

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES
DIRECTION DE L'APPUI AU SECTEUR PRIVE



CRENEAUX PORTEURS DU SECTEUR PRIMAIRE



PRODUCTION DE CHAUX (VIVE ET ÉTEINTE)

TABLE DES MATIERES

1.APERÇU SUR LE SECTEUR.....	3
1.1.1.Les niveaux de production de produit d’engrais phosphaté.....	5
1.1.2.Disponibilités locales ou Importations	6
1.1.2.1.Disponibilités locales.....	6
1.1.2.2.Volumes des Importations.....	7
1.2.La destination des produits de chaux.....	8
2 .ASPECTS PHYSIQUES ET TECHNIQUES	10
2.1.Caractéristiques des produits issus des phosphates de chaux	10
2.2.Les différentes gammes de chaux à produire avec les phosphates.....	11
2.2.1.Chaux vive.....	11
2.2.2.Chaux hydratée.....	11
2.2.3.Lait de chaux.....	11
3.ASPECTS REGLEMENTAIRES ET INSTITUTIONNELS	15
3.1.Réglementation intérieure en vigueur	15
3.2.Les structures d’appui du secteur.....	15
3.2.1.Structures administratives	15
3.2.2.Structures professionnelles	15
4.ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX	16
4.1.Conditions d’installation.....	16
4.2.Normes	16
5.ASPECTS ECONOMIQUES ET COMMERCIAUX	17
5.1.Le marché national et international.....	17
5.1.1.Principales caractéristiques de la demande.....	17
5.1.2.Principales caractéristiques de l’offre	18
5.2.Potentiel de développement du marche local	20
6.INVESTISSEMENTS NECESSAIRES	21
6.1.Projet type de production de produit de chaux phosphaté	21
6.2.Prix de revient et seuil de rentabilité	22
6.3.Compte d’exploitation prévisionnelle	22
6.4.Rentabilité financière	22
7.ANALYSE DE L’ATTRACTIVITE ET DE LA FAISABILITE DU CRENEAU	23
8.CONTACTS ET SOURCES D’INFORMATION.....	24

1. APERÇU SUR LE SECTEUR

La chaux est employée dans un large éventail de produits et d'applications, chacun correspondant à des exigences particulières du marché. Par exemple, la chaux et ses dérivés servent de fondant pour l'affinage de l'acier, de liant dans le bâtiment et la construction et, dans le traitement de l'eau, pour précipiter les impuretés.

Elle est également largement utilisée pour la neutralisation des constituants acides des effluents industriels et des gaz de carneau. La fabrication de la chaux consiste à cuire des carbonates de calcium et/ou de magnésium pour libérer du dioxyde de carbone et obtenir l'oxyde dérivé ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). À la sortie du four, l'oxyde de calcium est habituellement concassé, broyé et/ou tamisé avant d'être transporté vers les silos de stockage.

Du silo, la chaux calcinée est soit livrée au client final pour utilisation sous forme de chaux vive, soit transférée dans une installation d'hydratation où elle est mise à réagir avec de l'eau pour produire de la chaux éteinte.

Le sous-sol sénégalais renferme un potentiel de 12 millions de tonnes de phosphate de chaux et 100 millions de phosphates d'alumine. **Les calcaires industriels : la réponse à la satisfaction de la demande régionale de ciment et opportunités pour la production de chaux.** La partie centre ouest du bassin sédimentaire recèle d'importantes **ressources en calcaires et marno-calcaires.**

Les marno-calcaires éocènes qui affleurent dans le plateau de **Bargny** à 30 km de Dakar, sont à l'origine de la première cimenterie d'Afrique de l'Ouest en activité depuis 1948. • **Il existe d'importants gisements de calcaires paléocènes situés entre Mbour au Sud et Pout au Nord. Une deuxième usine de ciment y a été ouverte à Kirène au cours de l'année 2002.** Le phosphate de chaux se trouve dans l'Ouest du Sénégal, notamment dans la région de Thiès. Pour la première fois, l'exploitation eut lieu à Lam-Lam en 1945.

Actuellement c'est à Taiba, où le gisement représente 50 Mt de minerai marchand. L'exploitation fortement mécanisée se fait à ciel ouvert à l'aide de deux draglines, excavatrices de grand modèle dont la plus importante fait 1.350 tonnes. Ce phosphate est particulièrement intéressant pour la fabrication de superphosphates, d'acide phosphorique, d'engrais complexes, puisque sa teneur de 82-84 % de tricalcique est supérieure à la moyenne mondiale, qui est 75 %.

Il y a au Sénégal plusieurs niveaux de phosphate de chaux, à l'éocène inférieur et moyen. Les principaux se situent:

a) a la base de l'Eocène inférieur, au-dessus du Paléocène. Un dépôt mince et continu a été reconnu a la Pointe Sarène et repéré au Sud-Est de M'Bour et a Sébikotane ;

b) au Lutétien inférieur. Sur l'emplacement de hauts fonds marins, à l'endroit de la cuesta de Thiès et de la dépression de la Somone-Tanma, des phosphates de chaux se sont déposés sous forme de lentilles.

Mais ils ont subi des altérations qui les ont transformés en phosphates d'alumine (latéritoïdes phosphates), de sorte que extraction du phosphate de chaux devient un sous-produit de l'exploitation du phosphate d'alumine;

b) au Lutétien supérieur et post-lutétien. Formation de phosphate dans des lagunes de faible profondeur, après le retrait de la mer (phosphates de Taïba). On a le type a texture pulvérulente de Lam-Lam, et le type rocheux de Guéoul, qui sont, sans doute, deux facies différents d'un même niveau. Ce dernier a une grande extension géographique, car on le retrouve dans les régions de Guéoul, Mékhé, Thiès, Kaolack.

1.1 Production et producteurs de phosphate de chaux.

- **La production est encouragée par une demande nationale et sous régionale en forte croissance, les groupes cimentiers sont entrain de réaliser un doublement de leurs capacités respectives qui portera l'offre à environ 6.000.000 tonnes de ciment à partir de 2010.**

- **Un grand groupe cimentier international projette la réalisation d'une cimenterie de 2,5 Mt/an de ciment dans un avenir proche dans la zone de Pout tandis qu'un nouveau projet de cimenterie de 1,5 Mt/an est agréé dans la zone de Bandia.**

- **Les calcaires paléocènes de Bandia, Thiès et Pout, hautement titrés dans leur horizon supérieur (+95% CaCO₃), sont très adaptés à la production de chaux. Des opportunités sont à saisir pour la satisfaction de la demande nationale, et sous régionale en pleine expansion tirée par le développement de l'industrie minière aurifère.**

De plus en plus, les pays producteurs de minerai (sédimentaire ou magmatique), qu'il s'agisse des producteurs majeurs (Maroc, Etats-Unis, Chine) ou de producteurs moins importants (Tunisie, Afrique du sud, Sénégal), se sont développés vers l'aval en investissant dans la fabrication de produits finis, chaux, acide phosphorique et engrais phosphatés compte tenu de leurs disponibilités et des réserves de phosphates.

Principaux gisements de la période Crétacé supérieur-Tertiaire (compilation)

Gisement/Pays	Géologie	Réserves
Chine : Kaiyang, Nanmao-Mo Fang	Formations carbonatées, phosphatées et siliceuses d'âge Infracambrien-Cambrien	Kaiyang : 320 Mt à 17,6% P ₂ O ₅ Lanmao - Mo Fang : 811 Mt dont 125 à 22-31% P ₂ O ₅
Maroc (Khouribga, Youssoufia, Benguerir, Bou Craa)	Dans le plateau des Oulal Abdoun (Khouribga), la 2 ^{ème} formation phosphatée (marnes, grès et calcaires yprésiens) fait 20-30 m de puissance. Dans le plateau de Gantour (Youssoufia et Benguerir) les formations phosphatées font partie d'une séquence de marnes noires, grès et calcaires. À Bou Craa, 2 à 6 horizons phosphatés sont associés à des marnes noires, argiles calcaires et dolomies.	Khouribga : 4 700 Mt à 24,7% P ₂ O ₅ Youssoufia et Benguerir : 31 000 Mt à 22-28% P ₂ O ₅ + U Bou Craa : 600 Mt à 31% P ₂ O ₅
Mauritanie (Bofal)	Horizon de phosphates siliceux dans série de calcaires, argiles et grès	70 Mt à 20% P ₂ O ₅ + 80 g/t U et 80 g/t Y
Sénégal (Taïba, Thiès, Matam)	Prolongation du gisement mauritanien	Taïba-Thiès : 300 Mt à 27-30% P ₂ O ₅ Matam : 80 Mt à 25-30% P ₂ O ₅

(Source Minerals Yearbook 2007 et Mineral Commodity Summaries 2009). Tonnage produit décroissant (référence 2008).

À l'échelle mondiale, il existe deux grandes périodes de phosphatisation, *Infracambrien-Cambrien* et *Crétacé supérieur – Tertiaire* dont les gisements sont toujours exploités.

*Les gisements de la première période sont répartis sur tous les continents et se trouvent principalement en Chine (1^{er} producteur mondial actuellement avec 50 Mt de phosphates en 2008), en Australie, au Kazakhstan, au Vietnam, en Mongolie, tous pays où ils sont exploités, ainsi qu'en Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Togo, Niger) et au Brésil (Bambui) où ils ne sont pas ou très peu exploités.

La seconde grande période est essentiellement péri-Méditerranée et péri-Atlantique, l'âge des gisements ayant une tendance globale à diminuer quand on passe de l'Est méditerranéen à la côte est des États-Unis : Crétacé supérieur pour les gisements d'Égypte, d'Israël et de Jordanie ; Paléocène pour les gisements du nord de l'Arabie Saoudite et d'Iraq ; Maestrichtien-Paléocène - Éocène pour les gisements de Tunisie (Paléocène), d'Algérie (Éocène inférieur), du Maroc (Maestrichtien à Éocène inférieur), de Mauritanie (Éocène inférieur), **du Sénégal**, de Guinée Bissau, du Mali et du Togo (Éocène moyen).

1.1.1. Les niveaux de production de produit d'engrais phosphaté

La production du secteur a maintenu un niveau de croissance acceptable, avec la reprise des activités des ICS depuis 2008. Le volume de production de chaux tourne autour de 39 100 tonnes en 2010 :

PRINCIPALES PRODUCTIONS INDUSTRIELLES DE CHAUX EN QUANTITE

RUBRIQUE	2010												2010 Total.
	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	
Phosphates de chaux (000) T	0,4	2,4	2,1	1,8	3,6	0,2	0,8	1,2	0,1	3,9	4,8	2,8	103

(Source ANSD IHPI 2011)

*L'exploitation industrielle des minerais de phosphates de Taïba et de Thiès est assurée principalement par les ICS qui absorbent l'essentiel de la production estimée à 2 millions de tonnes par année, soit 15% des exportations du Sénégal.

*La Société Sénégalaise des Phosphates de Thiès (SSPT) est une filiale d'une entreprise espagnole, la Tolsa de Madrid qui est la deuxième unité après les ICS à produire de la chaux à partir des phosphates avec différentes usines. L'usine de Lam-Lam produit du phosphate de chaux, du phosphate d'alumine et du clinker alors que sur celle de Allou Kagne c'est seulement l'attapulgite qui y est traité.

La production des deux usines, destinée à l'exportation est transportée régulièrement par voie ferrée jusqu'au - Port Autonome de Dakar o-ù la société dispose d'un terminal.

Listes des entreprises industrielles productrices de chaux

RAISON SOCIALE	CHIFFRE D'AFFAIRES - 2007 (en millions de F)	CHIFFRE D'AFFAIRES - 2008 (en millions de F)	CHIFFRE D'AFFAIRES - 2009 (en millions de F)
ICS - SA (INDUSTRIES CHIMIQUES DU SENEGAL)	55 252	121 590	77 320
SSPT - SA (STE SENEGALAISE DES PHOSPHTES DE THIES)	5 298	8 930	6 697

1.1.2. Disponibilités locales ou Importations

1.1.2.1. Disponibilités locales

Le sous-sol renferme un potentiel de 12 millions de tonnes de phosphate de chaux et 100 millions de phosphates d'alumine. Les zones d'exploitation les plus prometteurs se trouvent au niveau de :

- de Bargny avec le calcaire éocène moyen qui alimente depuis 1948 la cimenterie SOCOCIM.
- de la Casamance avec les amas coquilliers quaternaires ayant servi à la fabrication de la chaux : ces amas qui sont aussi connus à Saint-Louis, Bargny, et dans la région du Sine-Saloum;
- la réserve de Bandia avec un calcaire à haut titre en CaCO_3 (plus de 95%) disponibles (calcaire paléocène) au niveau des zones de Bandia et de Pout qui a été utilisé pour l'alimentation d'un four à chaux et qui approvisionne depuis 2003 les Ciments du Sahel, la 2^e cimenterie du pays.

-Au niveau de Matam (situé à près de 700km de Dakar, le long du fleuve Sénégal), le gisement de phosphates est estimé à plus de 40 millions de tonnes (28% du P205).

Evolution de la production de phosphates et des réserves 2003-2008

Pays	Production minière 2003 (Million de tonne)	Production minière 2008 (Million de tonne)	Réserves prouvées (Million de tonne)	Ressources (Million de tonne)
Maroc	23,3	28	5 700	21 000
Tunisie	7,9	7,8	100	600
Sénégal	1,7	0,645	50	160
<i>Total Monde</i>	<i>138</i>	<i>166,7</i>	<i>15 417</i>	<i>46 750</i>

(Source Minerals Yearbook 2007 et Mineral Commodity Summaries 2009). Tonnage produit décroissant (référence 2008).

Les gisements de phosphates à transformer en chaux existent dans les autres parties du pays pour permettre une exploitation judicieuse :

Cartographie des gisements de phosphates

Zones	Caractéristiques gisements
Popenguine- Ndeyane	Blocs massifs très fossilifères et très durs Propriétés mécaniques : Résistance à la compression 194- 775 kg /cm ² ;
Mbour	Calcaires massifs coquillers Propriétés mécaniques : résistance à la compression 948 kg/cm ²
Panthior	Blocs durs et très karstifiés. Résistance à la compression 490 kg/cm ² .
Calcaires de la Vallée du Ferlo	Affleurements à Keur Momar Sarr au sud de MBeuleukhé et à Yang Yang
Calcaire Vallée du Fleuve Sénégal	Affleurements à Oourossogui, Ogo, Kanel et à l'ouest de Thilogne

(Source Direction des Mines 2010)

1.1.2.2 .Volumes des Importations

Le niveau des importations sont souvent variables, et tend ver la baisse depuis 2008. Il dépend des cours des produits sur le marché international par des unités industrielles implantées pour la plupart à Dakar :

Liste des produits importés par le Sénégal (en volume)

Libellé produit	2007	2008	2009
	Volume importé,	Volume importé,	Volume importé,
Chaux vive, Chaux éteinte, Chaux hydraulique,	4 756 T	5 808 T	7 735 T

1.2 La destination des produits de chaux

La production de chaux est destinée à plusieurs segments de marché sous forme d'intrants pour une utilisation directe ou comme matières premières dans un processus de transformation. La chaux éteinte est utilisée principalement dans le traitement des eaux et des effluents gazeux. La chaux magnésienne est principalement utilisée dans l'amendement des sols. Au Sénégal la production actuelle est absorbée par les marchés suivant :

- ❖ Approvisionnement du marché traditionnel (SDE, ICS, CSS, BTP) estimé à 2000 tonnes.
- ❖ Approvisionnement des nouveaux marchés : (Mine d'Or de Sabodala : 1 800 tonnes), Mines d'Or de l'Ouest du Mali (30.000 tonnes) pour une consommation totale mines d'or de 45.000 tonnes.

La production actuelle est loin de suffire pour la satisfaction des marchés intérieurs et extérieurs, alors que la matière première est disponible en quantité et en qualité. La chaux trouve des applications dans des secteurs nombreux et variés de l'industrie et de l'agriculture : ce produit est présent dans notre vie quotidienne au travers d'un grand nombre d'applications comme le montre le tableau ci-dessous :

La chaux, un matériau polyvalent – quelques applications industrielles

Secteurs d'application	Utilisation
Environnement – gaz	neutralisation des polluants présents dans les gaz résiduels comme le soufre et le chlore mélangée à des additifs, elle capture les métaux lourds
Environnement – eau	traitement des effluents – traitement des eaux usées industrielles et minières (ajustement du pH, élimination du phosphore et de l'azote, et clarification de l'eau) adoucissement et élimination des impuretés de l'eau potable, traitement des eaux usées
Environnement – déchets	traitement des déchets médicaux dangereux, des boues organiques et inorganiques
Environnement – sols contaminés	ajustement du pH et immobilisation des sulfates, des phosphates et des métaux lourds
Construction et génie civil	production de briques et de blocs de béton cellulaire maçonnerie et enduits de façades, stabilisation des sols et liants routiers à la chaux
Agriculture	traitement des sols – ajustement du pH des sols pour atteindre des conditions optimales de croissance et améliorer ainsi le rendement des cultures

Secteurs d'application	Utilisation
------------------------	-------------

<p>Aciers et métaux non- ferreux</p>	<p>utilisation dans les procédés de fabrication de l'acier pour réduire les teneurs en soufre et en phosphore, modifier la viscosité du laitier, protéger les éléments réfractaires et former le laitier</p> <p>utilisation en tant que fondant dans la fusion des minerais de cuivre, de plomb, de zinc et d'autres métaux</p>
<p>Produits pharmaceutiques, soins à la personne et</p>	<p>utilisation dans la composition de la matrice de médicaments</p> <p>utilisation dans la fabrication du phosphate de calcium, un additif pour pâte dentifrice</p>
<p>Industrie chimique et papetière</p>	<p>papier – processus de fabrication ; pulpe et matière première pour le carbonate de calcium précipité (CCP)</p> <p>huile d'addition pour les lubrifiants (sulfonates, phénates, salicylates, etc.)</p> <p>utilisation dans le tannage des cuirs</p> <p>utilisation dans les industries du verre et de la soude, neutralisation des acides</p>
<p>produits alimentaires</p>	<p>utilisation dans la fabrication d'additifs pour les aliments et les boissons</p> <p>utilisation dans l'industrie du sucre afin de précipiter les impuretés des extraits de betterave et de canne à sucre et neutraliser également les odeurs générées par le lavage et le transport des betteraves</p>

(Source EuLA, 2006)

2 . ASPECTS PHYSIQUES ET TECHNIQUES

2.1 Caractéristiques des produits issus des phosphates de chaux

Le phosphate contenu dans les minerais au Sénégal peut être considéré comme une association, en proportion définie, de deux oxydes : un **oxyde de phosphore** et un **oxyde de calcium**.

*L'oxyde de phosphore en question est l'anhydride phosphorique ; son symbole chimique, **P2O5**.

*L'oxyde de calcium, communément appelé "chaux", a pour symbole **CaO**. Les deux oxydes sont associés de telle façon qu'il y a toujours **3 CaO pour 1 P2O5**. La quantité élémentaire d'un composé chimique étant la molécule, on dira donc que la molécule de phosphate renferme **3 molécules CaO et 1 molécule P2O5**. De là le nom de phosphate "tricalcique" attribué aux phosphates exploités par les différentes industries minières(ICS, SSPT).

La proportion 3 CaO pour 1 P2O5 est une proportion en nombre de molécules et non en poids. Les poids moléculaires **de CaO** et de P2O5 sont en effet très différents. Un calcul simple montre que le phosphate tricalcique pur contient, en poids, 54.2 % de CaO et 45.8 % de P2O5.

-L'oxyde (chaux vive) est obtenu par calcination du calcaire ou du phosphate soit :

* Dans des fours verticaux (jusqu'à 30 m de haut, 7 m de diamètre), entre 900 et 1250°C (une température basse donne une chaux plus réactive), capacité de production jusqu'à 800 t/jour.

*Dans des fours rotatifs, vers 1100 à 1300°C, capacité de production : 1 000 t/j. Il faut, en moyenne, **3,5 tonnes de calcaire ou phosphate extrait pour produire une tonne de chaux**. Le combustible utilisé est, en 1994, en France, à 71 % le gaz naturel, 22,5 % du coke, 6 % du fuel. Son coût représente 30 à 40 % du prix de revient de la chaux produite.

- **L'hydroxyde (chaux éteinte)** est obtenu par addition d'eau à la chaux vive dans des hydrateurs de 8 à 20 t/h. La quantité d'eau ajoutée est ajustée de façon à obtenir la chaux éteinte sous forme d'une poudre sèche. **Par tonne de CaO, il faut 0,3 m³ d'eau** pour l'hydratation et par ailleurs, de 0,3 à 0,4 m³ est évacué en vapeur. La température atteinte est de 110°C.

2.2 . Les différentes gammes de chaux à produire avec les phosphates

Le terme «chaux» comprend la chaux vive et la chaux éteinte et est synonyme de «produits de chaux». La chaux vive ou chaux calcinée est de l'oxyde de calcium (CaO). La chaux éteinte est essentiellement constituée d'hydroxyde de calcium (Ca(OH)₂) et comprend la chaux hydratée (qui est de la poudre sèche d'hydroxyde de calcium), le lait de chaux et la pâte de chaux (qui sont des dispersions de particules d'hydroxyde de calcium dans l'eau).

2.2.1 . Chaux vive

La chaux vive (également appelée oxyde de calcium ou chaux cuite) est obtenue en calcinant le calcaire pur à des températures supérieures à 900°C. Ce produit fortement réactif est essentiel pour de nombreux processus industriels. La principale caractéristique de la chaux vive est de produire, au contact de l'eau, une réaction exothermique (montée en température). Il n'existe évidemment pas un type de chaux vive, mais un grand nombre de chaux spécialement formulées en fonction de leur destination (alimentaire ou non alimentaire, compositions chimiques maîtrisées, réactivités contrôlées...).

Formule chimique : CaO

Produits disponibles : chaux vive en roche, broyée, moulue, chaux fluidisée, chaux à faible teneur en poussières (exemple Proviacal® RD), en granulés (exemple Oxyfertil® pour l'agriculture) etc.

2.2.2 .Chaux hydratée

La chaux hydratée (hydroxyde de calcium ou chaux éteinte) est une poudre sèche provenant de l'extinction contrôlée de la chaux vive au moyen d'eau. Cette réaction libère de la chaleur.

Formule chimique : Ca(OH)₂

Produits disponibles : chaux hydratée standard, à forte porosité (exemple Sorbacal® SP), chaux hydratées dolomitiques (exemple Batidol®).

2.2.3 .Lait de chaux

Le lait de chaux est une suspension aqueuse de chaux hydratée. Ce produit constitue une solution économique en raison de son alcalinité élevée.

Les industriels ont récemment développé et mis sur le marché, une nouvelle génération de lait de chaux à forte concentration (45%) et, à forte réactivité. De nouvelles applications de ce produit appelé Neutralac® SLS 45 sont en cours de développement pour les marchés de la chimie (neutralisation), de la métallurgie (traitement de surfaces),

l'environnement (traitement des eaux, des boues et des effluents gazeux) ou encore de l'agriculture (fertilisation, hygiène animale, badigeons pour les arbres...).

Produits disponibles : Lait de chaux prêt à l'emploi (préparé selon vos spécifications), lait de chaux à fine dispersion, Neutralac® SLS 45 et Neutralac® SL 30. La matière première de tous les produits à base de chaux est tirée d'une pierre naturelle, le calcaire, lequel se compose presque exclusivement de carbonate de calcium.

Formule chimique : CaCO_3

Produits disponibles : calcaire concassé (dont granulats), broyé, moulu, castine.

2.3. Processus de production des phosphates de chaux

La fabrication de la chaux dépend en premier lieu de la qualité du calcaire qui est inhérente à la situation géologique du gisement. Le calcaire est broyé et chargé dans un four où il subit une réaction de décomposition thermique qui dégage de l'oxyde de calcium et du dioxyde de carbone. Ce « produit », généralement appelé chaux vive, est broyé à la finesse voulue avant stockage, transport ou traitement supplémentaire.

2.3.1 Extraction du minerai

Les matières premières sont des roches extraites de gisement miniers (phosphate, calcaire, dolomie, gypse). Les roches sont classées par qualité sur la base de leurs propriétés physico-chimiques. Une fois extraites du gisement, les roches, sont transportées par pelleteuses et dumpers vers les installations de concassage. Une fois broyées, elles sont criblées et stockées en fonction des différents usages prévus.

2.3.2 Calcination

Une partie de la pierre extraite, sélectionnée en fonction de sa composition chimique et de sa granulométrie, est cuite à une température de 1000 °C dans des fours verticaux, alimentés par des combustibles divers tels que le gaz naturel, le coke, le fuel, etc... Le CO_2 de la pierre est éliminé, pour obtenir de la chaux vive, calcique (CaO) ou dolomitique (CaO.MgO). La chaux en grain ainsi produite est criblée, concassée ou broyée puis stockée en fonction des caractéristiques demandées par les clients.

2.3.3 Hydratation du produit

La chaux vive est ensuite hydratée, ajoutant de l'eau de façon contrôlée. Selon la quantité d'eau ajoutée et l'usage prévu, on obtient une chaux hydratée (Ca(OH)_2 = hydroxyde de calcium), sous la forme soit d'une poudre sèche et très fine, soit d'une

« pâte de chaux » très appréciée pour la fabrication de stucs et autres peintures la chaux. On peut produire des chaux hydratées d'une telle pureté qu'elles sont utilisées pour l'alimentation humaine (actates, stéarates, lait en poudre pour bébés).

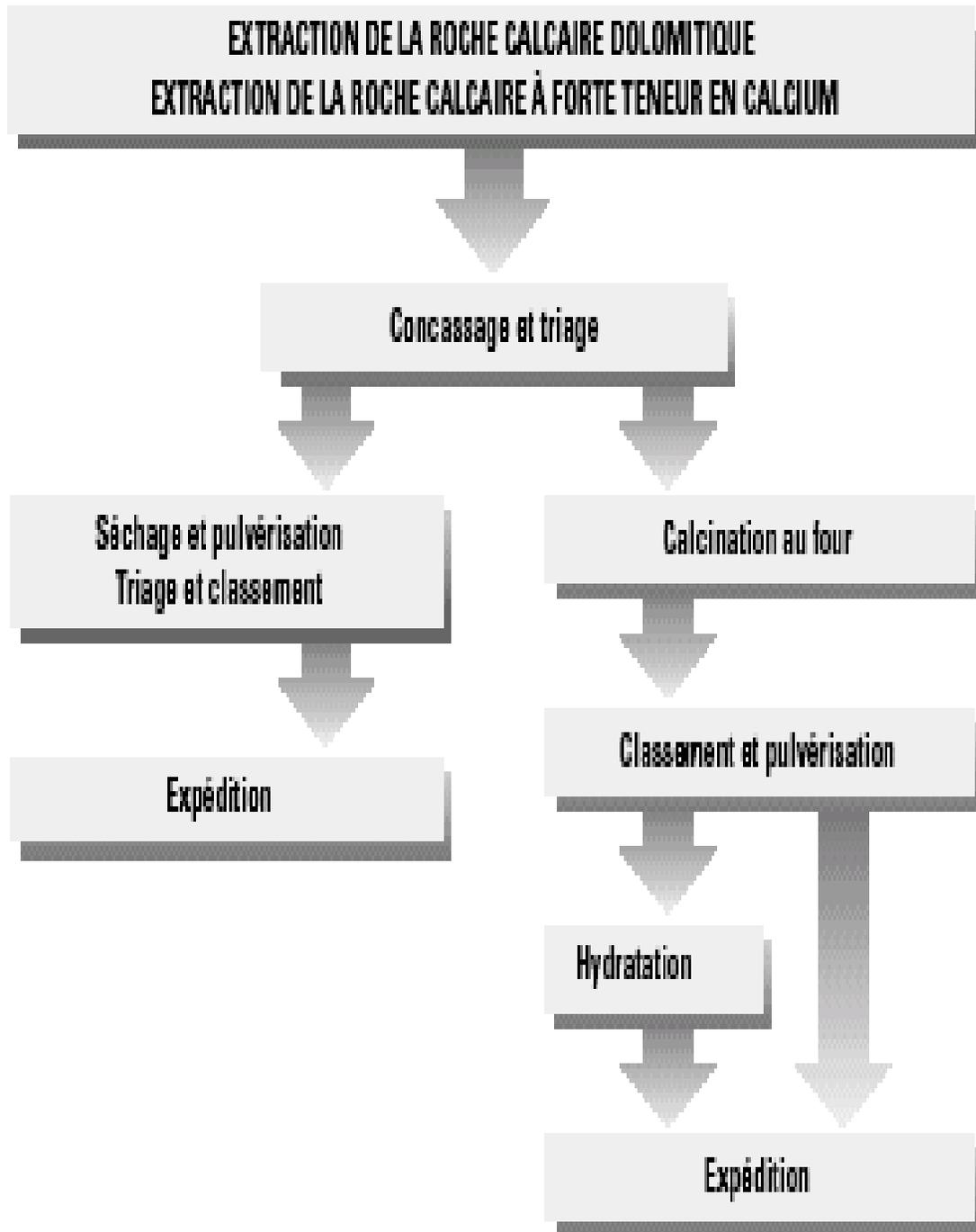
2.3.4 Expédition vers les lieux de consommation

Le conditionnement peut se faire en vrac, de sacs, de bigs bags ou de containers. Et les produits peuvent être livrés par voie fluviale et maritime, par rail et par route, dans toute la gamme de qualités chimiques et physiques requises pour les usages auxquels ils sont destinés. Les normes souvent admise de la consommation de la chaux sont de :

Normes utilisation dans les différents secteurs

Traitement des fumées	: 5 %	Sidérurgie	: 39 %
Bâtiment	: 4 %	Routes (liants)	: 19 %
Minerais et non ferreux (or)	: 3 %	Agriculture (engrais)	: 13 %
		Traitement de l'eau	: 11 %

Diagramme de traitement de la chaux.



Source: Canadian Lime Institute

3 . ASPECTS REGLEMENTAIRES ET INSTITUTIONNELS

3.1 . Réglementation intérieure en vigueur

Le code minier prévoit les dispositions d'exercice des activités d'exploitation de carrières et sites miniers.

- 1) les phosphates naturels du n° 25.10, grillés, calcinés ou ayant subi un traitement thermique supérieur à celui visant à éliminer les impuretés;
- 2) les superphosphates (simples, doubles ou triples);
- 3) l'hydrogénéorthophosphate de calcium renfermant une proportion de fluor égale ou supérieure à 0,2% calculée sur le produit anhydre à l'état sec;

La nomenclature classe les produits de produit phosphaté en différentes catégories:

Nomenclature des produits de l'UEMOA

Code produit	Libellé produit
25.10	Phosphates de calcium naturels, phosphates aluminocalciques naturels et craies phosphatées :
25.20.10.00.00	- Gypse; anhydrite
25.20.20.00.00	- Plâtres
25.21.00.00.00	Castines; pierres à chaux ou à ciment.
25.22	Chaux vive, chaux éteinte et chaux hydraulique, à l'exclusion de l'oxyde et de l'hydroxyde de calcium du n° 28.25.
25.22.10.00.00	- Chaux vive
25.22.20.00.00	- Chaux éteinte
25.22.30.00.00	- Chaux hydraulique
25.23	Ciments hydrauliques (y compris les ciments non pulvérisés dits "clinkers"), même colorés :

(Source: Commission de l'UEMOA)

3.2 .Les structures d'appui du secteur

3.2.1 .Structures administratives

❖ **DASP (Direction de l'Appui au Secteur Privé)** 115, rue SC 126 Sacré Cœur 3 pyrotechnie Dakar Tél. : (221) 33 869 94 94 Fax : (221) 33 864 71 71

❖ Ministère des Mines et de l'Industrie - Direction des Mines et de la Géologie
104, Rue Carnot Dakar Tel/Fax 338220419

3.2.2 Structures professionnelles

Le Réseau des Distributeurs SENCHIM au Sénégal (RDDS)

L'Union Nationale Interprofessionnelle des Semences et Engrais du Sénégal (UNIS).

4 .ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

4.1 .Conditions d'installation

Une industrie de produit phosphaté doit, avant son installation, disposer du certificat de conformité environnementale.

Si la capacité de production se situe **entre 500kg/ et 5tonnes/jour**, l'unité doit faire l'objet d'une **simple déclaration** auprès de la Direction de l'Environnement. Une étude d'impact n'est pas dans ce cas nécessaire. Si Par contre la capacité **de production est supérieure à 5 tonnes/jour**, **une étude d'impact est requise parce qu'il est prévu de fabriquer 2 500 m3/an.**

A1002	Broyage, concassage, tamisage, criblage, ensachage et opérations analogues		
	La puissance installée de l'ensemble des machines fixes concourant au fonctionnement de l'installation étant : Supérieure à 100 KW Supérieure à 40 KW et inférieure à 100 KW	A D	AEI

(Source Nomenclature des normes environnementales DE 2006)

Les questions environnementales cruciales associées à la fabrication de la chaux sont la pollution de l'air et la consommation d'énergie. Le procédé de cuisson de la chaux est la principale source d'émissions et également le principal consommateur d'énergie. Les procédés secondaires d'extinction et de broyage de la chaux peuvent également jouer un certain rôle à cet égard. En fonction des procédés de production mis en œuvre, les usines de chaux rejettent des émissions dans l'air et produisent des déchets. Peuvent s'y ajouter des nuisances sonores et olfactives. Les principales substances polluantes émises dans l'atmosphère sont des poussières, des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre et du monoxyde de carbone.

La gestion des déchets des poussières de produit phosphaté émises par les différentes machines doit être assurée de manière rationnelle (**gestion des flux par la marche en avant** entre autres). Les installations d'aspiration sont obligatoires et doivent être conforme aux normes.

- ❖ Les machines sont généralement équipées de mécanismes de sécurité.
- ❖ L'installation électrique doit être conforme aux normes de sécurité.

4.2 . Normes

Les normes consistent en la définition des produits, la fixation de règles, d'exigences minimales auxquelles doit satisfaire un produit, qui est appelé à être commercialisé à l'échelle nationale ou internationale. Fabriquer un produit selon les normes est une obligation incontournable mais commercialement utile.

5. ASPECTS ECONOMIQUES ET COMMERCIAUX

5.1 . Le marché national et international

5.1.1 Principales caractéristiques de la demande

-Pour les besoins de la consommation en eau, la SDE adopte la décarbonatation à la chaux, traitement utilisé pour diminuer la dureté de l'eau : les fluorures précipitent sous forme de fluorures de calcium. Mais cette méthode ne permet pas d'obtenir une concentration résiduelle en fluor inférieure à celle exigée par la norme (1,5 mg/l) pour des eaux dont la concentration en calcium est inférieure à 200 mg/l. La norme est d'utiliser 300 kilos en moyenne d'eau de chaux pour 11 000 m³ (soit 2,7 g/m³) d'eau à décarboniser. Cette demande est estimée à partir de la production de la branche industrielle :

Besoins en chaux de la production d'eau de la SDE

	Année	Production/an	Norme 2,7g/m ³	Volume Demande
Production Eau (000 000) M3	2007	135,6		366 166 kg
	2008	138,6		374 220 kg
	2009	139,8		377 460 kg
	2010	147,7		398 790 kg

(Source ANSD IHPI 2011 et nos calculs)

- Pour les Constructions routières : la demande en chaux sert à stabiliser et assécher les sols, particulièrement les sols argileux : 10 à 30 kg/m². CaO fixe l'eau lors de son hydratation et en élimine une partie par évaporation suite à l'élévation de température liée à la réaction d'hydratation. Également comme ajout (filler) dans le bitume. Le volume moyen de construction routière au Sénégal tourne autour de 2 178 kilomètres (108 900 m² Statistiques de 2008), ce qui permet d'estimer les besoins en chaux à 3 267 tonnes par année.

- Pour le traitement des eaux usées : le chaulage stabilise les boues résiduelles des stations d'épuration, détruit la plupart des germes pathogènes, diminue les odeurs, précipite, sous forme d'hydroxydes insolubles, les métaux lourds et sous forme de phosphate de calcium, peu soluble, les phosphates. Utilisation de 50 à 200 kg de CaO/t de boue déshydratée. La solidification de la boue dure de 2 à 5 jours. Les boues, à forte teneur en chaux, peuvent être utilisées comme amendement calcique en agriculture.

-Pour l'Amendement des sols agricoles : la chaux vive, éteinte ou magnésienne permet lors de son apport appelé chaulage d'apporter le phosphore manquant:

- d'apporter les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} consommés par les cultures (80 à 100 kg de CaO/ha/an , 20 à 40 kg de MgO/ha/an), lessivés par les pluies (350 à 450 kg de CaO/ha/an , 10 à 50 kg de MgO/ha/an).

- de diminuer l'acidité des sols (un sol acide a son pH compris entre 4,5 et 6,7), cette acidité étant soit naturelle soit apportée par les engrais. Pour augmenter le pH de 0,5 unité, il faut pour une terre sableuse, de 400 à 1 000 kg de CaO/hectare . Le pH optimal d'un sol varie, selon les cultures, entre 6,5 et 7,5.

Pour évaluer la demande nous pouvons partir de la moyenne, des cultures par an, avec **892 000 ha** d'arachide huilerie, **35 000 ha** d'arachide de bouche, **33 000 ha** de coton, **91 500 ha** de niébé, **30 600 ha** de manioc, **935 000 ha** de mil, **141 000 ha** de sorgho, **106 000 ha** de maïs, **77 700 ha** de riz, et près de **12 000** hectares de canne à sucre soit globalement une superficie totale de 2 353 800 ha équivalent à une demande en chaux de **941 520 tonnes** (Source : DA/DISA).

-Pour les autres industries il est aussi demandé avec les proportions suivantes :

* Chimie : utilisée en pétrochimie et pour fabriquer le carbure de calcium, le carbonate de calcium précipité, l'hypochlorite de calcium...

* Sucreries : permet par floculation de précipiter les impuretés en donnant des sels de Ca^{2+} insolubles. Utilisation de 32 kg de CaO/t de canne.

* Pâte à papier (pâte au sulfate pour papier kraft) : pour régénérer la solution de soude et de sulfate de sodium qui se transforme en carbonate de sodium lors de la séparation de la cellulose. Utilisation de 270 kg de CaO/t de papier.

5.1.2 Principales caractéristiques de l'offre

Offre Importations

Les quantités importées ont beaucoup évolué entre 2007 et 2009 , mais en 2010 le volume des importations a connu un repli considérable du peut être à une production locale conséquente. Les importations de produit phosphaté proviennent essentiellement des pays de l'Europe; elles représentent les trois quarts des importations totales de produit d'engrais minéraux et mais avec peu d'engrais phosphaté du fait des possibilités de l'offre locale.

Liste des marchés fournisseurs de chaux pour un produit importé par le Sénégal

Exportateurs	Valeur importée en 2008	Valeur importée en 2009	Valeur importée en 2010
Turquie	46 740 800 F	289 306 950 F	198 785 950 F
France	438 050 900 F	237 175 500 F	123 808 100 F
Espagne	108 625 200 F	133 855 800 F	104 079 500 F
Tunisie	55 648 800 F	123 991 500 F	100 129 850 F
Italie	3 117 800 F	120 703 400 F	96 186 750 F
Suisse	NA	NA	15 294 250 F
Royaume-Uni	59 650 850 F	2 351 450 F	15 294 250 F
Maroc	5 344 800 F	NA	NA
Total importé Sénégal	716 281 800 F	907 378 050 F	654 069 900 F

(Source Comtrade 2011)

Le niveau des importations est souvent variable, et dépend des cours des produits sur le marché international avec un recul en 2010 par des unités industrielles implantées pour la plupart à Dakar:

Importation de chaux en volume et en valeur

Importation Chaux	2008	2009	2010
	Quantité importée, Tonnes	Quantité importée, Tonnes	Quantité importée, Tonnes
Chaux vive, (oxyde et hydroxyde de calcium du n 28.25 exclus)	1 131	4 166	3 217
Chaux éteinte, (oxyde et hydroxyde de calcium du n 28.25 exclus)	4 661	3 569	2 338
Chaux hydraulique, (oxyde et hydroxyde de calcium du n 28.25 exclus)	16	0	0

(Source Comtrade 2011)

Importation Chaux	Valeur importée en 2008	Valeur importée en 2009	Valeur importée en 2010
Chaux vive, (oxyde et hydroxyde de calcium du n 28.25 exclus)	117 972 050 F	473 885 950 F	387 707 600 F
Chaux éteinte, (oxyde et hydroxyde de calcium du n 28.25 exclus)	595 198 500 F	433 963 700 F	265 871 050 F
Chaux hydraulique, (oxyde et hydroxyde de calcium du n 28.25 exclus)	3 117 800 F	NA	NA

(Source Comtrade 2011)

Production et valeur ajoutée.

La production du secteur a maintenu un niveau de croissance en dents de scie, avec la reprise des activités des ICS depuis 2008. Le volume de production de chaux tourne autour de 103 000 tonnes en 2010.

Principales productions industrielles de phosphates en quantité

Phosphates (000) Tonnes	Année	Trimestre				Total
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	
	2007	182,0	195,3	171,0	143,0	691,3
	2008	167,2	144,8	137,6	195,2	645,0
	2009	209,1	265,2	208,9	265,5	947,8
	2010	280,0	285,6	199,1	314,5	1 079,2

(Source ANSD IHPI 2011)

PRINCIPALES PRODUCTIONS INDUSTRIELLES EN QUANTITE

Rubrique	2009	2010
Phosphates (tonnes)	947 800	1 079 200
Phosphates chaux (tonnes)	46 000	103 000

(Source ANSD IHPI 2011)

D'après les données fournies par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), la production de la branche a évolué comme suit de 2007 à 2009 avec **un chiffre d'affaires HT cumulé de 111 Milliards** et **une valeur ajoutée** sur la même période **de 29 Milliards** (BDEF/ANSD 2010). Une autre opportunité s'offre à la branche avec la reprise du programme agricole (GOANA, PNAR) pour la principale activité du secteur primaire.

Exportation de chaux en volume et en valeur

Libellé produit	2008	2009	2010
	Quantité exportée, Tonnes	Quantité exportée, Tonnes	Quantité exportée, Tonnes
Phosphates de calcium ou aluminocalciques naturels, craies, non moulus	164 861	43 783	65 266

(Source Comtrade 2011)

Libellé produit	Valeur exportée en 2008	Valeur exportée en 2009	Valeur exportée en 2010
Valeur unitaire exportée, F/Tonnes	22 270 F	40 610 F	42 575 F
Phosphates de calcium ou aluminocalciques naturels, craies, non moulus	3 665 111 450 F	1 783 761 500 F	2 795 828 200 F

(Source Comtrade 2011)

5.2 Potentiel de développement du marché local

Ces gisements de phosphate très importants du bassin sédimentaire qui ont fait le bonheur de l'économie sénégalaise pendant plusieurs décennies, à travers le fleuron de l'industrie nationale, les Industries Chimiques du Sénégal (ICS), sont aujourd'hui en train d'être rattrapés ou devancés par d'autres gisements d'excellente qualité en cours d'exploration ou de confirmation, notamment **les phosphates de Matam**, de Coki, de Gossas, de Niakhène, etc. La confirmation des tendances actuelles de réserves **donnerait au Sénégal un potentiel phosphatier total de 500 millions à 1 milliard de tonnes**, ce qui pourrait le placer dans le Top Ten des pays producteurs de phosphate au monde, dans les années à venir.

6 . INVESTISSEMENTS NECESSAIRES

6.1 . Projet type de production de produit de chaux phosphaté

Les investissements du projet type se situeraient entre selon la variante et sont ventilés comme suit :

- ❖ L'acquisition d'engins lourds et d'équipements pour la production de chaux ;
- ❖ L'acquisition en Chine d'une usine modulaire de granulation de phosphates et de chaux.

Composantes	Montant
Génie civil/Infrastructures	50 000 000 F
Ligne de production composée des éléments suivants :	150 000 000 F
1) Conducteur vibrant, pour alimenter les minerais sans interruption	
2) Foreuse, excavateur, dumper	
3) Concasseur et Broyeur de mâchoire comme machine concasseuse primaire	
4) Broyeur de mâchoire comme machine concasseuse secondaire	
5) Four vertical, four rotatif, crible, Broyeur à rouleaux	
6) Écran de vibration, pour examiner les minerais écrasés selon différentes	
7) Silos de calcaire, silos de sable, bassins de décantation	
8) Manutention mécanique pour transporter les matériaux	
Fonds de roulement	58 750 000 F
Frais d'études	2 500 000 F
Total Immobilisations	261 250 000 F

6.2 Prix de revient et seuil de rentabilité

Désignation	Quantité 15 000 T	Coût unitaire F	Montant Total
Achat matières premières	2,5 kg/1 kg	42 575 F	638 625 000 F
Electricité	33 kWh/tonne	35 F	17 325 000 F
Emballage	6 000 T	5 F	30 000 000 F
Charges variables			685 950 000 F
Salaires et Autres charges			35 000 000 F
Frais financiers			18 287 000 F
Amortissement			26 125 000 F
Charges fixes			74 412 000 F
TOTAL CHARGES			760 362 000 F
Coûts variables (FCFA/kg)	6 000 T		114,32 F cfa/kg
Coûts fixes (FCFA/kg)	6 000 T		12,40 F cfa/ha
Chiffres d'Affaires estimé	Quantité	P.U.	900 000 000 F
Prix de vente	6 000 T	150 000 F	
Résultat			139 638 000 F
Taux de Marge Brute	23,78%		
Seuil de Rentabilité en Chiffre Affaires/An			312 918 410 F
Seuil de Rentabilité en tonnage			2 086 T

6.3 .Compte d'exploitation prévisionnelle

Le compte d'exploitation prévisionnelle du projet en année de croisière se présente comme suit selon la variante:

		Montant
PRODUIT		
	Vente produits	900 000 000 F
Sous total		
	Charges variables	685 950 000 F
MARGE BRUTE D'EXPLOITATION		
	Charges fixes	74 412 000 F
REVENU BRUT D'EXPLOITATION		139 638 000 F
	Impôts	34 909 500 F
REVENU NET D'EXPLOITATION		104 728 500 F
CASH FLOW		130 853 500 F

6.4 . Rentabilité financière

	Ratio
Ratio du retour sur investissement ROI:	1 an et 9 mois
Rentabilité exploitation	11,63%
Taux de rentabilité interne (TRI)	23 %

7. ANALYSE DE L'ATTRACTIVITE ET DE LA FAISABILITE DU CRENEAU

Secteur primaire mines : production de chaux

PRODUCTION DE CHAUX

Données de référence activités BDEF 2010			
INDUSTRIES EXTRACTIVES	2007	2008	2009
Chiffres d'Affaires en millions de F	37 066	38 369	36 883
Taux de croissance du CA		8%	
Valeur des exportations en % CA			0,2%
Importance de la valeur ajoutée en millions de F	6 826	4 688	5 008
Importance de la valeur ajoutée %	11%	9%	9%
Importance Innovation et R&D en millions de F	27 924	28 785	30 285

CAS PRATIQUE : SSPT - SA (STE SENEGALAISE DES PHOSPHATES DE THIES)			
	2007	2008	2009
Chiffres d'Affaires en millions de F	5 298	8 930	6 697
Taux de croissance du CA		69%	
Part des exportations en % CA			

Résultats Appréciation Créneau	1	2	3	4	5
Attractivité du créneau et Participation à la croissance					
Niveau de croissance	5%	10%	15%	20%	30%
Quel est le niveau de Croissance du marché					
Niveau de production, et transformation	Très faible	faible	Moyen	Important	Très important
Niveau de valorisation et gamme de produits					
Possibilités d'exportation	Très faible	faible	Moyen	Important	Très important
Importance des Marchés à l'exportation					
Niveau Valeur ajoutée	5%	10%	15%	20%	30%
Importance de la valeur ajoutée à dégager					
Faisabilité et existence de Facteurs Clés de Succès FCS					
Innovation et Niveau de technicité	Très faible	faible	Moyen	Important	Très important
Les possibilités d'innovation, connaissance technologique ?					

8 .CONTACTS ET SOURCES D'INFORMATION

Fournisseurs Equipements

Equipements	Marque	Origine	Prix FOB
Usine pour carrière	TONGHUI	Zhejiang China (Mainland)	US\$ 50000~500000
Machines de concasseur de pierres (broyeur)	Shanghai jianye	Shanghai China (Mainland)	ND
Concasseur de pierres portatif	zenith	Shanghai China (Mainland)	US\$ 10000~1000000
<ul style="list-style-type: none"> • zhong shan shi jia sheng zhuang shi cai liao Co.,Ltd. [Chine] 			
<ul style="list-style-type: none"> • Type d'Entreprise:Fabricant/ 			
<ul style="list-style-type: none"> • ☎2006 			
<ul style="list-style-type: none"> • Prix FOB ☎300000(Chine - Yuan) 			
<ul style="list-style-type: none"> • (1)matériel pour l'extraction, le lavage, le broyage et le tri des sables et cailloux(2)matériel pour les industries du ciment, du plâtre, de la chaux et de la craie(3)ardoise en plaques(4)graviers criblés 			
http://fr.cooben.com/category-company/matériels-et-équipements			
<ul style="list-style-type: none"> • zhong shan bai chuan hui ying jing mi shi ye Co.,Ltd. [Chine] 			
<ul style="list-style-type: none"> • Type d'Entreprise:Fabricant/Société de commerce/ 			
<ul style="list-style-type: none"> • ☎2005 			
<ul style="list-style-type: none"> • Prix FOB ☎500000(USA - Dollar) 			
<ul style="list-style-type: none"> • (1)matériel pour les industries du ciment, du plâtre, de la chaux et de la craie(2)machines à coudre pour les tapis(3)rubans conducteurs en cuivre pour paratonnerres(4)générateurs sans balais (brushless)(5)projecteurs basse-tension portatifs 			
http://fr.cooben.com/category-company/matériels-et-équipements			
<ul style="list-style-type: none"> • nei meng gu a la shan da mo sheng shi gong mao you xian ze ren gong si [Chine] 			
<ul style="list-style-type: none"> • Type d'Entreprise:Fabricant/Société de commerce/ 			
<ul style="list-style-type: none"> • ☎2004 			
<ul style="list-style-type: none"> • Prix FOB ☎500000(Chine - Yuan) 			
<ul style="list-style-type: none"> • (1)matériel pour l'extraction, le lavage, le broyage et le tri des sables et cailloux(2)matériel pour la fabrication de produits en béton, en chaux et en plâtre(3)perforatrices au rocher mécaniques 			
http://fr.cooben.com/category-company/matériels-et-équipements			
<ul style="list-style-type: none"> • guang zhou mai cheng gong ye wei bo she bei Co.,Ltd. [Chine] 			
<ul style="list-style-type: none"> • Type d'Entreprise:Fabricant/ 			
<ul style="list-style-type: none"> • ☎2004 			
<ul style="list-style-type: none"> • Prix FOB ☎500000(Chine - Yuan) 			

• (1)matériel de séchage de chaux et ciment(2)etuves industrielles de séchage et de déshydratation à vide poussé (non-électriques)(3)appareils de séchage dans le vide pour extraits tannants(4)appareils de mesure de puissance pour lasers et masers(5)appareils de lyophilisation pour laboratoires pharmaceutiques

<http://fr.cooben.com/category-company/matériels-et-équipements>

• **zhong shan shi jia sheng zhuang shi cai liao Co.,Ltd.** [Chine]

• Type d'Entreprise:Fabricant/

• 2006

• **Prix FOB** 300000(Chine - Yuan)

• (1)matériel pour l'extraction, le lavage, le broyage et le tri des sables et cailloux(2)matériel pour les industries du ciment, du plâtre, de la chaux et de la craie(3)ardoise en plaques(4)graviers criblés

<http://fr.cooben.com/category-company/matériels-et-équipements>