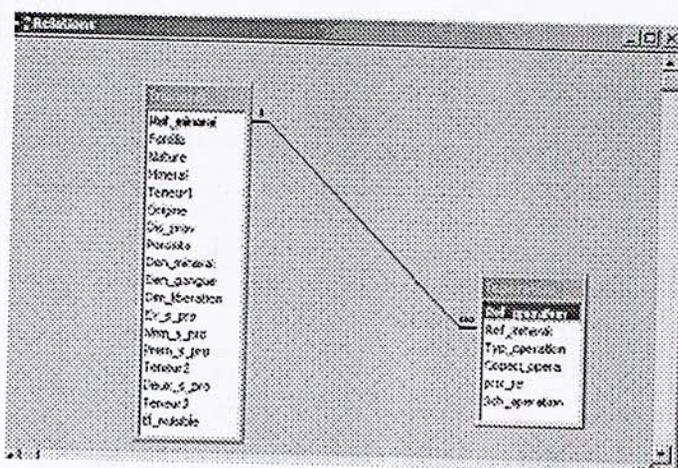
On distingue trois types de relations : les relations « Un à Un », les relations « Un à Plusieurs », les relations « Plusieurs à Plusieurs ».

➤ **Les relations « Un à Un ».**

Dans ce type de relations, un enregistrement de la table source ne peut être relié qu'à un seul enregistrement de la table liée, et inversement. Les relations de type « Un à Un » sont rares, puisque dans la plupart des cas, on peut combiner les champs des deux tables en une seule table.

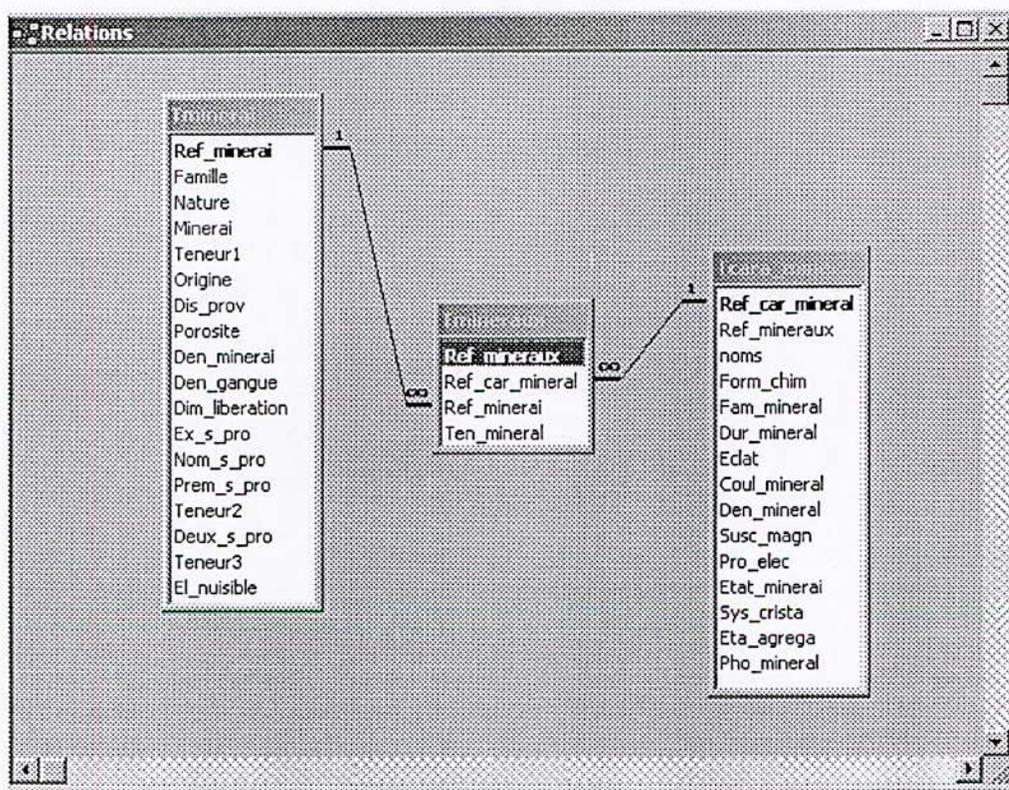
➤ **Les relations « Un à Plusieurs » :**

Dans une base de données relationnelle, la relation « Un à Plusieurs » est la plus courante. Avec une relation de ce type, un enregistrement de la table source peut être lié à plusieurs enregistrements de la table liée ; cependant un enregistrement de la table liée ne peut être lié qu'à un seul enregistrement de la table source. Pour établir la relation, on doit ajouter le champ (ou les champs) de la clé primaire de la première table (table source, c'est-à-dire, la table côté « Un » de la relation ) dans la seconde table ( table liée, c'est-à- dire, la table côté « Plusieurs » de la relation).



➤ La relation « Plusieurs à Plusieurs » :

Dans une relation de type « Plusieurs à Plusieurs », un enregistrement de la table source peut être relié à plusieurs enregistrements de la table liée, et inversement, « Access », à l'instar des autres programmes, ne peut pas créer une relation de type « Plusieurs à Plusieurs ». Pour ce type de relation, on doit créer une nouvelle table (table intermédiaire), dans laquelle on place des champs de la clé primaire des deux tables ( la table source, table liée ) ; la création de la relation « Plusieurs à Plusieurs », entre la table source et la table liée, revient donc à créer deux relations de « Un à Plusieurs ». La première relation lie la table source à la table intermédiaire, alors que la seconde devrait lier la table liée à la table intermédiaire, comme l'indique la figure ci-dessous.



### 2.2.2 L'intégrité référentielle dans les relations :

L'intégrité référentielle est un système utilisé pour garantir que les relations entre les enregistrements dans les tables liées soient valides, et, grâce à elles, on ne peut pas effacer ou modifier par erreur des données liées. On peut utiliser l'intégrité référentielle, si les deux conditions suivantes sont réunies :

- Le champ correspondant de la table source est une clé primaire ou possède un index unique.
- Les champs liés ont le même type de données. Il existe une exception : un champ Numérotation Auto peut être lié à un champ Numérique.

Une fois que l'intégrité référentielle est attribuée à une relation entre deux tables. On ne peut pas, d'une part, inclure une valeur dans le champ « clé étrangère » de la table liée, car n'existant pas dans la « clé primaire » de la table source, ou, d'autre part, effacer un enregistrement de la table source, si des enregistrements correspondants existent dans la table liée.

### III Le schéma relationnel :

#### 3.1 Introduction :

Après la collecte des informations et des flow-sheet de traitement en Algérie, nous avons analysé et découpé ces informations jusqu'au plus petit élément significatif. Ce découpage nous a permis de répartir les informations, selon leur nature et leur dépendance. Ensuite, nous avons structuré notre base de données, de façon à ne pas avoir à la modifier par la suite, et finalement, nous avons déterminé les liaisons qui peuvent exister entre les tables.

#### 3.2 Description des tables :

Les tableaux suivants résument toute la conception, car contenant les champs élémentaires, sur lesquels s'appuie l'application.

##### 3.2.1 Les clés primaires :

Chaque table est menée d'un champ qui doit être la clé primaire. Ce champ permet d'identifier de façon unique chaque enregistrement pour permettre ensuite le regroupement rapide de données de plusieurs tables.

Le tableau (1) présente toutes les clés primaires utilisées dans l'application.

Clé primaire	Signification	Table
Ref_minerai	Ref du minerai	Tminerai
Ref_mineraux	Ref du minéral	Tmineraux
Ref_operation	Ref de l'opération	Toperation
Ref_prepa	Ref de la préparation	Tpreparation
Ref_conce	Ref de la concentration	Tconcentration
Ref_car_mineral	Ref de caractéristique du minéral	Tcara_mineral

Ref_ap_prepa	Ref de l'appareil de préparation	Tap_prepa
Ref_ap_conce	Ref de l'appareil de concentration	Tap_conce
Famille	Famille du minerai	Tfamille
Ref_flot_princi	Ref de la flottation principale	Tflot_princi
G_ap_conce	Genre d'appareil de concentration	Tg_ap_conce
Typ_ap_conce	Type d'appareil de concentration	Tg_typ_ap_conce
G_ap_prepa	Genre d'appareil de préparation	Tg-ap-prepa
Nat_conce	Nature de la concentration	Tnat_conce
Minerai	Minerai	Tnat_minerai
Typ_conce	Type de la concentration	Tnat_typ_conce
Nature	Nature du minerai	Tnature
Ref_typ_alim_prepa	Ref type d'alimentation de l'appareil	Ttyp_alim_prepa
Typ_ap_prepa	Type d'appareil de préparation	Ttyp_ap_prepa
G_liqueur	Genre de liqueur	Ttyp_g_liqueur
Typ_liqueur	Type de liqueur	Ttyp_liqueur
Typ_prepa	Type de préparation	Ttyp_prepa

Tableau (1) : les clés primaires des tables

### 3.2.2 Les différents champs utilisés dans les tables principales :

- *Tminerai* :

Champ	Abréviation	Type
Ref du minerai	Ref_minerai	NuméroAuto
Famille du minerai	Famille	Texte
Nature du minerai	Nature	Texte
Minerai	Minerai	Texte
Teneur du produit principal	Teneur1	Numérique
Origine du minerai	Origine	Texte
Porosité du minerai	Porosite	Numérique
Densité du minerai	Den_minerai	Numérique
Densité de la gangue	Den_gangue	Numérique

Dimension de libération	Dim_liberation	Numérique
Existence de sous produits	Ex_s_pro	Texte
Nombre des sous produits	Nom_s_pro	Texte
Nom du premier sous produit	Prem_s_pro	Texte
Teneur du premier sous produit	Teneur2	Numérique
Nom du deuxième sous produit	Deux_s_pro	Texte
Éléments nuisibles	El_nuisible	Mémo

- *Tmineraux* :

Champ	Abréviation	Type
Ref du minéral	Ref_mineraux	NuméroAuto
Ref caractéristique du minerais	Ref_car_mineral	Numérique
Ref du minerais	Ref_minerais	Numérique
Teneur du minéral	Ten_mineral	Numérique

- *Tcara\_mineral*

Champ	Abréviation	Type
Ref caractéristique du minéral	Ref_car_mineral	NuméroAuto
Ref du minéral	Ref_mineraux	Numérique
Nom du minéral	Noms	Texte
Formule chimique	Form_chim	Texte
Famille du minéral	Fam_mineral	Texte
Dureté du minéral	Dur_mineral	Numérique
Eclat du minéral	Eclat	Texte
Couleur du minéral	Coul_mineral	Texte
Densité du minéral	Den_mineral	Texte
Susceptibilité magnétique	Susc_magn	Texte
Propriété électrique	Pro_elec	Texte
Etat du minéral	Etat_minerais	Texte
Système cristallin	Sys_crista	Texte
Etat d'agrégation	Eta_agrega	Texte
Cliché du minéral	Pho_mineral	Objet OLE

- *Toperation*

Champ	Abréviation	Type
Ref de l'opération	Ref_operation	NuméroAuto
Ref du minerai	Ref_minerai	Numérique
Type d'opération	Typ_operation	Texte
Capacité de l'opération	Copaci_opera	Numérique
Prix de revient	prix_re	Numérique
Schéma de l'opération	Sch_operation	Objet OLE

- *Tpreparation*

Champ	Abréviation	Type
Ref de la préparation	Ref_prepa	NuméroAuto
Ref de l'opération	Ref_operation	Numérique
Type de préparation	Typ_prepa	Texte
Voie	Voie	Texte
Nombre d'étages	N_eta_p	Texte
Capacité réelle	Cap_r_p	Numérique
Capacité théorique	Cap_t_p	Numérique
Capacité de la trémie	Cap_tremie	Numérique
Forme de la trémie	For_tremie	Texte
Dimension d'entrée	Dim_entre	Numérique
Degré de réduction	Deg_red_p	Numérique
Densité de la pulpe	Den_pul_p	Numérique
Pourcentage en solide	Pc_sol_pul_p	Numérique
Taux d'humidité à l'entrée	Taux_hu	Numérique
Taux d'humidité à la sortie	Taux_hu_s	Numérique
Rendement	Ren_p	Numérique
Consommation d'énergie	Cons_energi	Numérique
Schéma de préparation	Schema_prepa	Objet OLE

- *Tconcentration*

Champ	Abréviation	Type
Ref concentration	Ref_conce	NuméroAuto
Ref opération	Ref_operation	Numérique
Nature de concentration	Nat_conce	Texte
Type de concentration	Typ_conce	Texte
Capacité de concentration	Cap_op_conce	Numérique
Voie	Voie_conce	Texte
Nombre d'étages	Nob_eta_conce	Numérique
Densité de la pulpe	Den_pul_conce	Numérique
Consommation d'eau	Consm_eau	Numérique
Type de liqueur	Typ_liqueur	Texte
Genre de la liqueur	G_liqueur	Texte
Densité de la liqueur	Den_liqueur	Numérique

- *Tap\_prepa*

Champ	Abréviation	Type
Ref de l'appareil de préparation	Ref_ap_prepa	NuméroAuto
Ref préparation	Ref_prepa	Numérique
Genre d'appareil	G_ap_prepa	Texte
Type d'appareil	Typ_ap_prepa	Texte
Type d'alimentation	Typ_alim_prepa	Texte
Constructeur de l'appareil	Cns_ap_prepa	Texte
Dimension d'entrée	Di_e_ap	Numérique
Degré de réduction	Deg_redu_ap	Numérique
Capacité théorique	Cap_the_ap	Numérique
Capacité réelle de l'appareil	Cap_r_ap	Numérique
Puissance absorbée	P_abs_prepa	Numérique
Rendement de l'appareil	R_ap_prepa	Numérique
Condition de travail	Con_trav	Texte
Charge de la masse broyante	Char_mas_br	Numérique
Angle d'inclinaison	Ang_incli	Numérique

Type de vis	Typ_vis	Texte
Type de râteau	Typ_rateau	Texte
Nombre de caisses	Nob_caisse	Numérique

- *Tap\_conce*

Champ	Abréviation	Type
Ref de l'appareil de concentration	Ref_ap_conce	NuméroAuto
Ref de concentration	Ref_conce	Numérique
Genre d'appareil	Gen_ap_conce	Texte
Type d'appareil	Typ_ap_conce	Texte
Capacité théorique	Capac_ap_theo	Numérique
Capacité réelle	Capac_ap_reel	Numérique
Voie	Voie_ap_conce	Texte
Consommation d'eau	Con_eau_ap_conce	Numérique
Consommation d'énergie	Con_energ	Numérique

- *Tflot\_princi*

Champ	Abréviation	Type
Ref de flottation principale	Ref_flot_princi	NuméroAuto
Ref concentration	Ref_conce	Numérique
Élément à flotter	Flottees	Texte
Élément à déprimer	Deprimees	Texte
Type de réactif	Typ_reac	Texte
Nom du réactif	Reactif_util	Texte
La formule chimique	F_chim_rea	Texte
"PH" du milieu	Ph_milieu	Numérique
Régulateur de milieu	Regula_milieu	Texte
Type de régulateur	Typ_regula	Texte
Formule chimique	F_chim_regula	Texte
Moussant	Moussant	Texte
Type de moussant	Typ_moussant	Texte
Formule chimique	F_chim_moussant	Texte
Temps de flottation	Temps_flottation	Numérique

### 2.1.3 les différents champs utilisés dans les tables de paramétrage :

Pour que notre système d'informations puisse répondre à toute modification dans les procédés de traitement ou dans la mécanisation utilisée ... nous avons conçu des tables permettant de stocker les nouvelles informations. Ces tables voir tableau (2)

Table	Champ	Abréviation	Type
Tfamille	Famille du minerai	Famille	Texte
Tnature	Famille du minerai	Famille	Texte
Tnat_minerai	Nom du minerai	Minerai	Texte
Tnat_minerai	Nature du minerai	Nature	Texte
Tnature	Nature du minerai	Nature	Texte
Tg-ap-prepa	Genre d'appareil	G_ap_prepa	Texte
Ttyp_ap_prepa	Genre d'appareil	G_ap_prepa	Texte
Ttyp_ap_prepa	Type d'appareil	Typ_ap_prepa	Texte
Ttyp_alim_prepa	Ref Type alimentation	Ref_typ_alim_prepa	NuméroAuto
Ttyp_alim_prepa	Type d'alimentation	Typ_alim_prepa	Texte
Ttyp_alim_prepa	Genre d'appareil de préparation	G_ap_prepa	Texte
Tg_ap_conce	Genre d'appareil de concentration	G_ap_conce	Texte
Tg_typ_ap_conce	Genre d'appareil de concentration	G_ap_conce	Texte
Tg_typ_ap_conce	Type d'appareil de concentration	Typ_ap_conce	Texte
Tnat_conce	Nature de concentration	Nat_conce	Texte
Tnat_typ_conce	Type de concentration	Typ_conce	Texte
Tnat_typ_conce	Nature de concentration	Nat_conce	Texte
Ttyp_prepa	Type de concentration	Typ_prepa	Texte
Ttyp_liqueur	Type de liqueur	Typ_liqueur	Texte
Ttyp_g_liqueur	Genre de liqueur	G_liqueur	Texte
Ttyp_g_liqueur	Type de liqueur	Typ_liqueur	Texte

Tableau (2) Les différents champs des table de paramétrage

### 3.2.4 Les relations entre les tables :

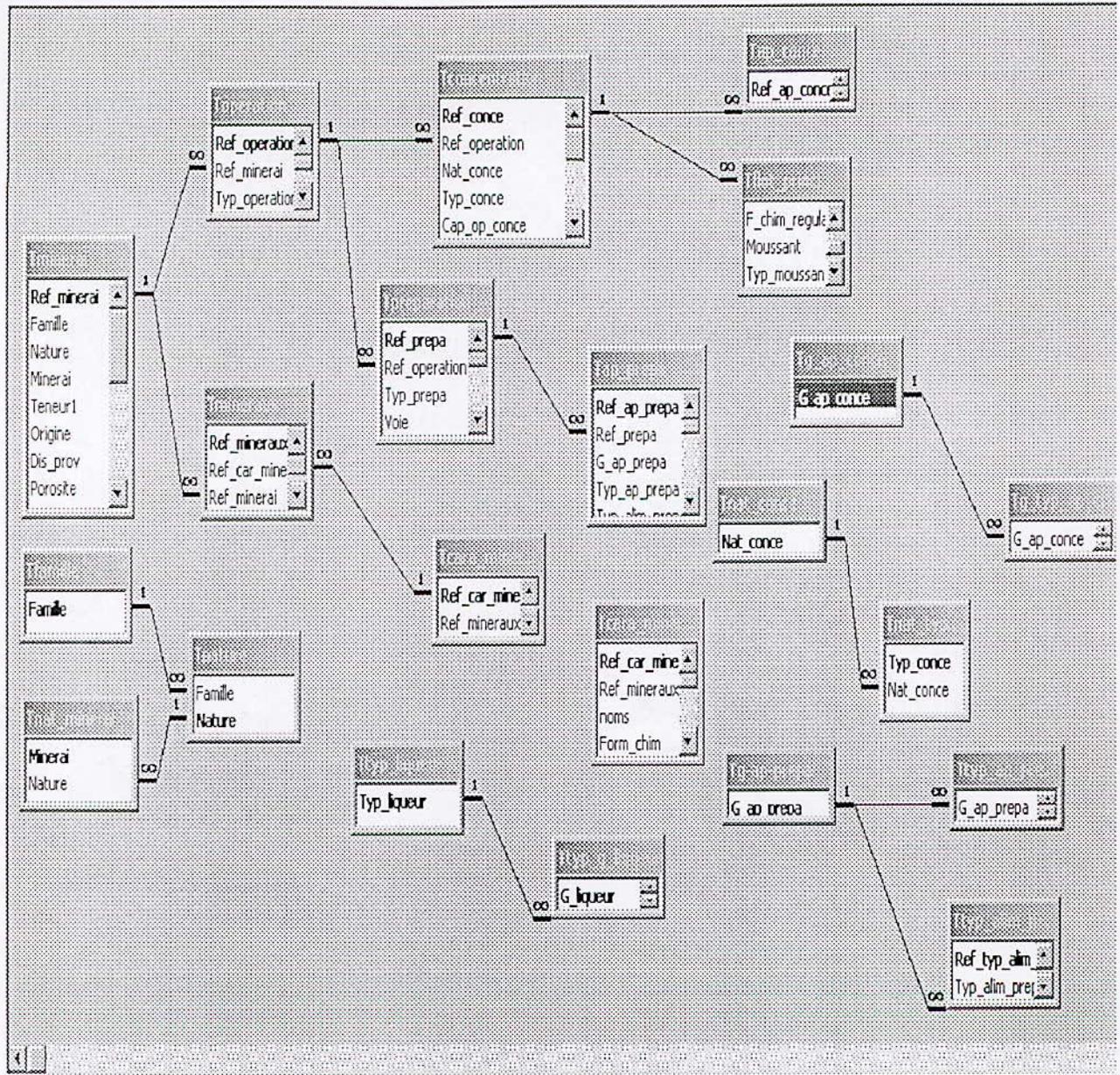
Access est un système de gestion de base de données relationnelles, signifiant qu'il est impossible de concevoir une application « Access » sans mettre en relation les tables ; leur principal rôle consiste à associer des enregistrements de plusieurs tables, et « Access » les utilisera pour trouver des données « enregistrements » spécifiques dans la base de données créée.

Les relations utilisées dans notre base de données sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Table1	Clé1	RELATION (Cardinalité)	Table2	Clé2
Tmineraï	Ref_mineraï	1-n	Tmineraux	Ref_mineraï
Tcar_mineral	Ref_car_mineral	1-n	Tmineraux	Ref_car_mineral
Tmineraï	Ref_mineraï	1-n	Toperation	Ref_mineraï
Toperation	Ref_operation	1-n	Tpreparation	Ref_operation
Toperation	Ref_operation	1-n	Tconcentration	Ref_operation
Tpreparation	Ref_prepa	1-n	Tap_prepa	Ref_prepa
Tconcentration	Ref_conce	1-n	Tap_conce	Ref_conce
Tconcentration	Ref_conce	1-n	Tflot_princi	Ref_conce
Tfamille	Famille	1-n	Tnature	Famille
Tnature	Nature	1-n	Tnat_mineraï	Nature
Ttyp_liqueur	Typ_liqueur	1-n	Ttyp_g_liqueur	Typ_liqueur
Tnat_conce	Nat_conce	1-n	Tnat_typ_conce	Nat_conce
Tg_ap_conce	G_ap_conce	1-n	Tg_typ_ap_conce	G_ap_conce
Tg_ap_prepa	G_ap_prepa	1-n	Ttyp_alim_prepa	G_ap_prepa
Tg_ap_prepa	G_ap_prepa	1-n	Ttyp_ap_prepa	G_ap_prepa

Tableau (3) : Les relations entre tables

3.2.5 Le schéma relationnel final de la base de données :



## IV Traitement de données :

### 4.1 Introduction :

Une base de données est, en général, créée pour être consultée. Elle peut être également mise à jour. Pour faciliter ces opérations de consultation et de mise à jour, le traitement de données est indispensable pour le bon fonctionnement de notre système d'informations. Ce traitement comporte toutes les opérations et procédures, qui pouvant faciliter l'accès aux données et rendre l'usage simple et souple.

Pour répondre à ces objectifs, notre base de données est traitée par :

- l'interface ( les formulaires);
- Le paramétrage ;
- Les boites de message ;
- La recherche ;
- L'optimisation de saisie.

### 4.2 Les formulaires :

#### 4.2.1 Les formulaires principaux

Afin de faciliter la saisie et la consultation, on a créé 8 formulaires principaux, basés sur les différentes tables principales, voir tableau (4).

Les formulaires	Nom formulaire	Basé sur :
Rapport final	Fmineraï	Tmineraï
Fmineraux	Fmineraux	Rmineral_cara
Foperation	Foperation	Toperation
Données géologiques	Fpreparation	Tpreparation
Type de tectonique	Fap_prepa	Tap_prepa
Type de roches encaissantes	Fconcentration	Tconcentration
Travaux exécutés	Fflot_princi	Tflot_princi
Type de Travaux	Fap_conce	Tap_conce

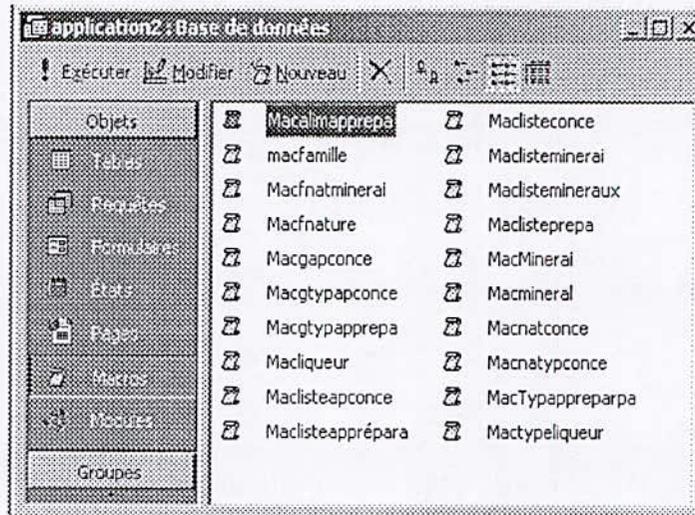
Tableau (4) :Les principaux formulaires.

**4.3 Les requêtes** : On a créé 16 requêtes pour la recherche et la création des formulaires et des états. Voir tableau (5)

Requête	Basé sur table(s)
Rfam_nat	Tfamille et Tnature
Rg_ap_typ_alim	Tg_ap_prepa Ttyp_alim_prepa
Rg_typ_ap_conce	Tg_ap_conce et Tg_typ_ap_conce
Rg_typ_ap_prepa	Ttyp_ap_prepa TG_ap_prepa
Rlist_minerai	Tminerai
Rliste_ap_concentration	Tminerai, Toperation, Tconcentration, Tap_Conce.
Rliste_ap_preparation	Tminerai, Toperation, Tpreparation et Tap_prepa
Rliste_concentration	Tminerai, Toperation, Tconcentration,
Rliste_mineraux	Tminerai et Tmineraux
Rlisy_preparation	Tminerai, Toperation, Tpreparation
Rminerai	Tminerai
Rminerai/Region	Tminerai
Rmineral_Carac	Tmineraux et Tcara mineral
Rnat_minerai	Tnature et Tnat_mineral
Rnat_typ_conce	Tnat_conce et Tnat_typ_conce
Rtyp_g_liqueur	Ttyp_liqueur et Ttyp_g_liqueur

Tableau (5) : les requêtes.

**4.4 Création de macros :** Vingt macros ont été créées, afin de répondre aux besoins du logiciel ; la majorité de ces macros sont des programmes d'ouverture de Formulaires de paramétrage ou état.

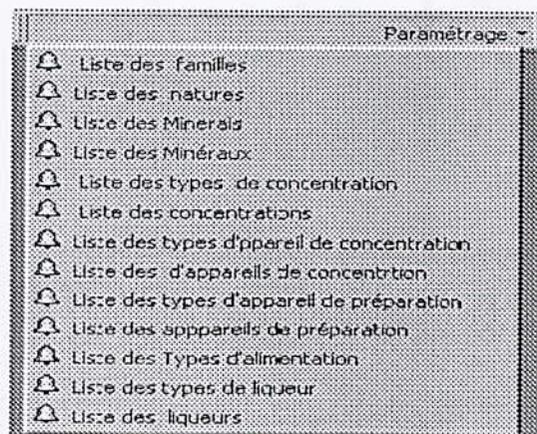


#### 4.5 Le paramétrage :

Toute modification pouvant survenir dans l'industrie minière Algérienne, se traduisant soit par l'application d'une nouvelle méthode de préparation mécanique ou de concentration, soit l'utilisation d'un nouvel appareillage, soit la découverte d'une nouvelle minéralisation...etc. Et tous cela Peut être pris en compte dans l'utilisation du paramétrage,

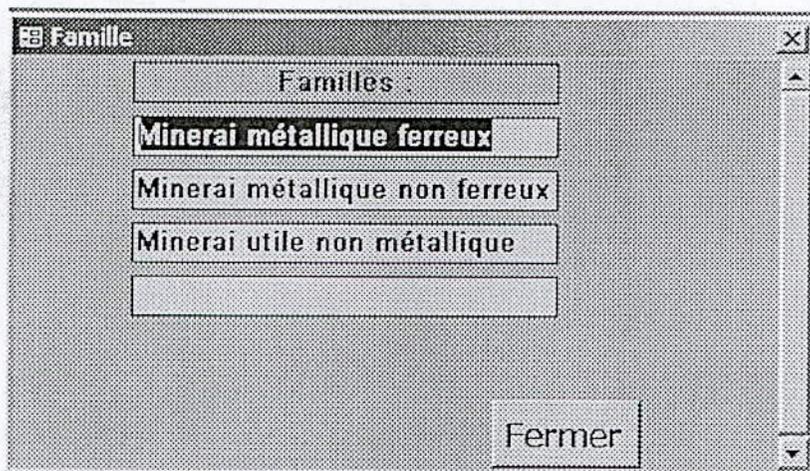
Grâce au paramétrage, toutes les listes de choix conçues dans l'application vont être basées sur des tables, où l'ajout sera autorisé ; toute évolution trouvera alors sa place dans les listes de paramétrage.

Dans notre Application, treize formulaires paramétrables sont mis à la disposition de l'utilisateur.



### 4.5.1 Les formulaires de paramétrage :

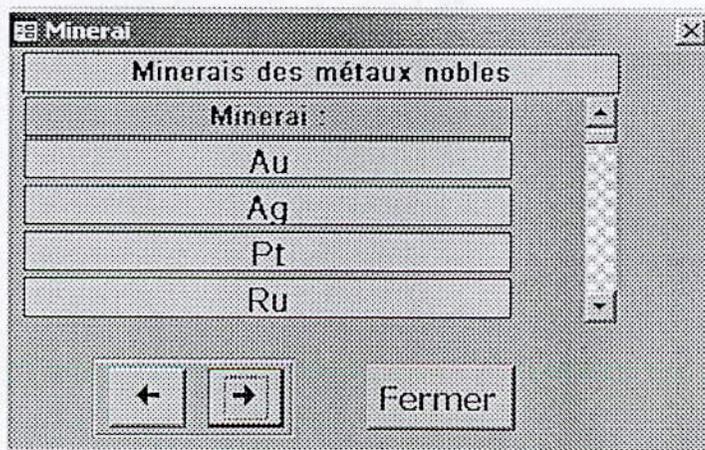
- Apport d'une famille de minerai.



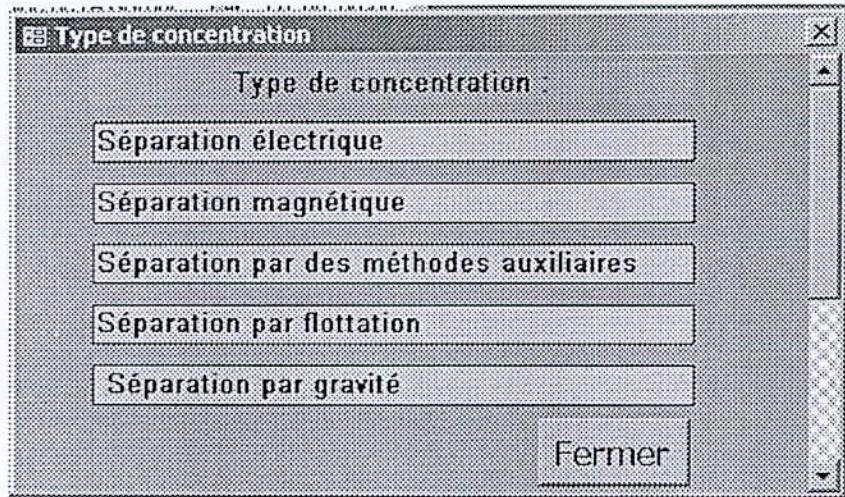
- Pour adjoindre une nature du minerai :



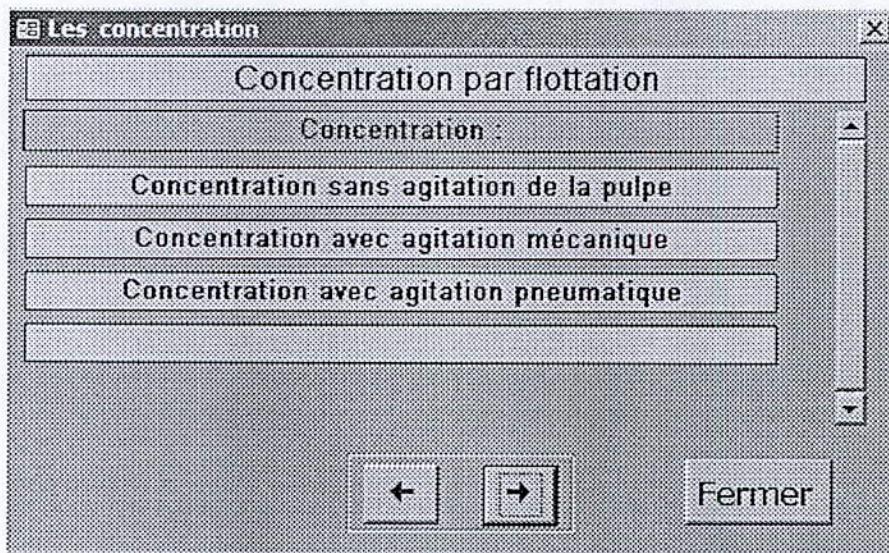
- Pour ajouter un minerai.



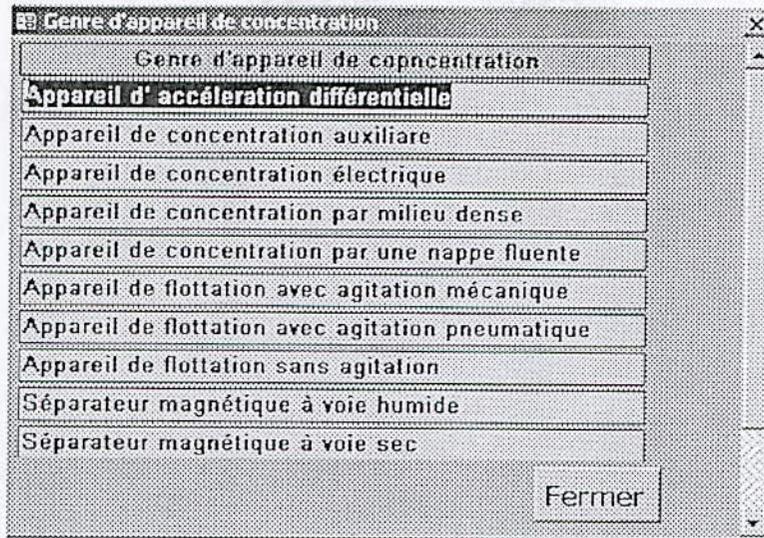
- Pour adjoindre un type de concentration.



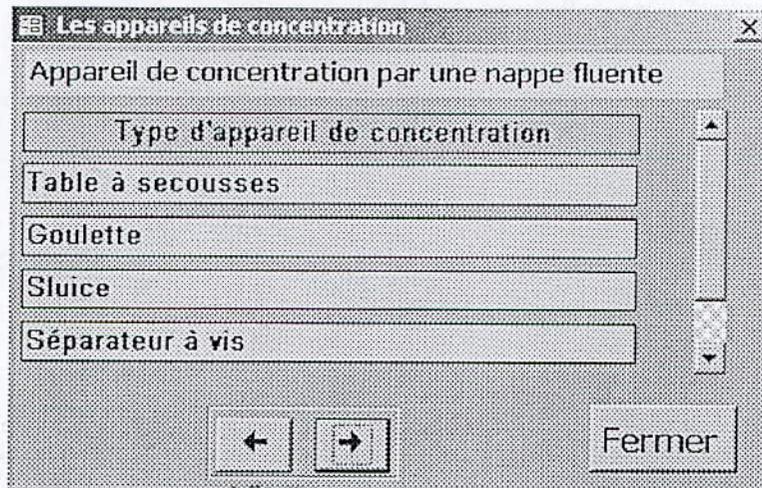
- Pour adjoindre une opération de concentration.



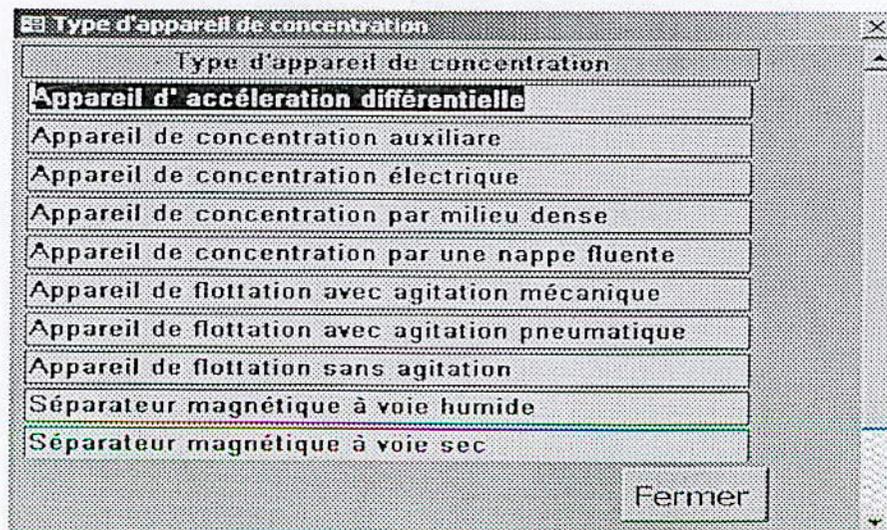
- Pour adjoindre un Genre d'appareil de concentration.



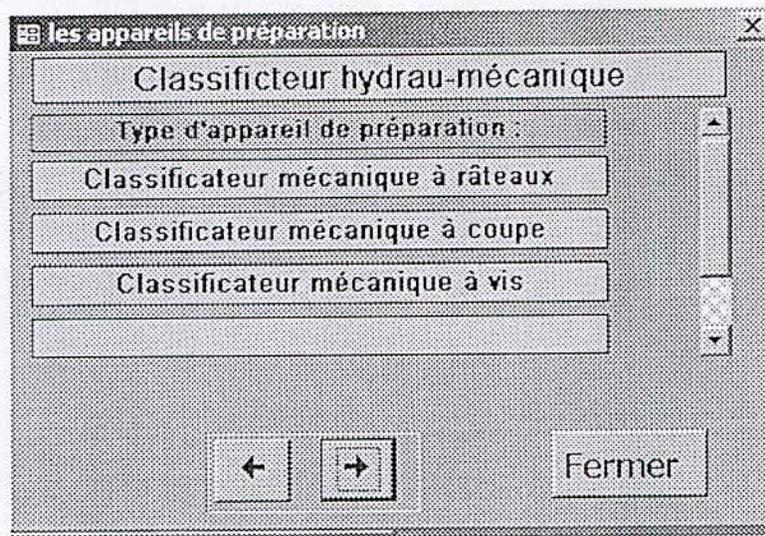
- Pour adjoindre un appareil de concentration.



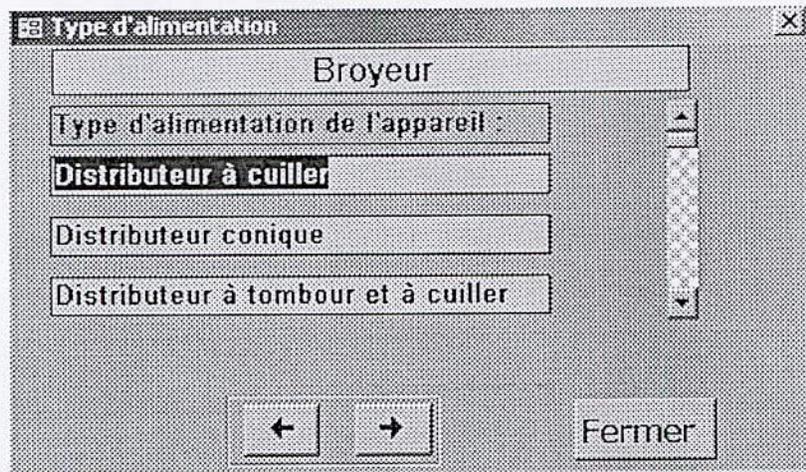
- Pour adjoindre Un Type d'appareil de préparation mécanique



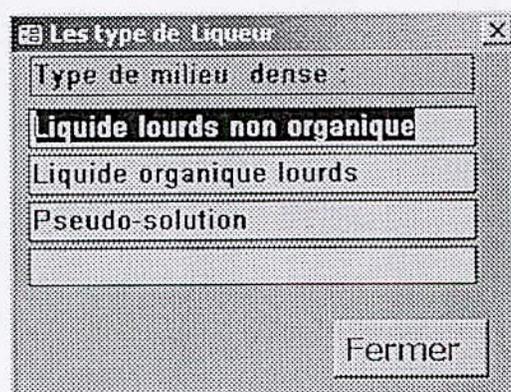
- Pour adjoindre un appareil de préparation mécanique



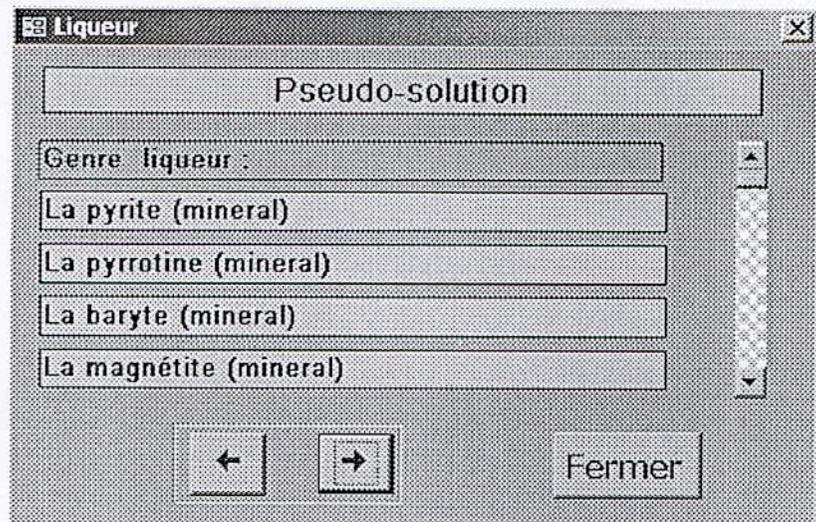
- Pour adjoindre un type d'alimentation



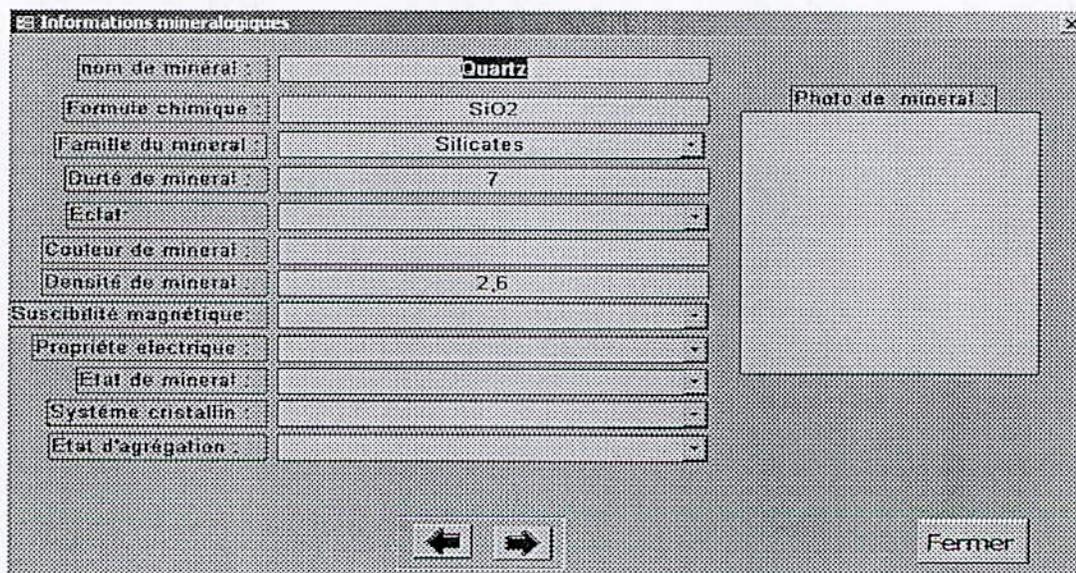
- Pour adjoindre un type de liqueur



- Pour adjoindre un liqueur



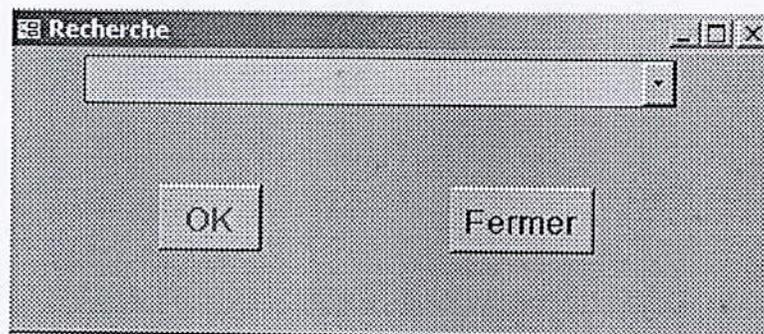
- Pour adjoindre un minéral



**4.6 La recherche :** Elle permet de trouver des informations spécifiques très rapidement, à cet effet, on a réalisé plusieurs formulaires, pour :

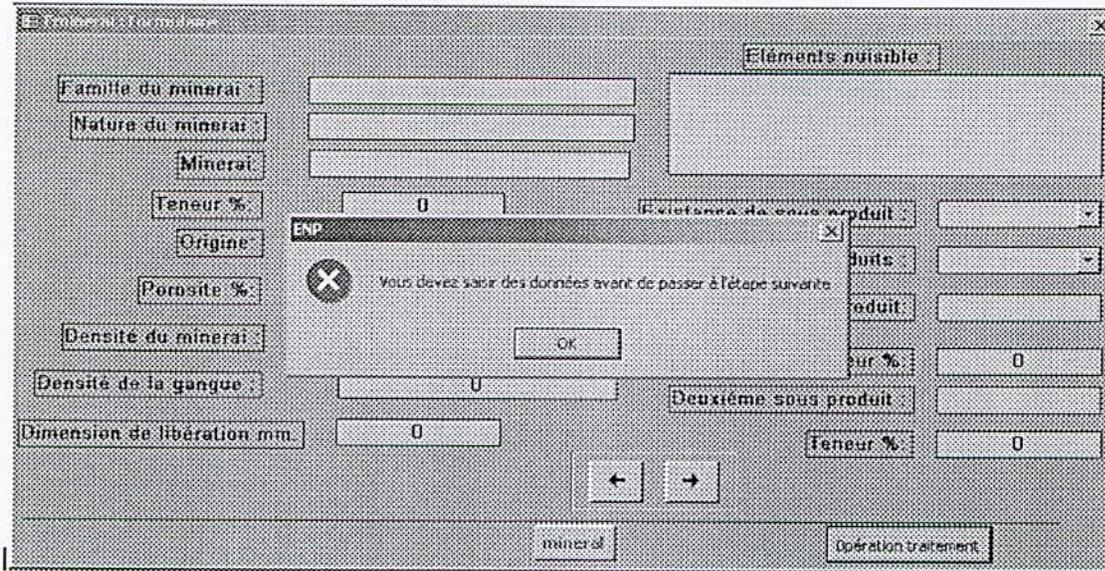
- Retrouver automatiquement les Caractéristiques d'un minerai déjà saisi.
- Retrouver automatiquement la fiche de la préparation mécanique d'un minerai donné.
- Retrouver automatiquement la composition minérale d'un minerai donné
- Retrouver automatiquement la fiche de la concentration d'un minerai donné
- Retrouver automatiquement les appareils de la préparation mécanique utilisée d'un minerai donné
- Retrouver automatiquement les appareils utilisés lors de la concentration sur un minerai donnée.

A titre d'exemple, la recherche des caractéristiques d'un minerai par gisement est atteinte par la consultation du formulaire de la figure ci-dessous.



**4.7 Les boites de message :** Elles permettent d'informer, d'annoncer une erreur et d'aider l'utilisateur. Elles apparaissent suite à certaines actions.

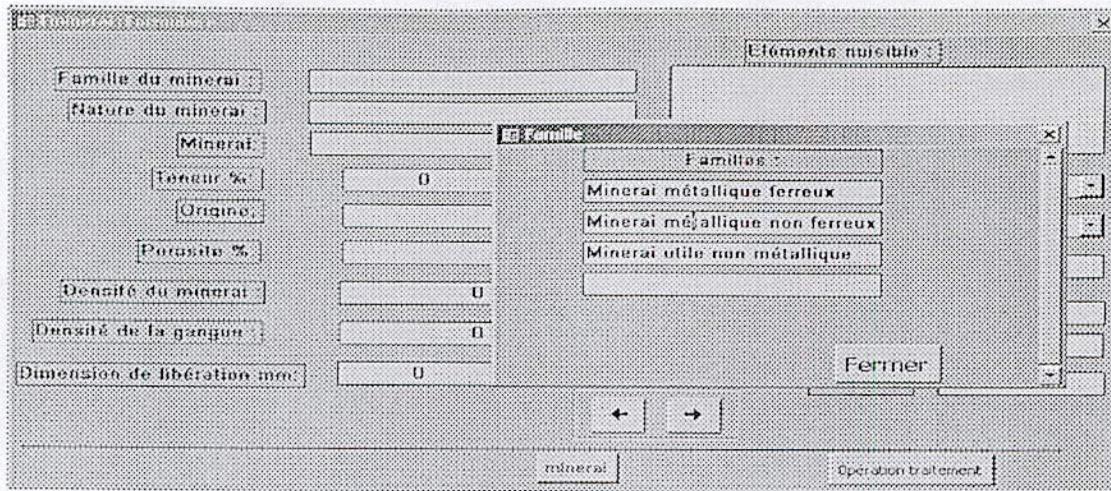
Par exemple : si on clique sur le bouton «opération de traitement » sans avoir au préalable précisé les données propre au minerai, comme résultat, une boite de message apparaît signalant l'obligation de saisir ces dites données pour que l'opération puisse être menée à bien.



**4.8 L'optimisation de saisie :**

Elle permet de réduire les erreurs de frappe de l'utilisateur et même d'optimiser le temps de saisie. L'optimisation de saisie est traduite par la création des listes déroulantes et des formulaires. En effet, plusieurs champs sont dotés d'une liste déroulante ou d'un formulaire instantané apparaissant simplement en cliquant sur-le-champ sélectionné.

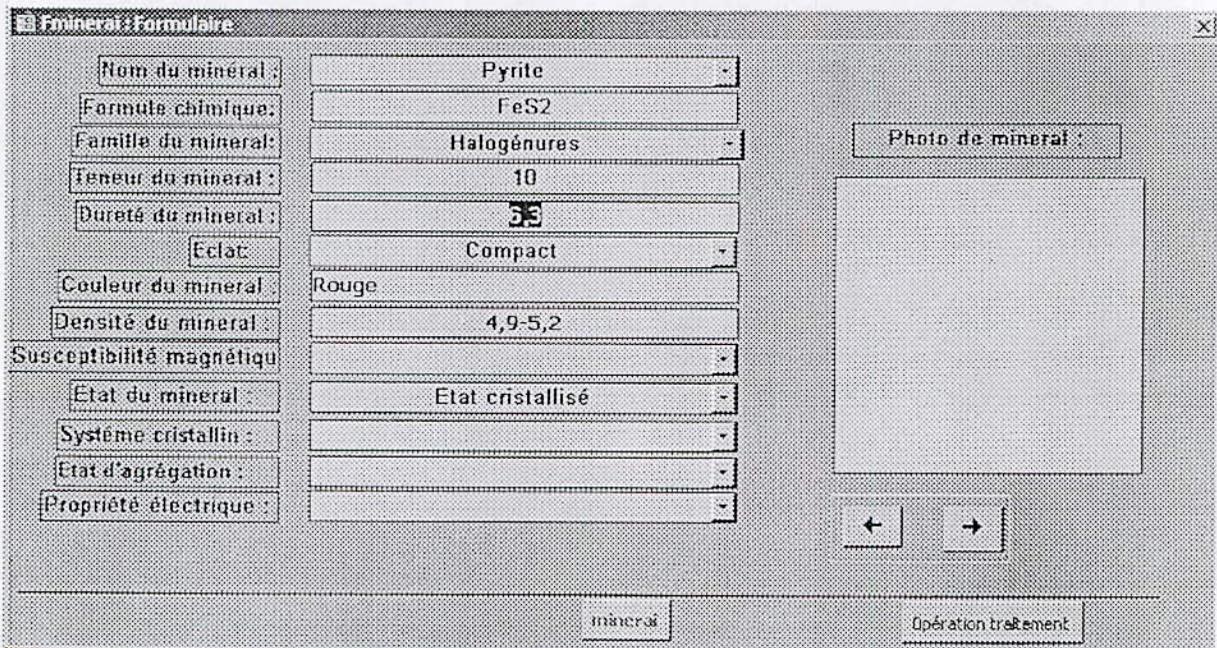
Par exemple, si nous cliquons sur le champ « Famille du minerai », le formulaire « Famille » s'ouvre automatiquement, celui-ci contenant une liste de choix, si nous cliquons deux fois sur une famille, la valeur sera directement introduite dans le champ « famille du minerai ».Voir la figure suivante.



### V Description de l'application :

L'application est composée de plusieurs fenêtres, décrivant les caractéristiques du minéral, les procédés de traitement et l'appareillage utilisé.

Elle s'ouvre par la fenêtre 'minéral', dans laquelle l'utilisateur saisira les informations concernant le minéral, puis à l'aide du bouton 'minéral', il accédera à la fenêtre 'minéral' (figure ci-dessous) où il saisira les minéraux.



Le bouton 'opération traitement' permettra de choisir le type d'opération dans la fenêtre 'opération'. Le bouton 'préparation mécanique' permet d'atteindre la fenêtre 'préparation mécanique', dans laquelle les étapes de concassage, broyage et

séchage seront détaillées par leur capacité, rendement, voie de traitement, etc. De plus, les appareils de chaque étape seront définis dans la fenêtre 'Appareils préparation'. Il en sera de même pour l'opération 'concentration'.

## Conclusion générale :

L'objectif recherché dans cette étude consiste à concevoir une application d'ordre générale. Impliquant des procédés et des techniques afférents au traitement minéralogique et particulièrement métallurgique des minerais ou des concentrés.

Les principaux paramètres technologiques des procédés et techniques, dans le domaine de la minéralogie et de l'hydrométallurgie (lixiviation), ont été pris en considération au niveau de cette étude. Quelques exemples de complexes industriels (laverie ou usine métallurgique) en Algérie ont été énumérés, et ce afin d'étayer les principaux procédés et techniques de concentration des minerais.

L'utilisation d'Access nous a permis de bien réaliser notre application grâce à ses atouts par rapport à d'autres systèmes.

Ce travail sera utilisé pour accéder facilement et rapidement à l'information recherchée, répondant ainsi partiellement aux objectifs fixés à l'axe de recherche pris en charge par notre département.

A titre de recommandation, ce travail n'a porté que sur l'aspect minéralurgique, celui-ci doit être finalisée en abordant les procédés pyro et hydrométallurgique afin d'aboutir à l'obtention de métal à l'état pur.

## BIBLIOGRAPHIE

[1]-P.BLAZIE (1970)

La valorisation des minerais, France.

Cote : 622.1.BLA

[2]-GAUDIN (1657)

La flottation 2<sup>ème</sup> édition, New york.

Cote : 622.765.GAU

[3]-A.SAADA (1993)

Préconcentration Physique du minerai complexe de Pb-Zn de CHAABET EL HAMRA

[4]-LYNCH et MANLAPIZ

Minéral and coal flottation circuits.

Coté : 622.765.MIN.

[5]-S.AMAROUCHE (1994)

Flottation de minerai sulfuré cas d'un échantillon de OUED AMIZOUR.

(P.FE) E.N.P.

[6]-M.ALLOUACHE(1994)

Valorisation de la pyrite de CHAABET EL HAMRA

(P.F.E) E.N.P.

[7]-M.ANOU(2001)

Essais d'orientation d'une lixiviation par percolation du gisement du TIREK (HOGAR).

(P.F.E) E.N.P.

[8]-Y.BOULEKROUCHE (1994)

Enrichissement d'un minerai polymétallique cas du gisement de CHAABET EL HAMRA.

(P.F.E) E.N.P.

[9]-M.BELAID (2000)

Programmer les base de données avec Access.

[10]-KH.GOUISSEM

Amélioration du taux de récupération du zinc du minerai du zinc du minerai sulfuré du gisement de CHAABET-EL-HAMRA.

[11]-anonyme (1999)

Etat projet Analyse des données

### **INTERNET**

1-[http / www.goldavenue.com](http://www.goldavenue.com)

2-[http / www.glamis.com](http://www.glamis.com)

3-[http / www.minining.co.za](http://www.minining.co.za)

4-[http / www.sfc.fr](http://www.sfc.fr)

5-[http / www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

6-[http / www.ecu.qc.ca](http://www.ecu.qc.ca)

7-[http / www.lycos.com](http://www.lycos.com)

8-[http / www.asat.volant.org](http://www.asat.volant.org)

9-[http / www.google.fr](http://www.google.fr)

## ملخص:

بعد استخراج المعادن من تحت الأرض تأتي المعالجة لتخليص المعادن من الشوائب. الجزائر لها عدة مناجم مغلقة أو في حالة المعالجة، و رغم ذلك فليس لها أي قاعدة معلوماتية متخصصة في هذا المجال و لهذا استعملنا "Access" لانجاز هذا التطبيق لتسهيل عملية البحث على معلومات خاصة.

## الكلمات الأساسية:

تطبيق ، طرق ، المعالجة ، المناجم ، الجزائر.

## Summary :

After the extraction of the ores of basement, the treatment comes in the second place to extract the useful substances. Algeria has of several closed mines and the mines in data processing run. But it does not have any bank of data concerning the methods of treatment used. Therefore one used Access to carry out an application which facilitates the access to specific information.

**Key words :** application, methods, treatment, layers, algériens.

## Résumé :

Après l'extraction des minerais de sous-sol, le traitement vient en second lieu pour extraire les substances utiles. L'Algérie dispose de plusieurs mines fermées et des mines en phase de traitement. Mais elle ne dispose d'aucune banque de données concernant les méthodes de traitement utilisées. Donc on a utilisé Access pour réaliser une application qui facilite l'accès aux informations spécifiques.

**Mots clés :** application, méthodes, traitement, gisements, algériens.