

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'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme
D'Ingénieur d'Etat en Génie Minier

SUJET

La production de la poussière par les
installations de KEDDARA, leur impact sur
l'environnement et l'analyse des installations
de dépoussiérage

Réalisé par :

↳ LABDOUNI Ali

Proposé par :

↳ Filiale ALGRAN

Dirigé par:

↳ Dr : M. OULD HAMOU.M

Promotion juin 2008

ملخص

مضمون هذا الموضوع هو دراسة تأثير الغبار الناشئ من منشآت المعالجة الميكانيكية للحصى في المحاجر على البيئة و تحليل المنافض المخصصة في هذا المجال.

و في هذا الإطار قمنا في البداية بوصف منطقة الدراسة جغرافيا و طبيعة المناخ الذي يسودها وكذلك وصفنا منشآت المعالجة الميكانيكية، ثم تطرقنا إلى تحديد منابع إرسال الغبار من تلك المنشآت و العوامل الماثرة في الكمية المنتجة و المتحكمة في انتشاره في المحيط، و بعدها قمنا بدراسة الأضرار الناجمة عنه على البيئة، و في الأخير درسنا بعض تقنيات التنفيض المخصصة في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية : الغبار، المنافض ، الحصى ، المحاجر، البيئة .

Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude de l'influence de la poussière engendrée par les installations de traitement mécanique d'agrégat dans les carrières sur l'environnement et l'analyse des installations de dépoussiérage utilisées dans ce domaine.

Dans ce cadre nous avons présenté premièrement la zone d'étude et ses caractéristiques climatiques, ainsi que la description des installations de traitement mécanique des agrégats, puis on a sélectionné les points d'émission de la poussière, relève les paramètres influent sur la quantité produite et la dispersion de cette poussière dans le lieu, après on a déterminé les effets négatifs sur la santé et sur l'environnement, enfin nous avons commenté les techniques de dépoussiérage.

Mots clefs : poussière, dépoussiéreur, agrégats, carrière, environnement.

Abstract

The aim of this topic, is the study of the influence of the dust generated by the installations of mechanical treatment of aggregates in the open pit mines on the environment, and the analyses of the dust extraction made in suit field.

Within this framework we firstly showed the zone of study and its climatic characteristics, thus the description of the mechanical treatment installations of the aggregates, then one selected the points of emission of dust, the parameters influence with produced quantity and the dispersion of this dust in the field, then determined the negative effects on health and on the environment, finally we studied the dusts removal technique.

Key words: dust, dusts removal, aggregates, open pit mines, environment.

Dédicaces

Avec toute ma
reconnaissance, je dédie
ce travail :

A mes très chers parents,
A mes chers frères et mes
chères sœurs,
A toute ma famille.

A tout (es) mes vrais (es)
Amis (es)

Et à tous ceux que
j'aime.

REMERCIEMENTS

Arrivé au terme de ce travail, je tiens à remercier, énormément, tous ceux qui ont participé à l'élaboration de ce mémoire de fin d'études. Qu'ils trouvent ici ma profonde gratitude.

Aussi, je tiens tout d'abord à remercier **Mr OULD HAMOU Malek**, pour son encadrement bénéfique et ses conseils judicieux qui m'ont été d'une grande utilité, qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde reconnaissance.

Mrs les membres de jury, qui ont très aimablement accepté d'examiner mon travail.

Mr MEHSES, sous directeur de la filial ALGRAN.

Mr ACHEB, chef service d'exploitation de la direction ENG.

Tous les cadres de l'unité KEDDARA, pour leur disponibilité et leur serviabilité.

Tous **LES ENSEIGNANTS DU DEPARTEMENT GENIE MINIER DE L'ENP** d'abord, pour leurs gentillesse, leurs générosités, ainsi que leurs disponibilités, en dépit de leurs nombreuses occupations.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à ce travail.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : Presentation de la zone d'étude et les installations du traitement mecanique	
I.1- Situation régionale.....	5
I.1.1- Localisation du site.....	5
I.1.1.1- Localisation géographique de l'unité.....	5
I.1.1.2- Localisation du gisement.....	6
I.1.2- Géologie régionale.....	6
I.1.2.1- Lithostratigraphie.....	6
I.1.2.2- Géologie de l'extension.....	7
I.1.2.3- Tectonique.....	8
I.1.3- Patrimoine naturel.....	8
I.1.3.1- La flore.....	8
I.1.3.2- La faune.....	9
I.1.4- Caractéristiques climatique de la région.....	11
I.1.4.1- La pluviométrie.....	11
I.1.4.2- L'humidité.....	12
I.1.4.3- Les vents.....	13
I.1.5- Aménagement du territoire et occupation des sols.....	14
I.1.5.1- L'agriculture.....	14
I.1.5.2- Les zones urbanisée.....	15
I.2- Situation du gisement.....	15
I.2.1- Evaluation du gisement.....	15
I.2.2- Caractéristique physico-chimique de la roche exploitée.....	16
I.2.2.1- Composition chimique.....	16
I.2.2.2- Caractéristiques physiques.....	16
I.3- Présentation de la station de concassage.....	17
I.3.1- Les ateliers de préparation mécanique.....	17
I.3.2- Description de la chaîne de production pour les deux ateliers.....	18
I.3.2.1- Installation primaire.....	18
I.3.2.2- Installation secondaire pour l'atelier BABITLESS.....	19
I.3.2.3- Installation secondaire pour l'atelier ARJA.....	20
I.3.3- Les schémas technologiques pour les deux ateliers.....	21
CHAPITRE II: Production de la poussière au niveau des installations de Keddara	
II.1- Sources de production de poussière.....	24
II.1.1- Points d'émission de la poussière aux niveaux des installations.....	24
II.1.1.1- Le concassage.....	25

II.1.1.2- Le classement dimensionnel des granulats	26
II.2- Les quantités de poussières émises.....	27
II.2.1- Le type de roche traitée	27
II.2.2- L'état de finesse du matériau.....	28
II.2.3- L'état d'humidité du matériau	28
II.2.4- Les hauteurs de chute libre.....	28
II.2.5- Les conditions atmosphériques.....	29
II.3- Les effets éoliens	29
II.4- La concentration des poussières en fonction de leurs dimensions	31
II.5- Mesure de concentration moyenne des poussières.....	31
II.6- L'étendue affectée par l'émission de la poussière.....	32
II.6.1- Situation géographique.....	32
II.6.2- Les conditions atmosphériques :	32
II.6.3- La granulométrie de la poussière.....	32
II.7- L'évolution des contraintes.....	33
CHAPITRE III: L'impact de la poussière sur l'environnement et les personnes	
III.1- Effets sur la santé	35
III.1.1- L'effet lié à leur taille	36
III.1.2- L'effet lié à leurs caractéristiques toxicologiques, physico- chimiques, et microbiologiques.....	37
III.2 Les effets sur les lieux internes du travail :	37
III.2.1 Les effets physiologiques	37
III.2.2 Les effets mécaniques de la poussière.....	37
III.3 L'impact sur l'environnement	38
III.3.1 Impact sur la faune et la flore	38
III.3.2 Impact sur le paysage, le tourisme	39
CHAPITRE IV : Analyse des installations de dépoussiérages	
IV.1- Condition d'installation d'un dépoussiéreur.....	41
IV.2. Techniques de dépoussiérage.....	41
IV.2.1- Le captage et la séparation des poussières par aspiration.....	42
IV.2.1.1- Les procédés de captage des poussières.....	42
IV.2.1.2- La séparation des poussières captées	44
IV.2.1.3- Coût du dépoussiérage des ces installations	48
IV.2.2- La neutralisation des poussières sans captage	50
IV.2.2.1- Capotage d'un crible.....	50
IV.2.2.2- LA METHODE RAM	51
CONCLUSION GENERALE	62

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

La plus part des granulats utilisés en construction et en travaux publics sont de dimension inférieure ou égale à 70 mm. Pour aboutir à cette dimension, il faut réduire les matériaux bruts, dont le diamètre peut parfois atteindre plus d'un mètre. Cette opération de réduction conduit à un échelonnement dimensionnel comportant toute la gamme, du plus petit au plus gros élément. Cette opération de réduction s'accompagne de production de particules très fines appelées poussières [1].

Ces poussières peuvent être incorporées à la masse des éléments de dimension supérieure en mouvement ou au repos dans la chaîne de fabrication, être déposées sur le sol ou bien mis en suspension dans l'air par différentes causes et, dans ce dernier cas, il y'a pollution atmosphérique lorsque leur concentration atteint un certain seuil [1].

On désigne par "poussières" des particules pulvérulentes de toutes sortes, répandues dans l'atmosphère et produites au cours d'opérations mécaniques divers (concassages, broyage, criblage, manutention de matériaux, foration, tir d'abattage, etc.). Elles se mettent en suspension dans l'air pendant une durée plus ou moins longue, tout en se propageant selon leurs caractéristiques physiques (formes, grosseurs, densités, etc.) et celles du milieu ambiant (vent, humidité, température, etc.) [4].

D'après leurs tailles, on peut ainsi distinguer :

- les poussières ou particules sédimentaires (car se déposant facilement sur le sol ou végétation), ou encore inhalables, avec des diamètres importants.
- les poussières fines, parfois appelées aussi alvéolaires, car elles pénètrent profondément dans les poumons, et dont les diamètres sont inférieurs à $10\ \mu\text{m}$: on fait référence à deux classes de particules fines, les PM10 (diamètre inférieur à $10\ \mu\text{m}$) et les PM2.5 (particules inférieures à $2.5\ \mu\text{m}$).
- la poussière alvéolaire siliceuse est la fraction de poussière inhalable, susceptible de se déposer dans les alvéoles pulmonaires, lorsque la teneur en quartz excède 1% ; elle est nocive pour la santé.

La santé ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité, mais elle désigne dans son sens le plus large, un état complet de bien-être physique, moral et social. Toutes les communautés scientifiques, à travers le monde, se préoccupent sérieusement des préjudices engendrés par les poussières et ne cessent de réclamer leurs inquiétudes aux autorités

INTRODUCTION GENERALE

politiques compétentes, afin de prendre les mesures appropriées permettant la réduction de ces dangers. Par ailleurs, les mécanismes élémentaires de maîtrise du dynamisme socio-économique, doivent être réfléchis avec sagesse, et cela n'est possible que par la coopération des différents acteurs du processus économique : scientifiques, décideurs et professionnels. Toutefois, les scientifiques sont tenus d'établir les banques de données et procéder à l'analyse des contraintes pour pouvoir identifier et quantifier, par la suite, les alternatives adéquates, ce qui permet ultérieurement, aux décideurs de tenir les décisions conformes, régissant le contrôle des actions prédestinées, permettant ainsi le suivi et l'évaluation des effets.

Etant opérationnels dans le champ minier, nous sommes considérés, de pré ou de loin, comme sociétaires, tant à titre professionnel que de recherche, dans l'allure socio-économique. Ceci nous impose non seulement, de programmer nos projets de prospection, d'exploitation et de traitement avec discernement, visant l'intégrité simultanée des objectifs en matière de rendement et de fiabilité à l'environnement ; mais aussi de veiller à la bonne gestion des unités d'extraction et de production, en tenant compte des mesures d'hygiène et de sécurité, sans négliger le suivi permanent de l'état des installations mises en place, afin d'intervenir très tôt en cas de déficience et de tenter aussi d'optimiser la crédibilité de ces dispositifs vis-à-vis du milieu environnant.

Notre projet de fin d'étude, intitulé «**Production de la poussière au niveau des installations des carrières, leur impact sur l'environnement et l'analyse des installations de dépoussiérage**», représente une constatation simplifiée de l'état des lieux des unités de production d'agrégats à base calcaire, en prenant comme prototype de cette étude l'analyse de l'émission de poussière au niveau de la carrière de **Keddara** dans la circonscription de **Boumerdès** à l'Est d'**Alger**.

Le présent travail porte en premier lieu, la présentation de la zone d'étude et les installations de traitement mécanique mises en place dans la carrière. Le second chapitre représente un diagnostic détaillé sur les points d'émission de la poussière au niveau de ces installations. Puis nous avons indiqué ensuite l'impact de cette poussière sur l'environnement, et, en dernier lieu nous avons présenté les procédés du dépoussiérage, qui peuvent être mis en place. Finalement, nous avons émis quelques recommandations jugées utiles, quand à l'amélioration des conditions de travail dans cette carrière.

Chapitre I :

Présentation de la zone d'étude et les installations de traitement mécaniques

I.1- Situation régionale

I.1.1- Localisation du site

I.1.1.1- localisation géographique de l'unité

L'unité est située dans la commune de Keddara à 12 Km au sud de la ville de Boudouaou, chef lieu de Daïra –Wilaya de Boumerdès.

L'unité de Keddara exploite un site de calcaire proche du siège de l'unité sur la base d'un permis d'exploitation de petite et moyenne mine au nom de l'ENOF, délivré en septembre 2003 pour une durée de 10 ans.



Figure n°1 – Localisation de l'unité Keddara.

I.1.1.2- localisation du gisement

Le gisement de calcaire de KEDDARA est localisé dans la commune de BOUDOUAOU dans la Wilaya de BOUMERDES.

Il est situé à 45 Km d'Alger, à une quinzaine de kilomètres au Sud de BOUDOUAOU, à 1,2 Km à l'Ouest du village de KEDDARA.

L'accès au site se fait par la route nationale 29 reliant BOUDOUAOU à LAKHDARIA.

Le gisement est allongé Est-Ouest et se trouve à 1 Km de la nationale.

Ses limites géographiques sont les suivantes :

- Au Nord et à l'Est, des terrains privés à vocation agricole et des forêts.
- A l'Ouest, le barrage de Keddara.
- Au Sud, l'oued Keddara.

La localisation du centre du gisement est définie plus exactement par les coordonnées Lambert suivantes :

X = 568 600

Y = 369 000

I.1.2- Géologie régionale

Le gisement de calcaire de KEDDARA est associé géologiquement au territoire de l'ATLAS TELLIEN dans la terminaison périclinale « Chaîne calcaires » qui se poursuit de djebel BOUZEGZA à L'OUEST jusqu'à Koudiet EL MAROUNE a l'EST.

Il s'agit de terrains d'âge allant du précambrien au quaternaire.

I.1.2.1- lithostratigraphie

- **précambrien :**

Représenté essentiellement par des phyllites avec quelques passages de grès et de conglomérats du permo-trias affleurant sous forme de bandes très étroite au SUD du village de KEDDARA.

- **trias :**

Très répandu dans les limites de la chaîne calcaire se présente principalement par des grès quartzeux et arkoses rouges, gris foncés.

- **jurassique :**

Représenté par le **lias** et le **malm**, il est surtout calcaire-dolomitique.

- **crétacé :**

Représenté par le crétacé inférieur et crétacé supérieur.

-**Crétacé inférieur** : Développé dans la partie SUD et NORD de la région, représenté par une assise des grès et argilites intercalée.

-**Crétacé supérieur** : Répond au NORD-EST de la région par les grès, argiles, calcaires micro-brechiques.

- **paléogène** : Se sont des dépôts **éocènes** et **oligocènes**.

- **Eocène** : Se sont des formations de calcaires et grès très répandus au centre de la région sous forme de terrains séparés.

-**Oligocène** : Les grès, marnes brèches et conglomérats du lutétien supérieur de l'oligocène inférieur sont très développés dans la région.

- **quaternaire** :

Représenté par des argiles et limons de recouvrement.

I.1.2.2- géologie de l'extension

La zone d'extension est constituée de calcaires, massif compact à patine, gris-claire très diaclases à cassures esquilleuses de couleur gris foncé riche en reste organiques sous forme de débris arrondis et semi-arrondis tel que bivalves, Gastéropodes coquilles de Nummulites, avec des fissures en ramification sans aucune direction préférentielle, remplie de calcite par endroit de cristaux de sidérite bien développés ainsi que de la fluorine de couleur violacée .

La zone d'extension est recouverte par une découverte d'environ 10m d'épaisseur en moyenne.

I.1.2.3- tectonique

La région est affectée surtout par des accidents discontinus, avec un pendage raide de 60° environ, on note aussi la présence des cavités karstiques généralement remplies de la boue parfois très oxydées.

Il existe aussi des diaclases formant un réseau de cassures dans toutes les directions aucune faille majeure n'est visible dans cette zone d'extension, par contre il existe des failles intraformationnelles dans toutes les directions.

I.1.3- patrimoine naturel

I.1.3.1- la flore

D'après les investigations effectuées sur le terrain de la zone d'étude et de ses abords, comme au niveau de la Direction de l'Agriculture et de la Conservation des Forêts de la wilaya de BOUMERDES, le constat suivant a été fait :

La carrière se situe à la bordure Nord la forêt domaniale de Bouzegza-Keddara.

La végétation naturelle y est dans un état très dégradé.

Cette dégradation est souvent due à des actions anthropiques, défrichements, coupes de bois anarchiques, qui ont pour effet la dégradation de la forêt, actuellement réduite à l'état de vestige.

Il n'en reste pas moins que la végétation naturelle au niveau de la région qui est parfaitement adaptée au type du climat, à savoir :

- Une essence principale, le chêne liège (*Quercus Suber*) existe, mais à l'état dégradé sur la partie amont de la forêt.
- Les lentisques, les oléastres et les pins constituent les essences secondaires.

Il faut signaler le développement souvent important de broussailles.

Par ailleurs, il faut signaler que la dégradation de la couverture sylvatique, du stade forêt à celui de maquis arboré clair, est principalement due à l'effet des incendies répétés et du pacage sauvage dans cette région.

Les zones cultivées (un peu de maraîchage et d'arboriculture) sont situées loin du site de la carrière, au Nord du village de KEDDARA, mais ne sont pas protégées de l'effet de l'érosion, intense en période de pluies.

En ce qui concerne le site d'implantation de la carrière, il est entièrement dénudé de végétation, de par l'inexistence de sol au sens pédologique du terme.

I.1.3.2- la faune

L'écosystème qui entoure le site recèle des potentialités faunistiques non négligeables, ce qui est dû à la présence d'un écosystème forestier particulier et spécifique au bassin méditerranéen (forêt et maquis de chêne liège).

Il faut noter l'existence du barrage de KEDDARA (150 millions de m³ d'eau) possédant de bonnes potentialités en faune aquatique de tout genre.

Le tableau ci-dessous nous renseigne sur les espèces existant dans la région et leur abondance relative [3]

**CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET LES INSTALLATIONS
DU TRAITEMENT MECANIQUE**

Tableau1 : Les espèces existant dans la région et leur abondance relative

animales Espèces	Très abondant	Abondant	Probant	Rare	Observations
Singe magot (Maccara) (Sylvanus)				+	Le singe magot peuplait cette région montagneuse de Keddara
Sanglier		+			
Buse	+				
Faucon	+				
Perdrix	+				
Lapin	+				
Chacal			+		
Etourneau et Grive		+			
Divers reptiles	+				
Tortues terrestres	+				
Mangouste				+	
Gibier d'eau	+				En hiver
Poissons du barrage	+				Carpes, congres,...
Lièvre		+			

I.1.4- caractéristiques climatique de la région

Dans cette partie, seront traités les différents paramètres climatiques qui peuvent intervenir dans l'environnement de la carrière, tels que les précipitations, les températures, le vent et l'humidité.

En effet, chacun de ces éléments peut avoir un effet particulier.

-Les précipitations :

- Lessivent l'atmosphère et donc réduire la pollution
- Lessivent la surface des feuilles sur laquelle il y aurait eu dépôt de poussières.

- Le vent :

- Interviennent dans la dispersion des particules contenant du calcaire.
- La vitesse de déplacement des courants d'air joue un rôle essentiel dans la dispersion ou au contraire dans la stagnation des grains de poussières appartenant à la classe des fines

- L'humidité :

Dans l'atmosphère, elle empêche la diffusion des polluants et favorise leur concentration.

Le Nord massif du Bouzegza est situé dans la zone littorale caractérisée par un climat méditerranéen.

Ce sont les données météorologiques de la station de Dar El Beïda (station de référence dans la région), relatifs à la période 1956–1990, qui vont servir de données de base pour la climatologie de la zone d'étude.

En effet, l'influence spatiale d'une station météorologique étant d'environ 60 km, on peut considérer que les données présentées seront largement représentatives

I.1.4.1- La pluviométrie

Un relevé des précipitations cumulées prise de 1975 à 1984, au niveau de la station météorologique de Dar El Beïda a donné les valeurs suivantes.

CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET LES INSTALLATIONS DU TRAITEMENT MECANIQUE

Une autre série statistique des moyennes mensuelles sur une autre période (1956-1990) est donnée dans le Tableau ci-dessous. [3]

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles relatives à la période 1956–1990

mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	82	76.5	70.2	63.3	39.0	18.6	4.0	5.4	53.7	86.0	111.6	117.4

Ce tableau fait ressortir une pluviométrie annuelle cumulée de 727,7 mm.

Les valeurs moyennes mensuelles montrent que les pluies débutent en automne, s'accroissent en hiver et diminuent à partir de la saison printanière.

Quant à la période estivale, elle est marquée par de très faibles pluies.

Le régime saisonnier est ainsi caractérisé par deux périodes :

- Une période presque sèche qui correspond à la saison d'été (Juin, Juillet, Août) marquée par de faibles pluies d'une moyenne mensuelle de 9,3 mm.
- Une deuxième période humide comprenant les trois autres saisons de l'année, marquée par une abondance de pluies.

I.1.4.2- l'humidité

Le tableau suivant illustre les données sur les valeurs moyennes mensuelles des taux d'humidité (%) relatifs à la période 1956–1990 : [3]

Tableau 3 : Taux d'humidité moyens mensuels relatifs à la période 1956–1990

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
H (%)	78	76	76	75	72	72	70	70	71	74	75	78

L'analyse du tableau ci dessus nous montre qu'un taux d'humidité maximum de 78% est atteint aux mois de Janvier et de Décembre, tandis qu'un taux minimum de 70% est atteint durant les mois de Juillet et d'Août.

Les variations ne sont pas énormes entre les valeurs extrêmes et dénotent de l'influence du climat méditerranéen.

I.1.4.3- les vents

Le régime des vents, sur la base de données recueillie à la station de Dar El Beida pour la période 1956-1990, est caractérisé par deux éléments fondamentaux : [3]

- Une période sèche qui correspond à la saison d'été avec un vent dominant du Nord.
- Une période humide (automne, hiver et printemps) caractérisée par un vent dominant du Sud Ouest.

D'après la répartition fréquentielle annuelle des vents sur 8 directions et 4 classes de vitesses, il apparaît que les vents les plus fréquents sont de secteur Nord, Nord Est, Sud Ouest et Ouest (voir tableau ci-dessous).

Tableau 4 : Les vitesses du vent selon les différents secteurs

Classes de vitesses (en m/s)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
01 à 05	8.9	8.4	3.3	1.1	6.3	12.8	7.1	3.0
06 à 10	3.9	4.2	0.9	0.2	1.1	2.1	4.2	2.3
11 à 15	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.5	0.3
+ 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	12.9	12.8	4.3	1.3	7.6	15.1	11.8	5.6

L'analyse de ces données permet de constater que les vents dominant selon les directions principales suivantes :

Nord (12,9 %)	8,9% du temps - vitesse 1-5 m/s
	3,9% du temps - vitesse 6-10 m/s
Nord Est (12,8 %)	8,4% du temps - vitesse 1-5m/s
	4,2% du temps - vitesse 6-10m/s
	0,2% du temps - vitesse 11-15 m/s
Sud Ouest (15,1 %)	12,8% du temps - vitesse 1-5m/s
	2,1% du temps - vitesse 6-10m/s
	0,2% du temps - vitesse 11-15 m/s
Ouest (11,8 %)	7,1% du temps - vitesse 1-5m/s
	4,2% du temps - vitesse 6-10m/s

I.1.5- Aménagement du territoire et occupation des sols

I.1.5.1- L'agriculture

L'agriculture a connu une importante régression par rapport à la période coloniale et se centre sur une petite agriculture de montagne (maraîchage et arboriculture).

De très grandes étendues de terre sont en jachère et des plantations entières ont totalement disparu ou tendent à l'être pour diverses raisons dont les plus évidentes sont :

- La pluviométrie qui a diminué d'une manière significative, du fait du réchauffement de la planète, mais aussi du fait du déboisement et de la destruction des forêts.
- L'absence de politique agricole adéquate.
- L'absence de la sécurité dans la région.
- Les constructions anarchiques qui ont réduit les surfaces à vocation agricole.

I.1.5.2- Les zones urbanisée

C'est le point noir de la région, comme c'est le cas pour de nombreuses régions du pays.

Aux constructions individuelles anarchiques qui ont déformé le paysage, se sont ajoutées des urbanisations désordonnées pour répondre hâtivement à des problèmes induits par une démographie importante incontrôlable dans ce type de région.

La concentration de la population la plus proche est le village de KEDDARA, situé à moins de 2 Km du gisement.

I.2- Situation du gisement

I.2.1- Evaluation du gisement

Le gisement de calcaire de Keddara appartient aux formations calcaires de l'Eocène moyen (Lutétien), d'origine sédimentaire, dont la puissance atteint les 100 m. La couverture superficielle est peu importante.

Le gisement actuel est en voie d'épuisement. Les réserves exploitables au 31/12/04 sont de 500 159 tonnes soit une année d'extraction.

Pour remplacer le gisement actuel, l'entreprise a acquis quatre (04) permis d'exploration sur le site de Keddara :

- Bouzegza Nord dit Mhana de superficie de 84 ha ;
- Djebel Ifri, de superficie de 179 ha ;
- Boundass ;
- Dra Essaha ;

Les réserves géologiques estimées sur la base des travaux d'exploration effectués sur le site d'Ifri sont évaluées à 250 millions de tonnes et les réserves exploitables à 99 millions de tonnes.

I.2.2- Caractéristique physico-chimique de la roche exploitée

Compte tenu de la nature du minerai exploité, en l'occurrence du calcaire dur et du fait qu'il s'agit d'exploitation d'un gisement superficiel situé en altitude (montagne). la méthode d'exploitation retenue a été l'exploitation à ciel ouvert en gradins (en carrière), ayant un certain nombre de caractéristiques.

I.2.2.1- Composition chimique

Tableau 5 : Les différents éléments chimiques de la roche exploitée

Elément chimique	(%)
SiO₂	1.6
Al₂O₃	0.23
Fe₂O₃	1.28
CaO	47.07
MgO	4.72
P₂O₃	0.09
NaO₃	0.68
K₂O₃	0.09
TiO₂	0.05
MnO	0.08

I.2.2.2- Caractéristiques physiques

- Poids volumique : 2.5 T/M³
- Densité : 2.853 T/M³
- Porosité : 1.42 %
- Absorption d'eau : 0.54 %
- Compressibilité en état sec : 1337Kgf/cm²
- Compressibilité en état saturé : 648 Kgf /cm²

I.3- Présentation de la station de concassage

Les appareils utilisés pour la réduction dimensionnelle sont :

- un concasseur primaire giratoire ;
- deux concasseurs secondaires à percussion ;
- des concasseurs tertiaires à percussion ;
- des cribles de différentes mailles ;

I.3.1- les ateliers de préparation mécanique

La station de concassage de keddara est munie de deux ateliers pour la fabrication des différents produits concassés, ce sont les :0-3mm, 3-8mm, 8-15mm, 15-25mm, 25-40mm.

Le premier atelier appelé **ARJA** est une nouvelle installation ouverte. Cet atelier comprend un concasseur secondaire à percussion et une chaîne des cribles vibrants pour la séparation granulométrique, et des silos situés en dessous des cribles pour la réception des matériaux classés.

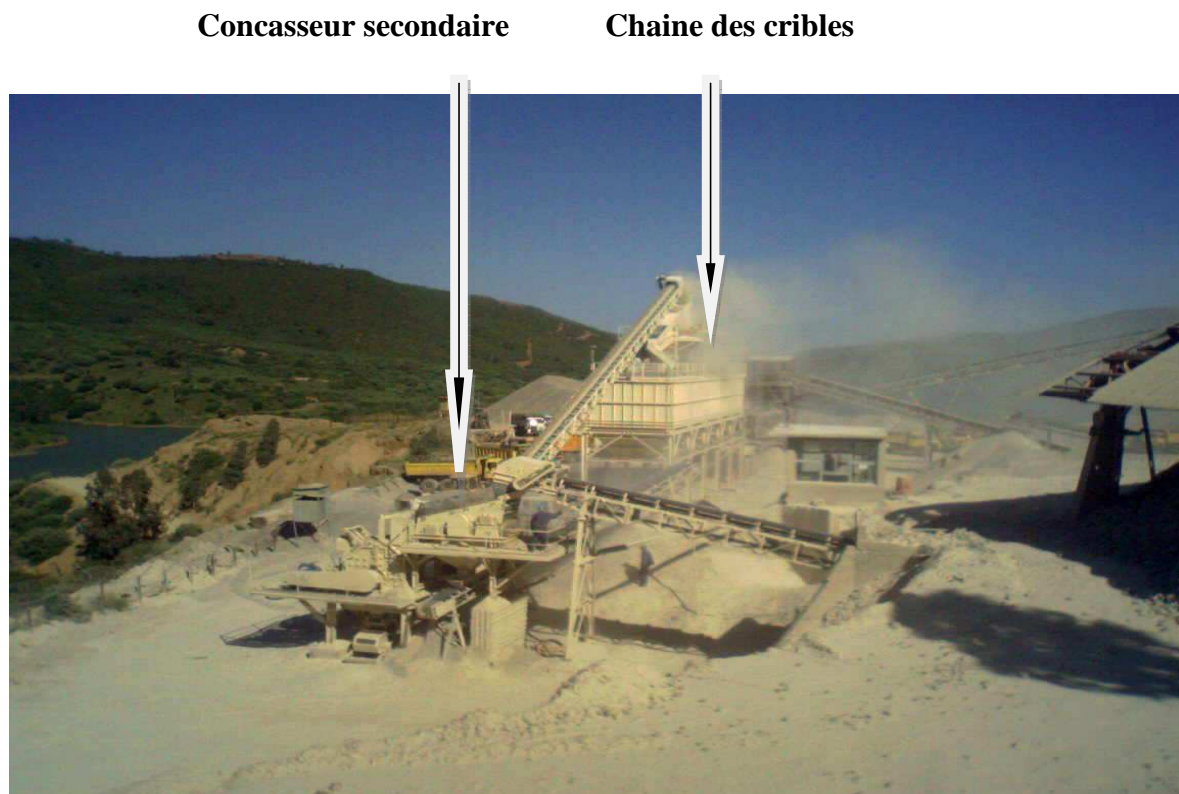


Figure2 : Les installations de l'atelier ARJA

Le deuxième atelier appelé **BABITLESS** est une ancienne installation fermée, qui renferme en son sein un concasseur secondaire à percussion et un concasseur tertiaire à percussion et une chaîne des cribles vibrants pour la séparation granulométrique, et des silos pour la réception.



Figure3 : Les installations de l'atelier BABITLESS

I.3.2- Description de la chaîne de production pour les deux ateliers

Les deux ateliers de traitement sont alimentés par un produit de 0/200 mm obtenu après un concassage primaire.

I.3.2.1- Installation primaire

Le tout venant avec une grosseur d'environ 1 m de diamètre est déversé à l'aide des dumpers dans une trémie réceptrice.

La fraction supérieure à 200 mm sélectionnée par un alimentateur passe par un concasseur giratoire de marque BABITLESS type BP 38 d'un débit de 800 t/h où elle subit une réduction à 200 mm.

La fraction inférieure à 200 mm passe à travers la grille de l'alimentateur et en fonction de sa qualité elle est, soit soumise à un criblage préalable dans un crible à deux étages de marque COMESSA où la fraction 0-40 mm est exclue comme stérile, soit elle rejoint le produit issu du concasseur à l'aide d'un by-pass pour un stockage dans un chapeau chinois d'une capacité de 3000 tonnes.

I.3.2.2- Installation secondaire pour l'atelier BABITLESS

Le produit du chapeau chinois avec une grosseur de 0-200 mm est soumis dans un premier temps à un criblage dans un crible à deux étages de marque BABBITLESS ou la fraction inférieure à 40 mm est extraite du processus comme produit marchand et la fraction (-200mm +40 mm) passe par un concasseur à percussion de marque KRUPP HAZMAG type APS 1313K d'un débit de 300 t/h ou elle est réduite à 50 mm.

Le produit issu du percuteur subit des opérations de criblage sur trois cribles à deux étages travaillant en série de marque SN METAL et BABBITLESS ou les fractions suivantes sont mises en stock dans des silos :

- **Fractions du premier crible**

- Fraction supérieure à 70 mm avec la possibilité de la remettre dans le cycle pour un concassage dans le percuteur.

- Fraction -70 + 40 mm avec la possibilité de la réduire à 25 mm dans un concasseur giratoire de marque BABBITLESS type BS 704N à un débit de 120 t/h.

- **fractions du deuxième crible**

- Fraction -40+25 mm avec la possibilité de la soumettre soit au concasseur BS 704 N, soit à un autre concasseur giratoire de la même marque précédente de type BS 704EG d'un débit de 120 t/h pour une réduction à 25 mm.

- Fraction -25+15 mm avec la possibilité de la réduire soit dans le concasseur BS704 EG, soit dans un quatrième concasseur giratoire de marque BABBITLESS type BS 702 d'un débit de 30 t/h pour une réduction à 15 mm pour une opération de concassage tertiaire.

- **Fractions du troisième crible sans recyclage**

-Fraction -15mm +8 mm

-Fraction -8mm +3 mm

-Fraction -3mm +0 mm

I.3.2.3- Installation secondaire pour l'atelier ARJA

Le produit avec une granulométrie de 0 à 200 mm est soutiré du chapeau chinois à l'aide d'un extracteur appartenant à l'installation BABBITLESS pour alimenter un pré- crible à deux étages (toile supérieure de 70 mm et toile inférieure de 40 mm) par le biais d'un convoyeur.

La fraction inférieure à 40 mm est mise en stock (en tas) par un convoyeur, par contre les fractions supérieures à 40 mm passent par un concasseur à percussion de type TOROS

P30 0 à un débit de 200 t/h.

Le produit issu du concasseur à une granulométrie de 0/70 mm est dirigé vers un crible sur silos à 4 étages doté des toiles suivantes 25 mm, 15 mm, 8 mm et 3 mm.

Les fractions issues du crible représentent des produits finis de l'installation sont stockées dans des silos et se résument comme suit :

- Fraction supérieure à 25 mm ;

- Fraction 15-25 mm ;

- Fraction 8-15 mm ;

- Fraction 0-3 mm ;

I.3.3- les schémas technologiques pour les deux ateliers

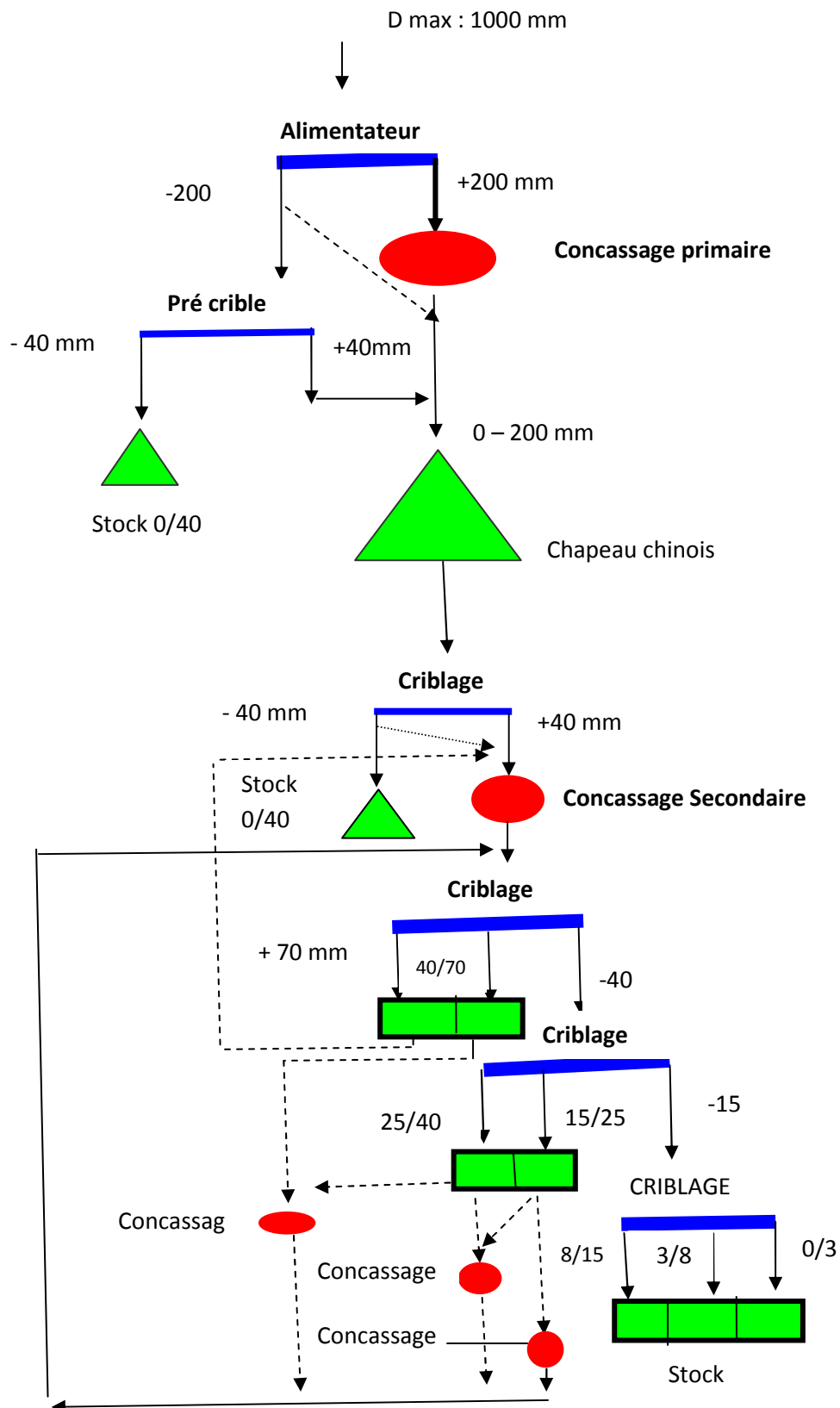


Figure 6 : Schéma technologique d'atelier BABITLESS

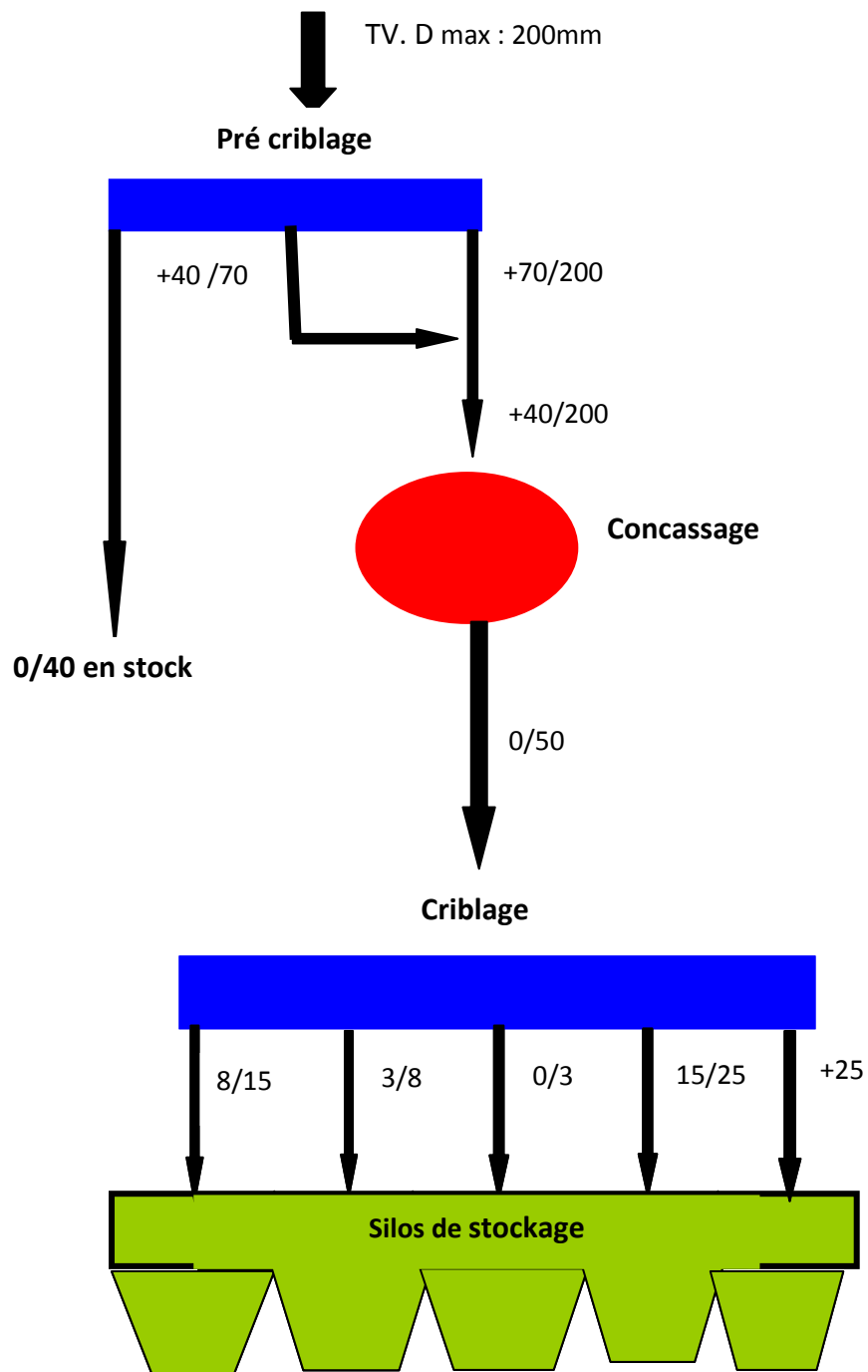


Figure 5 : Schéma technologique d'atelier ARJA

Chapitre II :

Production de la poussière au niveau des installations de keddara

II.1- Sources de production de poussière

La production et la mise en suspension de poussière dans une carrière peuvent avoir lieu à différents niveaux de la chaîne de production :

- Au forage des trous de mines ;
- Lors des tirs ;
- lors du traitement des matériaux : concassage, criblage, broyage ;

Au niveau de la carrière, la foration à sec est la principale source génératrice de poussières.

Dans l'exploitation de la carrière, les cuttings de foration se divisent en deux classes :

-L'une grosse avec des grains supérieurs à 20 – 50 microns qui, sous leurs propres poids, se tassent aux abords immédiats du trou de mine.

-L'autre plus fine, en faible quantité, qui peut rester en état de suspension dans l'air pour retomber au sol quelque temps après, si elle n'est pas entraînée au loin par le vent.

Lors de la foration des trous de mines la poussière produite est de faible quantité, et le taux des fines est faible si on utilise les sondeuses modernes qui sont équipées d'un système de captage. La grosseur de la poussière impose un tassement de cette dernière pas loin du trou de foration quelque soit la vitesse des vents.

Au niveau de la carrière de keddara la plus grande quantité de poussière est issue des installations de la station de concassage.

II.1.1- Points d'émission de la poussière aux niveaux des installations

Une grande partie des poussières est émise lors la fragmentation des matériaux, et leur classement par classes de grosseur.

II.1.1.1- Le concassage [1]

Les concasseurs opèrent une réduction de la dimension des matériaux par écrasement ou par chocs, cette opération libère bien évidemment des fines particules.

Les concasseurs à mâchoires et giratoires provoquent une fragmentation par écrasement de la roche entre la mâchoire mobile et la mâchoire fixe. La vitesse des pièces en mouvement étant relativement faible, ces appareils sont peu générateurs de poussières.

Les appareils à percussion provoquent une fragmentation par chocs et, de ce fait, les pièces mobiles ont des vitesses élevées, ce qui favorise la dispersion des fines dans le courant d'air induit par la machine de l'appareil, cette dispersion est particulièrement importante au démarrage et à l'arrêt car l'appareil fait office de "Ventilateur" et disperse les fines accumulées à l'intérieur.

Les broyeurs à barre sont des appareils fabriquant des produits de faible dimension granulaire et présentant, de ce fait, une forte proportion d'éléments fins. De part leur conception, ils sont relativement étanches.



Figure 1 : Concasseur primaire



Figure 2 : Concasseur secondaire

II.1.1.2- le classement dimensionnel des granulats [1]

Avant d'être commercialisés, les matériaux sont calibrés suivant leur dimension : cette opération de classement est effectuée par des cribles.

La séparation par rapport à une certaine dimension des éléments constitutifs d'un matériau s'effectue sur des grilles soumises à une vibration. Celle-ci provoque une dispersion des fines, de plus, le frottement des matériaux les uns contre les autres engendre une production supplémentaire d'éléments fins d'autant plus importante que les matériaux sont tendres.

La dispersion dans l'atmosphère des poussières provoquées par les cribles dépend de l'état de finesse du produit à cribler. Plus il contient des éléments fins, plus la dispersion est importante. C'est lors des opérations de criblage que s'effectue la mise en suspension la plus importante des poussières émises pendant le traitement mécanique



Figure 3 : Chaîne de criblage

II.2- Les quantités de poussières émises

Dans une installation, les quantités de poussières émises sont fonction de plusieurs paramètres dont les principaux sont : [1]

- Le type de la roche traitée ;
- L'état de finesse du matériau ;
- L'état d'humidité ;
- Les hauteurs de chute libre ;
- Les conditions atmosphériques ;

II.2.1- Le type de roche traitée

Les roches cohérentes produisent les poussières par génération de fines lors des opérations de traitement, alors que dans le cas des roches hétérogènes ou meubles, c'est la proportion intrinsèque des fines qui aura une grande influence.

II.2.2- l'état de finesse du matériau

A partir d'une roche massive, une installation de carrière fournit une production comportant en général 40 à 50% de sables, c'est-à-dire des éléments de dimension maximale inférieure à 5 mm obtenus par concassage et broyage. Au fur et à mesure que les matériaux avancent dans la chaîne d'élaboration, la quantité de fines qu'ils contiennent est plus importante.

II.2.3- l'état d'humidité du matériau

C'est un fait reconnu par l'expérience de chacun que pour agglomérer des particules fines, il suffit de les mouiller, que ce soit pour faire des pâtes de sable ou des mouillages d'argile.

Et pourtant, dans ces deux exemples, le mécanisme de cette agglomération est sensiblement différent.

Dans le premier cas, les liaisons assurant la tenue du pâtre de sable sont dues à des tensions superficielles entre l'eau et les interfaces des minéraux ; lorsqu'il y a un excès d'eau, le pâtre s'écoule par liquéfaction.

Dans le deuxième cas, les liaisons dues aux tensions superficielles sont moins importantes car il existe entre les minéraux argileux et les particules d'eau des liaisons de type électrostatique qui donnent aux argiles une propriété particulière : la cohésion.

On voit donc que l'état d'humidité du matériau joue un rôle prépondérant dans l'émission des poussières.

II.2.4- Les hauteurs de chute libre

Le flux de matériau se trouve parfois en chute libre ; pendant ce trajet dans l'air, une grande quantité de fines s'échappe du matériau et se disperse dans l'air ambiant. Cette quantité est directement influencée par la hauteur de chute, qui peut atteindre :

- une vingtaine de centimètres lors du passage d'un transporteur à l'autre et à l'alimentation des cribles,
- cinquante centimètres à un mètre à l'entrée, à la sortie des concasseurs et à la sortie des cribles,

II.2.5- Les conditions atmosphériques

Les conditions atmosphériques interviennent principalement de deux façons :

- les précipitations humidifient le matériau, en particulier si celui-ci a déjà fait l'objet d'un abattage, et font tomber les poussières dispersées dans l'atmosphère aux alentours de l'exploitation et de l'usine de traitement.
- le vent a l'effet inverse en provoquant la dessiccation du matériau et une remise en suspension, par les turbulences éoliennes, des fines déposées au sol. Son action est très importante dans les installations à l'air libre qui permettent une prise directe sur les matériaux effectuant un trajet en chute libre ou bien agitée sur un crible ou même sur les transporteurs. La mise en suspension de la poussière sera d'autant plus importante que l'accès à ces points sensibles d'émission des poussières n'est pas protégé par un bâtiment fermé.

II.3- Les effets éoliens [2]

Les effets produits par l'action des vents sont très importants puisque se sont eux qui provoquent l'envol des particules et/ou leur transport aux alentours des installations.

Les formes et orientations des stocks par rapport aux vents dominants sont les facteurs déterminants sur l'étendue de la zone soumise à l'empoussièrement (figure4).

Sur le graphique, on considère la mise en suspension d'une particule minérale depuis une hauteur de 15mètres, hauteur moyenne d'un stockage classique, avec des vents laminaires de 10 et 30km/h et l'on constate que suivant leur vitesse de sédimentation propre (figure5):

- une poussière de 100 microns touchera le sol à 150 mètres de son point d'envol par un vent de 10Km/h et à 400 mètres par un vent de 30km/h,
- dans les mêmes conditions une poussière de 5 microns parcourra de 40 à 125Km.
- il est aisé en conséquence, d'imaginer les distances pouvant être parcourues par les poussières, par des vents de vitesses supérieures (une poussière de 5 μm avec un vent de 60Km/h parcourra 3570 Kms).

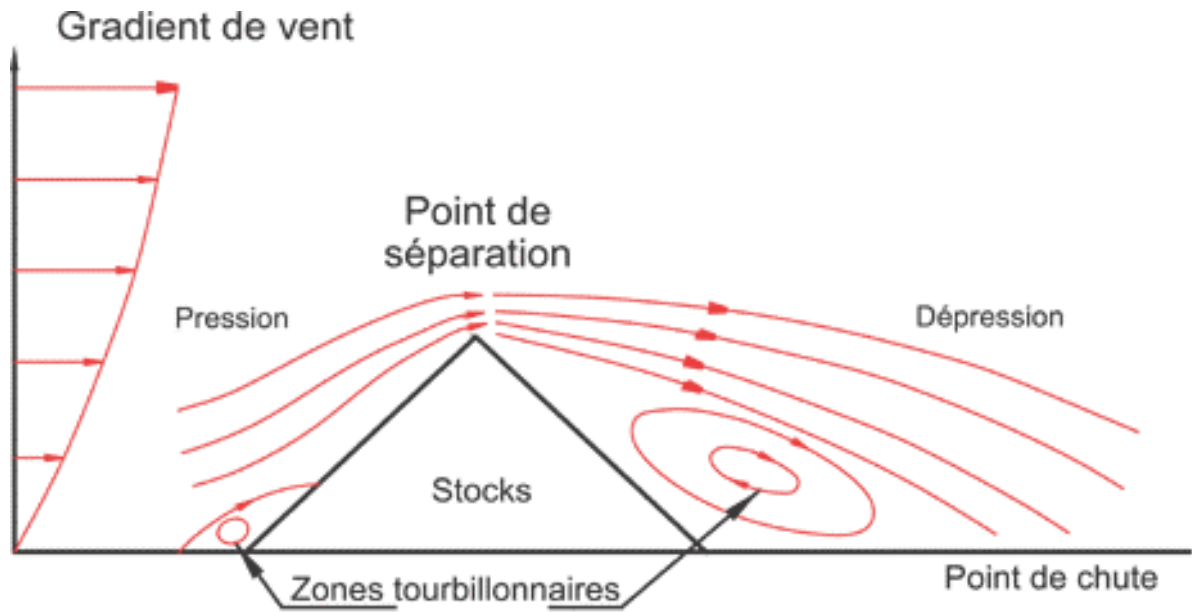


Figure4 : L'effet produit par l'action des vents sur les poussières

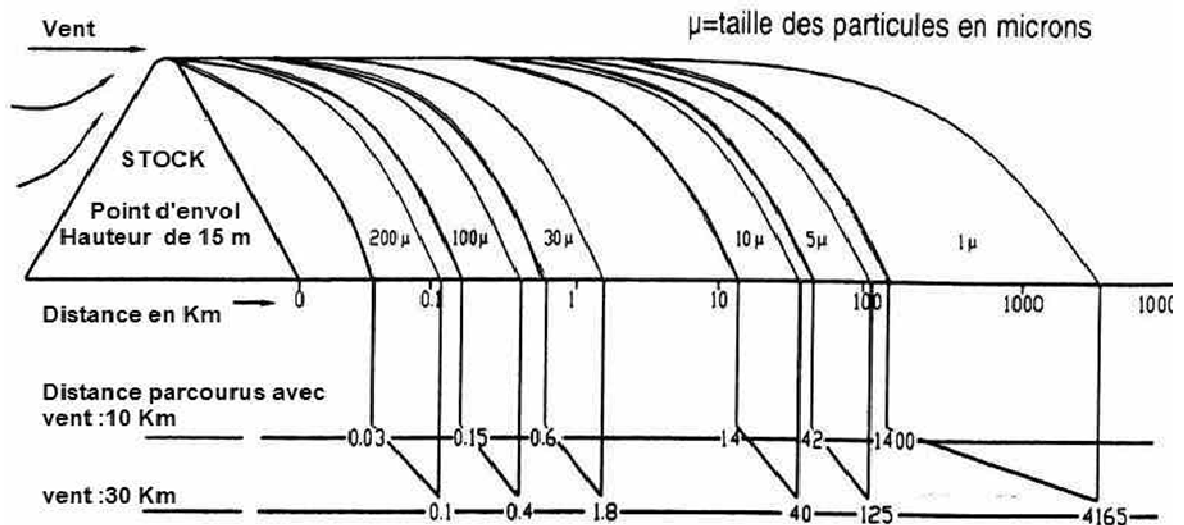


Figure 5 : Graphique théorique des distances parcourues par des particules minérales en fonction des vitesses des vents

Ces données sont théoriques car pour les zones proches du sol, les vents ne sont jamais parfaitement laminaires à cause des obstacles (arbres, habitations, relief du sol..).

Par contre et lorsque par effet thermique naturel, les poussières peuvent être "aspirées" en altitude ou haute altitude (plus de 5000 mètres), les courants sont parfaitement laminaires et les distances parcourues, considérables. Un exemple bien connu, est celui des pluies chargées de particules rouges qui tombent périodiquement et qui ne sont que des sables du Sahara, qui après être montés en haute altitude sont transportés et précipités lors des rencontres avec des masses d'air froid.

II.4- La concentration des poussières en fonction de leurs dimensions

Seules les poussières véhiculées par l'air, donc en suspension, sont nocives. Il est donc utile de connaître la capacité de rétention dans l'air de cette matière ; elle est en rapport inverse de la dimension des poussières, comme le montre le tableau I [1].

Tableau1: Vitesse de chute de particules sphériques, de masse volumique 1, dans l'air calme a 20°C

Dimension des particules en (μm)	Vitesse de chute en Cm/s
5000	875
1000	395
500	277
100	29.6
50	7.4
10	0.296
5	0.074
1	0.0035
0.1	0.000035

Il en résulte que pour une émission de poussière donnée, la concentration dans l'air ambiant s'accroît de manière préférentielle pour les particules les plus fines.

II.5- Mesure de concentration moyenne des poussières

Les mesures de concentration de poussières se font généralement au niveau des principales sources d'émission à l'aide de capteurs de poussières du type CPM 3, aux points fixes, ou de capteurs miniaturisés du type CIP 10, pour l'exposition individuelle. Les concentrations moyennes ne doivent pas dépasser une certaine valeur limite de 50 mg/m^3 pour le jour [4].

II.6- L'étendue affectée par l'émission de la poussière

La dispersion et l'étendue affectée par la poussière dépend généralement de :

- La situation géographique qui entoure l'emplacement des installations ''l'existence des obstacles ou non comme les montagnes, les plantes, etc ...
- Les conditions atmosphériques (la pluviométrie, la vitesse du vent, et l'humidité).
- La granulométrie de la poussière produite.

II.6.1- Situation géographique

Comme on a vu précédemment, la carrière est située dans une zone forestique, et son emplacement dans une fosse qui est entourée par des reliefs de montagne élevée et dense par la couverture végétale, ce qui favorise l'empêchement de la dispersion des poussières dans l'environnement, alors minimise la distance parcourue par la poussière.

II.6.2- Les conditions atmosphériques :

La dispersion et/ou la sédimentation des particules, en particulier la fraction fine, est souvent fonction des conditions atmosphériques dominantes au niveau du site.

Selon les statistiques météorologiques précitées, notamment de précipitation, d'humidité et du vent, il semble que la dispersion de la poussière est désavantagée par les conditions atmosphériques qui règnent, au court de l'année, dans cette région caractérisée par une pluviométrie et hygrométrie annuelles moyennes ou relativement élevées. Hors, il faut signaler que le maximum d'éparpillement de poussière est atteint en saison estivale en raison de la rareté de précipitation ; ce phénomène est souvent favorisé par les vents modérés de secteur Nord.

II.6.3- la granulométrie de la poussière

La poussière fine atteint parfois quelques kilomètres de parcours si l'agent du transport atteint une vitesse importante, ce qui permet de toucher les zones urbanisées les plus proches de la carrière. Ce qui crée un impact sur la santé humaine.

II.7- L'évolution des contraintes

L'émission de la poussière par une installation de traitement de granulats est dans la plus part des cas, fonction de sa production.. La puissance de ces installations et en développement constant.

Il n'est pas rare d'assister à l'envahissement de l'urbanisation. Les immeubles d'habitation se rapprochent des carrières, d'où aggravation des contraintes d'environnement. Même dans le cas où les installations sont situées en zone rurale, les exploitants agricoles tendent à s'organiser en comité de défense doté d'appuis juridiques ou politiques puissants. Par ailleurs, le personnel est de mieux en mieux protégé et la législation du travail permet d'imposer aux différents organismes une amélioration permanente des conditions de travail.

Enfin, le matériel des usines de production se perfectionne lui aussi, souvent au détriment de la robustesse. Comme on lui demande la plus grande fiabilité, condition indispensable à une production de qualité, il y a lieu de protéger efficacement ses organes vitaux contre la poussière.

Les caractéristiques techniques imposées aux granulats évoluant elles aussi dans le sens de la qualité, il sera parfois nécessaire de dépoussiérer le produit pour le rendre conforme aux prescriptions de qualité imposées.

Chapitre III :

L'impact de la poussière

sur l'environnement et les personnes

Les poussières fines se diffusent dans l'atmosphère et se déplacent sur des zones distantes de quelques dizaines à quelques centaines de kilomètres. Les particules issues de l'activité humaine ne restent donc pas concentrées dans les zones industrielles et urbaines, mais contaminent également les zones résidentielles et les espaces naturels.

Le temps de séjour de ces matériaux particuliers dans l'air et donc la distance parcourue dépendent essentiellement de leur granulométrie, de leur masse volumique ainsi que des conditions météorologiques : vents, champs de pression, humidité et précipitations.

Les impacts de l'émission de la poussière peuvent être évalués par un suivi permanent effectué, essentiellement, sur l'état sanitaire des personnes, particulièrement des professionnels miniers et sur les conditions du milieu environnant.

III.1- Effets sur la santé

En général, quel que soit leurs origines, les poussières sont susceptibles de provoquer des irritations des yeux, de la peau et aussi des difficultés respiratoire (cas des toxicités aiguës), l'inhalation chronique de la poussière silicatée peut par contre aboutir à l'apparition de pneumoconioses : silicose, pneumoconiose du houilleur, schistose, talcose, graphitose et autres pneumoconiose provoquées par ces poussières, les complications de ces affections peuvent se décrire de la manière suivante : [4]

- complication cardiaque, insuffisance ventriculaire droite caractérisée.
- complications pleuro pulmonaires : tuberculose ou autre mycobactériose surajoutée et caractérisée, nécrose cavitaire aseptique, aspergillose.
- complications non spécifique : pneumothorax spontané, suppuration broncho-pulmonaire subaigue ou chronique, insuffisance respiratoire grave.

Les particules posent des problèmes spécifiques par rapport aux polluants gazeux, principalement en raison du dépôt dans les voies respiratoires.

Les particules ont un double effet sur la santé : [4]

III.1.1- l'effet lié à leur taille (figure 3)

- les particules de plus de 10 μm sont retenues dans les voies respiratoires supérieures et rapidement rejetées ;
- les particules de diamètre compris entre 2.5 et 10 μm atteignent le segment trachéo-bronchique ;
- les particules de 0,1 à 2.5 μm atteignent les alvéoles pulmonaires. Il se dégage un consensus pour considérer que l'essentiel des effets sanitaires liés à la pollution atmosphérique particulaire est le fait de ces particules fines ;
- les particules de taille inférieure à 0,1 μm se comportent comme une molécule et peuvent ressortir après inhalation ;

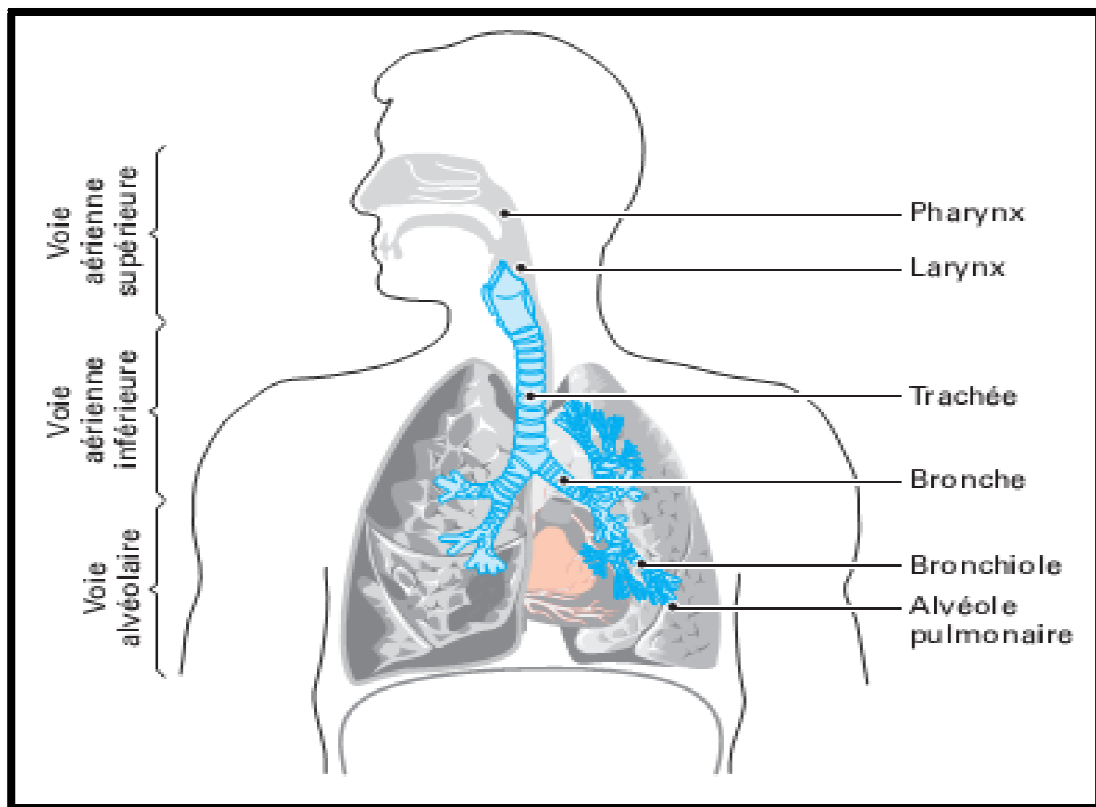


Figure 1 : Appareil respiratoire et pénétration des particules

III.1.2- l'effet lié à leurs caractéristiques toxicologiques, physico- chimiques, et microbiologiques.

- les poussières inertes qui s'accumulent dans le corps sans provoquer aucune réaction;
- les poussières toxiques, contenant des composés métalliques plus ou moins solubles, qui peuvent avoir des effets aigus ou chroniques sur certains organes du corps humain;
- les poussières allergènes qui peuvent donner l'asthme;
- les poussières fibrogènes, qui sont insolubles sont à l'origine de maladies professionnelles graves telles que la fibrose, la silicose, etc.

III.2 les effets sur les lieux internes du travail :

III.2.1 les effets physiologiques

Selon les éléments minéralogiques qui composent la roche exploitée, on peut déterminer les effets négatifs de quelques éléments poussiéreux sur les organes respiratoires :

- Les particules de silice provoquent autour d'elles l'agglomération du protoplasma cellulaire, puis la mort et la destruction des cellules qui les ont absorbées. [1]
- les particules de calcite se dissolvent à l'intérieur des cellules. Les produits de destruction sont à l'origine de réactions inflammatoires appelées **conioses** avec apparition de **nodules**. le poumon noduleux doit adapter son mécanisme d'échange air-sang et devient plus sensible aux infections qu'un poumon normal. [1]

III.2.2 les effets mécaniques de la poussière.

Nous avons vu précédemment que les plus fines poussières restent plus longtemps en suspension dans l'air. Si leur concentration est élevée, il en résulte une diminution de la visibilité pouvant être génératrice d'accidents. Le défaut de visibilité gêne également la surveillance du matériel.

Les poussières ont également toute facilité pour s'infiltrer dans les appareillages électriques et nuire à leur bon fonctionnement. [1]

Quand aux poussières les plus grosses, leur abrasivité devient prédominante pour les organes mécaniques, abrasivité pouvant être aggravé par leur nature minéralogique (silice, dolomie, etc.). Les poussières altèrent aussi les façades et toitures des constructions. [1]

Dans les diverses opérations de la fabrication des granulats, les émissions de poussière non contrôlées peuvent provoquer des accumulations et des chutes aléatoires influant sur la régularité dimensionnelle des produits. [1]

III.3 l'impact sur l'environnement

L'émission et la dispersion des poussières dans l'environnement peuvent influencer sur la santé publique de la population vivant près de la carrière et sur la faune et la flore.

Tenant compte du rôle du vent, qui peut transporter les poussières sur une longue distance, les habitants des villages miniers sont en général exposés (surtout lorsqu'ils sont situés dans la même direction que celle du vent) aux maladies dues aux émissions de poussières, notamment les enfants et les personnes allergiques.

Le degré de perturbation est bien sûr plus fort pour les personnes travaillant aux postes sensibles (sources d'émission de poussières).

III.3.1 Impact sur la faune et la flore

L'effet des polluants poussiéreux sur les végétaux est très mal connu, mais il a été constaté quelques manifestations physiologiques ou parasitaires, dues certainement à des polluants chimiques, sur certaines plantations situées à proximité des sources de pollution.

L'effet des poussières sur la flore est caractérisé par la dégradation avec le temps des plantes, le ralentissement du processus de photosynthèse (après constitution d'un écran), la diminution de leur durée de vie, etc., créant ainsi une gêne réelle pour l'agriculture et pour l'aspect paysager.

La pollution par les poussières de l'atmosphère joue aussi un rôle non négligeable en faveur du déplacement et de l'émigration des espèces animales.

III.3.2 Impact sur le paysage, le tourisme

En plus de l'impact sur la flore, la présence permanente de fines particules poussiéreuses dans l'atmosphère donne un aspect négatif au paysage.

Il est évident aussi qu'une région minière en activité, surtout lorsqu'elle est poussiéreuse, n'attire pas le tourisme et ne favorise aucun projet de réalisation d'infrastructures touristiques

Chapitre IV :

Analyse des installations de dépoussiérages

IV.1- condition d'installation d'un dépoussiéreur

L'exigence d'installation d'un dépoussiéreur dans une carrière est basée sur le taux d'émission de la poussière dans l'atmosphère, tel que ce dernier, il ne faut dépasser un certain seuil selon les normes en vigueur concernant le rejet atmosphérique.

Selon le Décret exécutif N 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquide ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.

La valeur limite de rejet atmosphérique concernant la poussière totale est fixée à 50mg/Nm³ par jour. [5]

Pour la carrière de KADDARA, les installations de traitement sont de type ancien, et l'un des deux ateliers est exposé à l'air libre ce qui implique l'émission totale de la poussière produite, et l'autre atelier n'est pas couvert complètement ce qui permet la dispersion de la poussière par les ouvertures.

Pour cette raison, l'émission de la poussière par les installations de KADDARA dépasse la valeur limite de 50mg/Nm.

D'autre part, si la poussière contient des éléments nocifs comme la silice libre (SiO₂), l'amiante, la valeur limite est fixées par exemple pour la silice à 0.15 mg/m³ pour le jour concernant la poussière alvéolaire (d<10µm). [4]

IV.2. techniques de dépoussiérage

Il existe deux types de techniques concernant le dépoussiérage dans les carrières d'agrégat. Le premier utilise des moyens de captage des poussières par aspiration de l'air environnant, puis séparation des poussières de l'air pollué, le second est destiné à empêcher la poussière de se diffuser dans l'atmosphère [1].

IV.2.1- Le captage et la séparation des poussières par aspiration

IV.2.1.1- les procédés de captage des poussières

A- La ventilation des bâtiments

Il est possible de renouveler l'air pollué par aspiration et arrivée d'air frais. Par ce procédé, seules les poussières les plus fines sont aspirées, les plus grosses s'étant déjà déposées avant la fin de leur parcours. Il n'est pas nécessaire d'avoir un débit d'air important qui d'ailleurs créerait des turbulences remettant en suspension les « grosses » poussières.

Ce procédé ne protège que très partiellement le personnel et le matériel à l'intérieur du bâtiment et nécessite l'étanchéité de celui-ci par le moyen d'un bardage coûteux [1].

B- Le captage par îlot

Il s'agit d'enfermer chaque appareil dans un caisson étanche et d'aspirer ensuite l'air poussiéreux du caisson. Ce procédé nécessite une puissance relativement réduite. Mais il demande un grand soin dans la confection des caissons, lesquels ne sont pas toujours compatibles avec une surveillance correcte de la marche des appareils dont les organes mécaniques ne sont d'ailleurs pas protégés de la poussière [1].

C- Le captage par poste

Les zones préférentielles d'émission de poussières se situent en définitive en des points bien particuliers.

Pour dépeussier convenablement, il suffira donc de créer une dépression à proximité immédiate de ces points d'émission. La dépression peut s'exercer par le moyen d'une hotte. Mais les entrées d'air importantes à la périphérie de la hotte nécessitent des débits d'aspiration élevés. Ce procédé ne sera donc utilisé que lorsqu'il sera impossible d'exécuter un capotage ou lorsque la présence de celui-ci compliquerait la bonne marche ou l'entretien de l'installation [1].

Le procédé le plus couramment employé consiste en un capotage localisé à la zone à protéger. Seule la zone émettrice de poussières est enfermée dans une enceinte et non, comme dans le cas du capotage par îlots, l'appareil dans son ensemble (figures 1 et 2).

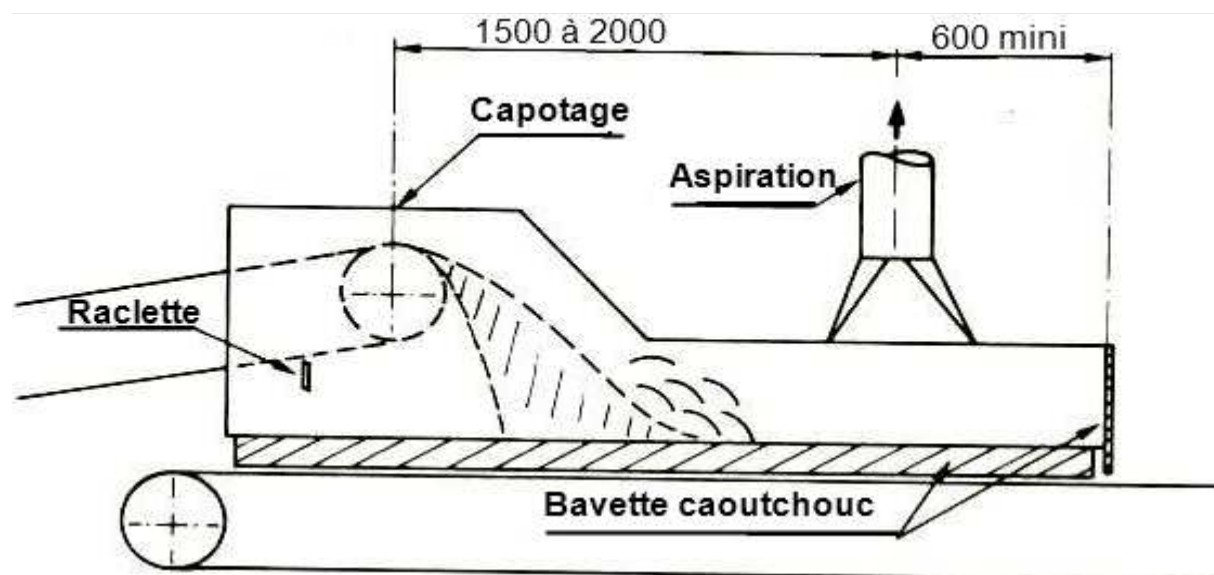


Figure 1 : Capotage à la chute d'un transporteur.

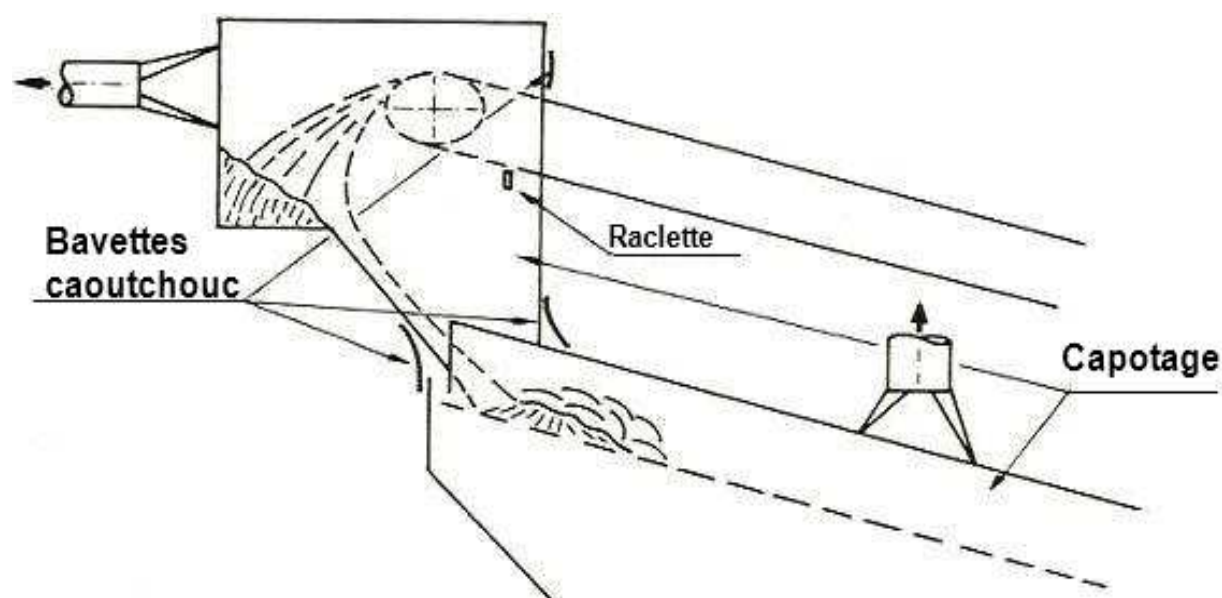


Figure 2 : Captation des poussières sur crible.

Dans le cas du capotage par postes, il n'est pas possible de réaliser une étanchéité parfaite sans gêner le bon fonctionnement des organes en mouvement. Il en résulte que le débit d'aspiration sera forcément plus élevé que dans le cas du dépoussiérage par îlots ou par ventilation générale du bâtiment. Malgré cet inconvénient, ce procédé est le plus souvent adopté pour sa facilité d'exécution, son moindre encombrement, son efficacité et la gêne minimum qu'il apporte au bon fonctionnement des appareils [1].

IV.2.1.2- La séparation des poussières captées

Les poussières ayant été captées par entraînement dans un flux d'air. Cet air aspiré est donc chargé de poussières. Il serait bien entendu possible de le rejeter en l'état dans l'atmosphère extérieure. Le problème du dépoussiérage à l'intérieur des locaux serait résolu, mais l'empoussiérage à l'extérieur serait aggravé et ce n'est généralement pas le but recherché. Il s'agit donc maintenant d'extraire les poussières contenues dans cet air afin de ne rejeter à l'extérieur que de l'air pratiquement dépourvu de particules en suspension. Pour mener à bien cette opération, il existe de nombreux procédés d'efficacité variable. Nous ne citerons ici que les principaux, les différentes firmes constructrices commercialisant des variantes issues de ces archétypes, parmi lesquelles l'utilisateur conserve la possibilité d'effectuer un choix en fonction de ses problèmes propres [1].

Ces appareils séparateurs peuvent être classés en deux catégories :

- appareils fonctionnant par détente de l'air aspiré ;
- appareils séparateurs en voie sèche, à l'amont de l'aspiration ;

A- Les appareils fonctionnant par détente de l'air aspiré

Ils se composent d'une enceinte en tôle contenant de l'eau (figure 3). L'air chargé de poussières entre dans l'enceinte et en ressort à la partie supérieure par des canalisations dont la section est très inférieure à celle de l'enceinte. Il se produit donc une détente de l'air qui se calme et laisse décanter une partie de ses poussières, surtout les plus grosses, qui sont récupérées sous forme de boues au fond du récipient. Une cloison médiane est généralement ajoutée pour forcer la veine d'air à venir lécher la surface de l'eau, améliorant ainsi l'efficacité. Mais cette cloison, si elle est mal calculée, peut être génératrice de tourbillons maintenant les poussières en suspension [1].

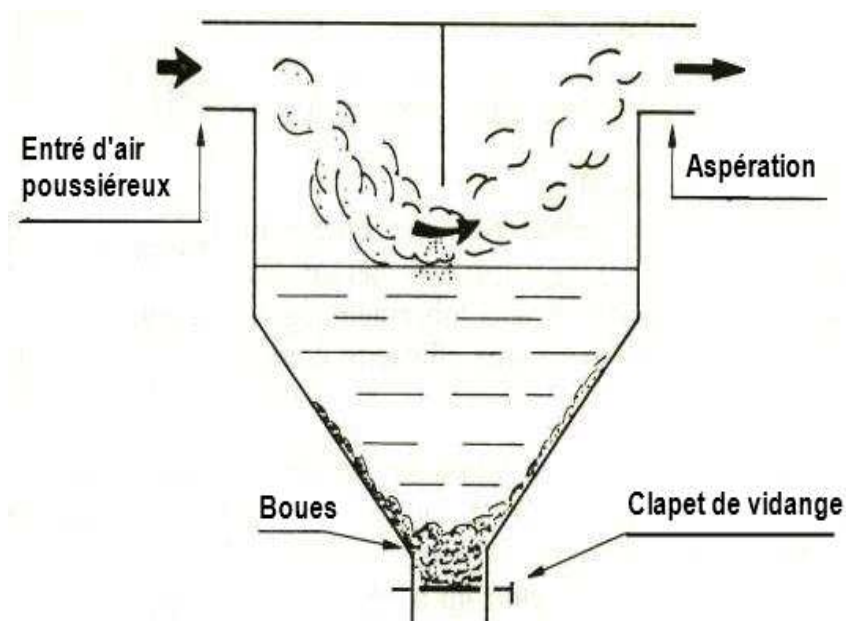


Figure 3 : Chambre de détente à nappe d'eau.

En définitive, ce type d'appareil, très simple et peu coûteux, est d'une efficacité médiocre [1].

B- Les appareils séparateurs en voie sèche, à l'amont de l'aspiration

B.1-Les cyclones :

Ces appareils sont constitués par un réservoir cylindro-conique en tôle. L'air chargé de poussières entre tangentiellement à la partie supérieure cylindrique. La force centrifuge ainsi créée précipite les particules solides contre la paroi d'où elles tombent par gravité vers la pointe du cône. L'air, débarrassé des plus grosses particules, s'échappe par l'orifice supérieur (figure 4).

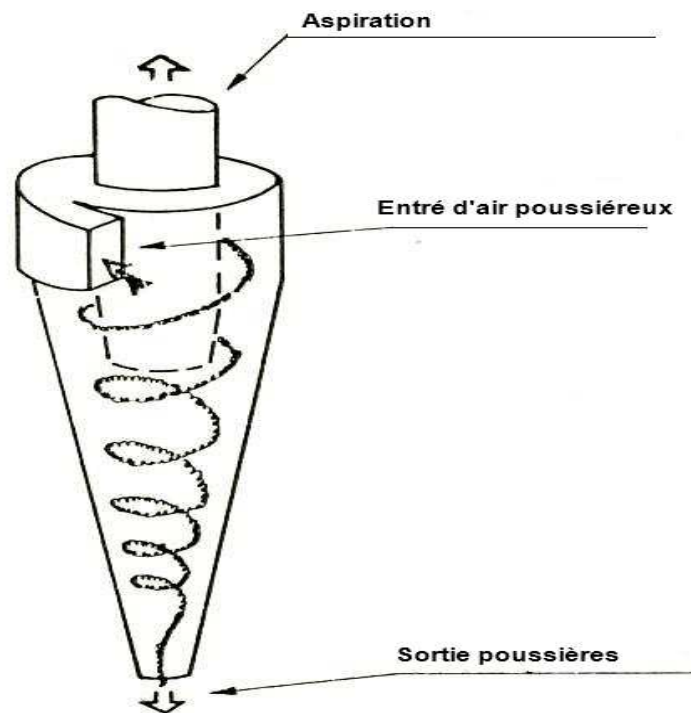


Figure 4 : cyclone préséparateur.

B.1.1- Les cyclones à axe horizontal

Ces appareils procèdent du même principe que pour les cyclones: l'aspiration tangentielle produit une force centrifuge projetant les poussières contre la paroi d'où elles tombent par gravité. A encombrement égal, le débit est supérieur pour les cyclones à axe horizontal pour une efficacité comparable (figure5).

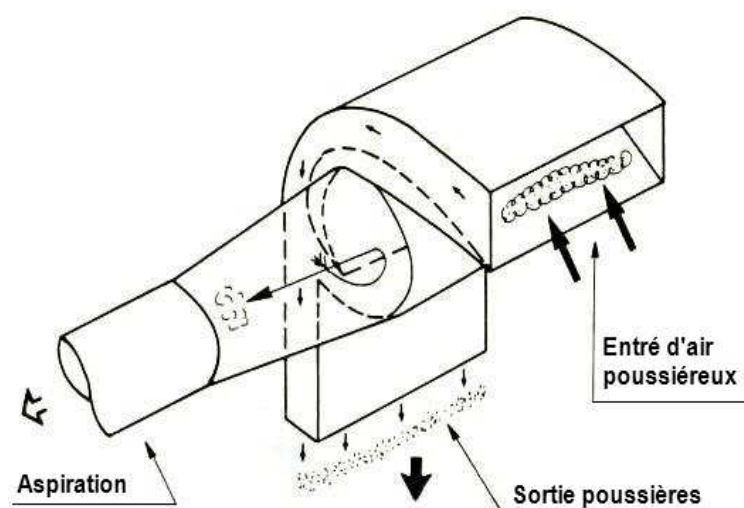


Figure 5 : Cyclone à axe horizontal.

B.1.2- Les multicyclones

Plusieurs cônes en tôle découpée en lames de persiennes selon les génératrices sont disposés côte à côte à l'intérieur d'une enceinte mise en dépression. L'air poussiéreux pénètre dans le cône par sa base (située à la partie supérieure), vient buter sur les lames de persiennes selon un angle très faible et y dépose une fraction de ses poussières. Les particules les plus grosses ainsi captées par les lames tombent ensuite par gravité à la pointe du cône où elles sont recueillies (figure 6) [1].

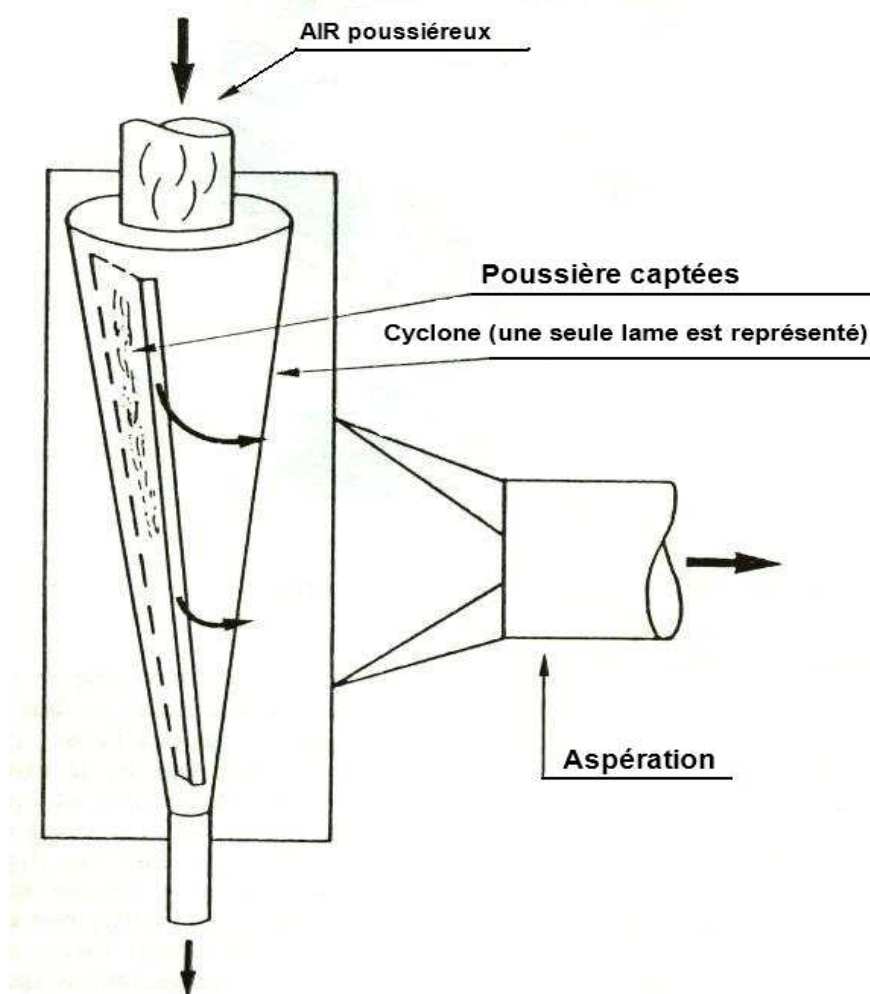


Figure 6 : Multicyclone.

IV.2.1.3- coût du dépeussierage des ces installations

A-Généralités

Il n'entre pas dans le cadre de ce chapitre de donner le détail des calculs d'appareillage faisant appel aux équations de l'aéraulique. Il faudrait, en effet. Aborder la théorie des ventilateurs, de la perte de charge dans les canalisations, de l'influence de la géométrie des cyclones sur leur rendement, etc. Un gros ouvrage n'y suffirait pas : nous nous limiterons à indiquer quelques idées générales permettant de situer le coût du dépeussierage, proportionnellement aux coûts globaux d'investissement et de fonctionnement d'une installation de concassage- criblage.

Il faut d'abord noter qu'en cette matière, le mieux est l'ennemi du bien.

Par exemple, il serait a priori tentant de considérer que plus on augmente le débit et la vitesse de l'air aspiré, plus l'efficacité du dépeussierage est grande. Il n'en est rien en ce sens qu'un trop grand débit d'aspiration entraîne des poussières qui autrement seraient sagement restées incluses dans le flux des matériaux. Par ailleurs. Une vitesse trop élevée dans les canalisations aggrave les phénomènes d'usure par abrasion, d'où augmentation des coûts d'entretien. Enfin, la puissance consommée variant en même temps que le débit, les coûts d'exploitation s'accroissent dans le même sens. A cet égard, il est à noter que la dépression est proportionnelle au carré du débit et que la puissance consommée est proportionnelle au cube de ce débit.

B- Quelques règles simples

Pour une première estimation, on peut se contenter d'utiliser les règles suivantes :

- classer les différentes parties de l'installation en quelques postes simples : concassage primaire, concassage et criblage secondaires, concassage et criblage tertiaires.
- pour chaque poste, considérer la capacité nominale en tonne/heure et estimer la production de particules inférieures à 100 microns en tonnes/heure.
- pour de bonnes conditions de capotage aux points d'émission de poussières, et pour des conditions moyennes de granularité, de température et d'hygrométrie de l'air, retenir la proportion de fines en suspension comme étant égale à 10 % des fines totales pour chaque poste considéré.

Le débit d'aspiration est obtenu en limitant la masse des particules en suspension entre 10 et 20g environ par mètre cube d'air aspiré.

La vitesse d'aspiration est limitée à 2 à 3 m/s au niveau des bouches d'aspiration et entre 25 et 30 m/s dans les canalisations.

Tous ces éléments permettent de calculer Les organes entrant dans l'installation de dépoussiérage à réaliser, sachant que la puissance absorbée par le dépoussiérage varie, selon les cas, entre 0,5 et 1 kW par tonne-heure de matériau produit. Selon les distances séparant les différents postes de l'installation concassage-criblage, il sera souvent nécessaire d'envisager non pas une, mais plusieurs unités de dépoussiérage évitant ainsi de gaspiller l'énergie par les pertes de charge dans des canalisations trop longues. Cela permettra éventuellement de diversifier les conceptions de dépoussiérage au niveau du concassage primaire et au niveau des concassages-criblages secondaires et tertiaires, le degré de sophistication allant en croissant de l'amont vers l'aval.

C- Le coût du dépoussiérage

Les coûts en valeur absolue n'étant pas significatifs, nous les indiquerons en pourcentage des coûts totaux de fabrication des granulats :

- puissance installée : 10 à 15 % de la puissance totale,
- investissement : 3 à 5 % de l'investissement total (hors terrain),
- coût de fonctionnement (amortissement, consommables, entretien) : 2 à 3 % du coût total de fabrication.

Moléculaire Dans le cas d'une installation ancienne, avec dépoussiérage installé après coup, ces chiffres seraient bien entendu majorés.

IV.2.2- La neutralisation des poussières sans captage

IV.2.2.1- capotage d'un crible

Le moyen le plus simple est le capotage des appareils émettant de la poussière pour en assurer l'étanchéité (exemple de capotage de crible : figure 7). Pour être vraiment efficace, cette méthode devrait, bien entendu, s'appliquer à tous les appareils [1].

Une étude montre rapidement que cela est impossible. Il y aura donc toujours des fuites quelque part, rendant peu efficace cette solution [1].

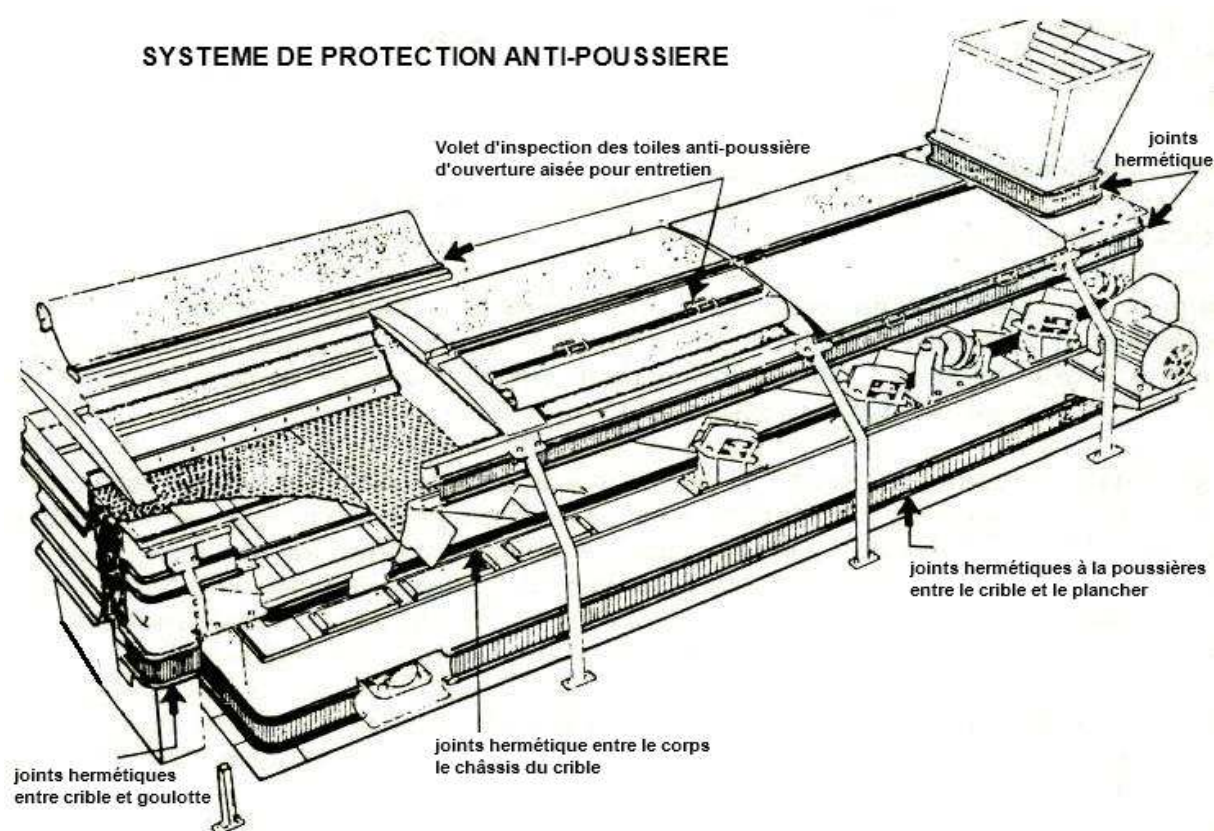


Figure 7 : Capotage d'un crible.

IV.2.2.2- LA METHODE RAM

Une autre méthode consiste à rabattre les poussières en les mouillant par arrosage d'eau, ou par un brouillard d'eau pulvérisée, ou par un brouillard d'eau mouillante. Dans le cas d'utilisation d'eau pure, les importantes quantités nécessaires modifient le taux d'humidité du matériau et aggravent les risques de colmatage au niveau des cribles ou des goulottes [2].

Lorsque l'on utilise l'eau mouillante, il faut alors envisager une installation beaucoup plus sophistiquée. Les risques de colmatage sont pratiquement éliminés [2].

Il est à noter que les fines poussières de certains calcaires sont peu mouillantes et nécessitent alors des doses de tensio-actifs plus élevées. La méthode ainsi développée s'appelle RAM ENVIRONNEMENT.

Le procédé **RAM** (Réduction de l'Action Moléculaire) est un système moderne consistant à abattre la poussière émise par les installations de traitement par l'arrosage d'un mélange d'eau et un réactif.

Cette technique s'adapte parfaitement aux émissions des poussières produites aux différents niveaux, à savoir :

- A la réception des matériaux en trémie de recette ;
- Au concassage, au broyage ;
- Aux transferts de bandes;
- Sur les criblages primaires et secondaires ;
- Aux mises en stock au sol ;
- Aux postes de chargement ;

A- Principe d'abattage de poussière

Il consiste en une pulvérisation ou atomisation d'eau rendue "mouillante" aux points d'émission des poussières [2].

Pour obtenir le meilleur rendement, avec "l'utilisation d'un minimum de liquide pour un maximum d'efficacité", l'abattage de poussières devra impérativement être réalisé de façon à produire pour chaque point de traitement considéré :

- des gouttelettes dont le spectre (la taille) sera le plus proche possible de la taille de la poussière à piéger ;
- une quantité de gouttelettes la plus proche possible du nombre de particules à piéger,
- une projection orientée de façon à obtenir que chaque gouttelette rencontre sa poussière,
- que le contact solide/liquide soit intime et rapide afin de modifier instantanément la vitesse de sédimentation de la particule rencontrée.

D'une façon générale mais non absolue, on constate en carrière que les poussières émises dans les installations sont plus grosses en dimension et plus faible en nombre de particules au primaire qu'au tertiaire où à l'inverse, elles sont plus fines et plus nombreuses.

Pour optimiser l'abattage de poussière, les gouttelettes doivent être parfaitement "calibrées" en fonction de chaque point traité dans la chaîne de production.

Le principe général de la technique pour l'abattage de poussières étant parfaitement cerné, plusieurs éléments importants contrarient ce principe [2].

1. l'eau seule n'est pas par nature "mouillante" et lors du contact d'une goutte d'eau avec une particule solide, seules quelques molécules d'eau restent fixées à celle-ci (figure8).

N'ayant pas changé d'état, la poussière sédimente a la même vitesse pendant que la gouttelette, dans son état quasi-original, poursuit sa course. Il s'agit là du phénomène bien connu (d'opposition des particules).

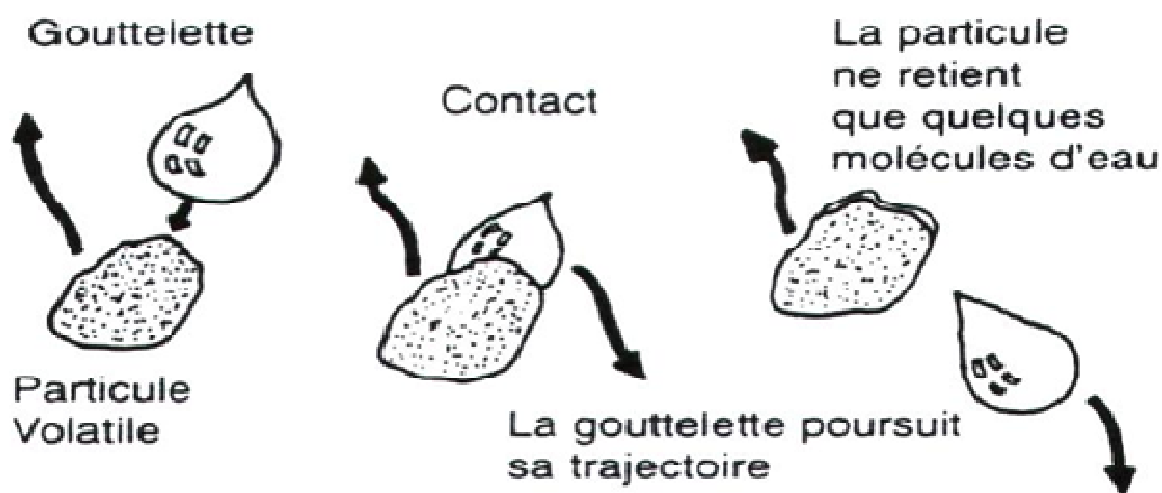


Figure 8 : Pulvérisation d'eau seule

2. les effets de vitesse sur trajectoire sont aussi des éléments très préjudiciables à un bon contact. Si la vitesse de projection de la gouttelette est trop importante, il s'ensuit à un niveau microscopique, des effets de compression créant un matelas d'air (figure 9), entre les éléments empêchant tout contact. Pour contrer ces deux phénomènes et abattre efficacement les poussières par pulvérisation dans toutes les tranches granulométriques, il faut donc :

- Réaliser une Réduction de l'Action Moléculaire (RAM) entre les particules et l'eau par l'utilisation d'un réducteur de tension superficielle associé à l'eau pulvérisée. Le procédé RAM permet un contact parfaitement intime au niveau moléculaire entre l'eau et la poussière, La gouttelette d'eau rendue "mouillante" va, dès le contact, s'étaler instantanément sur la surface de la poussière, en modifier sa masse spécifique et la faire chuter immédiatement; d'où le terme usuel d'abattage ou rabattage de poussières (figure10).
- Avoir une maîtrise des vitesses et des angles de projection des gouttelettes, qui s'ils sont mal adaptés, seront pénalisants sur le résultat.

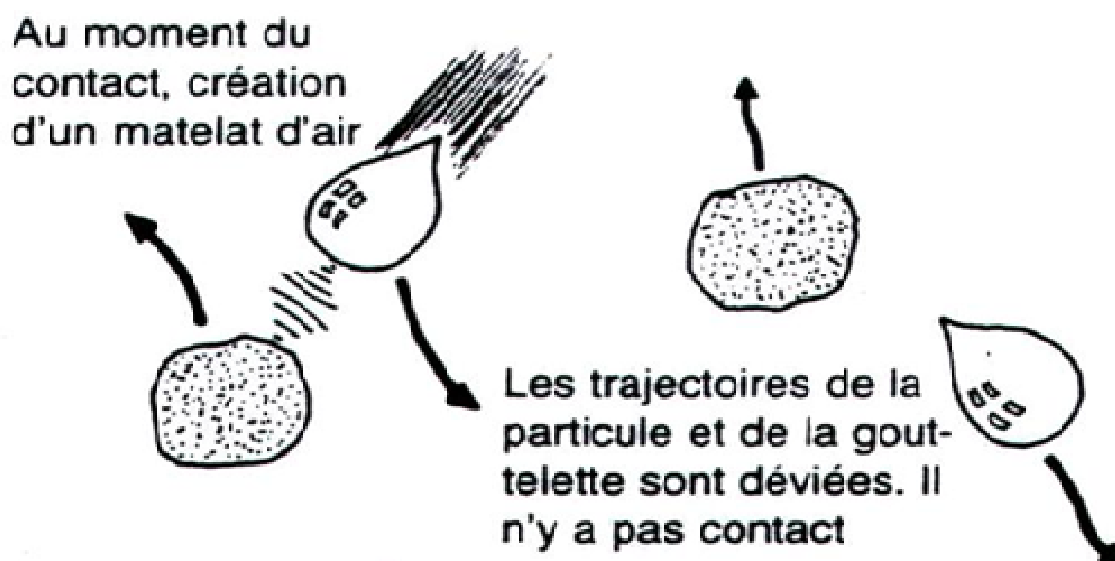


Figure 9 : Vitesse sur trajectoire

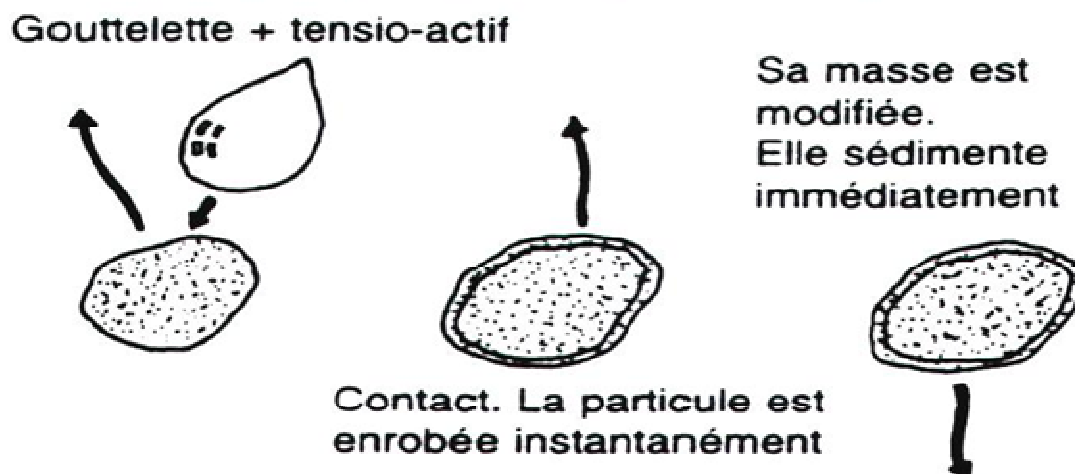


Figure 10 : Pulvérisation d'eau mouillant

Une installation RAM comprend :

- un groupe de mélange EAU+REDUCTEUR DE TENSION avec un élévateur de pression (figure 11),
- un réseau de distribution de fluide comprenant l'ensemble de la tuyauterie, les organes de pulvérisation, les vannes d'isolation et de vidange, les éléments de filtration de chaque point de pulvérisation,

B. Constituants de groupe de mélange RAM

Suivant la taille de l'installation à dépolluer, les données qui précèdent détermineront le choix des caractéristiques du groupe de mélange et distribution RAM qui comporte:

- 1- une réserve d'eau permettant à partir d'un puisage à pression atmosphérique de pouvoir parfaitement réguler les pressions aux pulvérisateurs, garantissant l'obtention du bon spectre de gouttelettes ;
- 2- une réserve de mouillant (indépendante) ;
- 3- une pompe de distribution assurant les débits et pressions quelques soient les fluctuations dans le réseau ;
- 4- une pompe de dosage proportionnel fonctionnant par mesure du débit d'eau consommé ;
- 5- un coffret de commande avec tension de télécommande protégée ;

GROUPE DE MELANGE RAM® TYPE R900

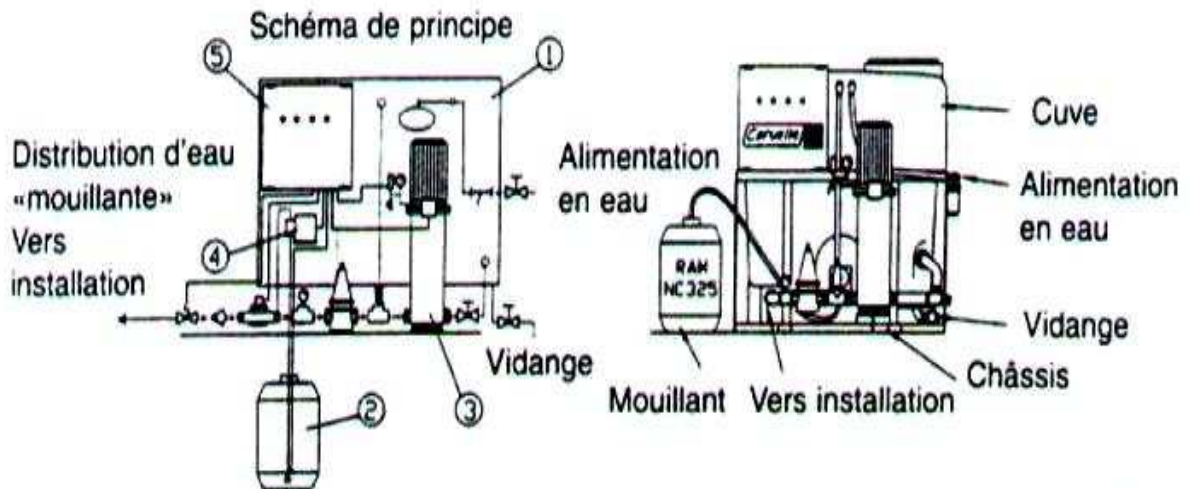


Figure 11 : Schéma descriptive de groupe RAM

B.1- Principe de fonctionnement de groupe RAM

Le groupe RAM permet la préparation d'un mélange d'eau et le mouillant dosé avec une précision, et la distribution sous pression (environ 8 bars) aux points d'émission [2].

Le dosage :

Le mouillant est aspiré par une pompe doseuse (4) directement dans le fût au travers d'une crépine. Il est injecté dans la ligne juste en aval de la soupape de sûreté. Les turbulences hydrauliques générées par celle-ci assurent un mélange parfaitement homogène eau + mouillant.

Le débit de mouillant est défini par la position des verniers de réglage de course du piston et de cadence.

Le réglage normal correspond à un mélange de 1 litre de mouillant RAM NC 325 pour 3000 litres d'eau (1/3000).il est donné par le débit maximum de l'installation (toutes les rampes en fonctionnement) [2].

B.2- Le réseau de distribution

Le réseau de distribution du mélange " eau + tensio-actif " réalisé en tuyaux souples ou rigides jusqu'aux points de pulvérisations judicieusement choisis pour être à même d'assurer le meilleur abattage des poussières.

Ces points de pulvérisation peuvent être groupés ou isolés et leur fonctionnement pourra être simultané, alterné ou temporisé au passage du matériau suivant leur position dans le circuit de production.

Chaque point de pulvérisation est équipé de rampes supportant les pulvérisateurs isolés directement par des électrovannes pour permettre leur commande à volonté. Suivant la position du commutateur correspondant choisi par l'opérateur, il est possible de moduler les débits pulvérisés par le nombre de rampes en service.

Un ensemble d'électrovannes de vidange placé à tous les points bas du réseau de distribution, à ouverture pilotée automatiquement par un thermostat [2].

C- La mise en œuvre de système

Toutefois à la mise en œuvre de l'installation, il faut que:

- le mélange d'eau et d'abaisseur de tension soit constant et régulier, quelque soient les sollicitations de l'installation (variation des débits),
- la quantité d'eau utilisée soit adaptée à la production du matériau à traiter.
- les points de traitement soient judicieusement choisis,
- les points de pulvérisation soient isolés et asservis de telle sorte qu'ils puissent fonctionner uniquement au passage du matériau, c'est-à-dire durant les émissions de poussières,
- l'installation soit protégée contre le gel, dans le cas des pays froids.

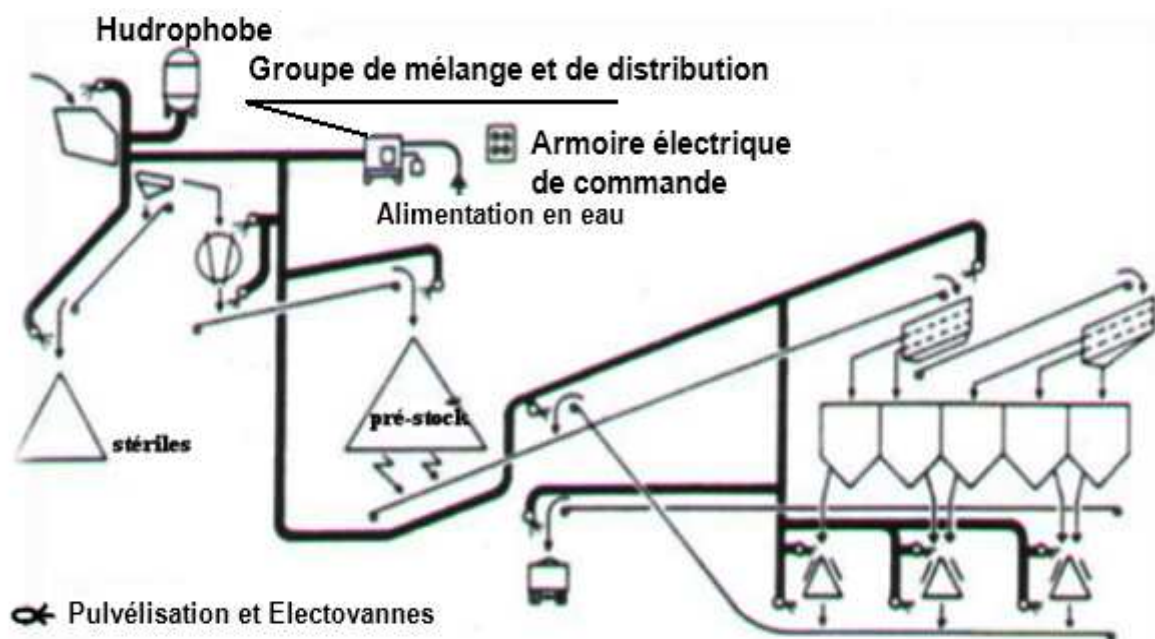


Figure 12 : Schéma descriptive d'une installation RAM

D- Données de base d'une installation : Cas de Keddara

Pour des matériaux usuels de carrière, et suivant leur hygroscopie, la quantité totale de mélange à pulvériser variera entre 0,1 à 0,3 % soit 1 à 3 litres par tonne de production horaire [2].

- Le mouillant RAM NC 325 est incorporé en moyenne à l'eau à raison de 1 litre pour 3000 litres d'eau ce qui représente une dilution très poussée [2].

Pour une installation équipée de 10 points de traitement RAM produisant 300 t/h, travaillant 8 heures par jour. Dans ce cas, nous aurons une production de 2400 t/j.

La quantité de mélange (eau + tensio-actif) maximale nécessaire pour le captage des poussières est de : $2400 \text{ tonnes} * 3 \text{ litres/tonne} = 7200 \text{ litres d'eau} + \text{mouillant}$. Or nous avons besoin de 1 litre de tensio actif (mouillant) pour 3000 litres d'eau. Ce qui nous donne une consommation journalière de tensio actif égale à : $7200 / 3000 = 2.4 \text{ litres}$.

Si nous considérons le prix de revient rendu toutes taxes comprises égal à 200 DA.

Donc le prix du tensio actif par tonne de minerai traité est égal à :

$$(2.4 * 200 \text{ DA}) / 2400 = 0.2 \text{ DA / tonne.}$$

E- Les détections

Elles ont pour but principal d'éviter de pulvériser en cas d'absence de matériau donc de production de poussières. Elles peuvent être réalisées :

- En mesurant le niveau d'intensité absorbée par un moteur lorsque l'appareil est en charge,
- Par la détection de la présence du matériau en un point donné d'un transporteur par mesure de la flèche de la bande en charge,
- Par une barrière hyperfréquence - la rupture du faisceau par passage entre l'émetteur et le récepteur enclenche un contact. Ce système est surtout utilisé pour le déversement des dumpers en trémie,
- Par interrupteur de fin de course mécanique ou statique utilisé pour la détection de mouvements, ouverture de casque de trémie, by-pass.

Un asservissement du fonctionnement de l'installation sera donc effectuée à partir des détections pour permettre d'obtenir une pulvérisation très précise correspondant au temps de passage du matériau soit au temps réel d'émission de poussières [2].

- Une unité de commande renfermant les organes de relayages contacteurs, commutateurs et voyants permettant de visualiser et contrôler le fonctionnement du groupe RAM et de chaque poste de pulvérisation. La tension de télécommande est protégée suivant les normes en vigueur.
- Les liaisons électriques sont réalisées en câbles normalisés de section minimum de 2.5 mm afin de limiter au maximum les chutes de tension sur les grandes longueurs.

F- Avantage du procédé d'abattage de poussière

Le concept du procédé RAM développé par la société CARUELLE ENVIRONNEMENT, est réalisé avec des réponses apportant la plus grande efficacité d'abattage en regard des émissions de poussières données sans pour autant créer d'inconvénient ou de gêne pour la production ou pour le personnel.

Il faut donc en premier lieu, que le Réducteur d'Action Moléculaire ou tensio-actif employé ne soit pas "anionique ou cationique" mais un "non ionique". Le tensio-actif RAM-NC 325 utilisé est de cette classe, biodégradable (suivant la NFT 73270) et est agréé par l'hygiène Institut Allemand. Il offre donc en plus de sa grande efficacité une parfaite sécurité d'utilisation [2].

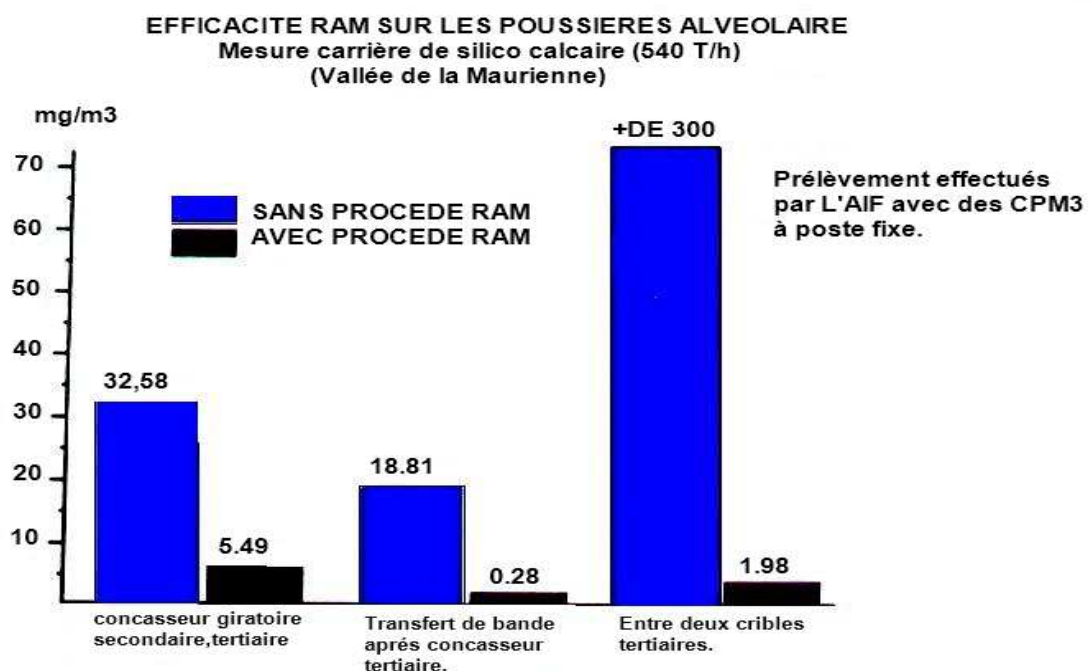
Il faut ensuite que le dosage soit constant et régulier pour obtenir une dilution parfaite. Le procédé RAM par l'utilisation du dosage proportionnel en continu assure un mélange parfait quelles que soient les sollicitations et variations de débit de l'installation.

Il faut également que la pulvérisation par sa forme, sa position et le type de gouttelettes produites soit parfaitement adaptée aux poussières à piéger, ce qui est la base même de la conception de tous les équipements RAM.

Il faut aussi obtenir un coût d'utilisation réduit pour l'exploitation .Le Procédé RAM, avec un coût d'utilisation de seulement quelques centimes/tonne traitée répond économiquement et pleinement à cet objectif.

F.1- Calcul de l'efficacité du procédé RAM pour la poussière alvéolaire

D'après l'histogramme ci-dessous



Histogramme d'efficacité du procédé RAM

1- pour la poussière alvéolaire émise par un concasseur secondaire et tertiaire :

32.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ représente 100% d'émission de poussière alvéolaire sans procédé RAM

5.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ représente x% d'émission de poussière alvéolaire avec procédé RAM

Efficacité=100%-x%=100-(5.49*100)/32.58=83.14% alors :

RAM réduire l'émission de la poussière au niveau des concasseurs secondaire, tertiaire de 83.14%.

2- pour la poussière alvéolaire émise par le transfert des bondes après concasseur secondaire :

18.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ représente 100% d'émission sans procédé RAM.

0.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ représente x% d'émission avec procédé RAM.

Efficacité=100%-x%=100-(0.28*100)/18.81=98.51% alors :

RAM réduira l'émission de la poussière au niveau des bandes après concasseur secondaire de 98.51%.

3-Pour la poussière alvéolaire émise par le criblage de classement dimensionnel

300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ représente 100% d'émission sans procédé RAM.

1.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ représente x% d'émission avec procédé RAM.

Efficacité=100%-x%=100-(1.98*100)/300 =99.34 alors :

RAM réduire l'émission de la poussière au niveau des criblages de 99.34%.

On conclut que pour une installation comprend un concasseur secondaire et tertiaire, et transporteur à bonde après le concassage tertiaire, et une chaîne de criblage. L'efficacité moyenne de RAM est de : 93.66%.

Alors que le procédé RAM garantit en plus de l'abattage des tranches visibles de poussière, l'abattage de la presque totalité des fines inhalables apportant ainsi une parfaite protection tant au niveau de l'environnement que de celui du personnel, qu'au niveau du matériel dont la longévité est accrue.

G - prix de revient H.T de la station RAM ENVIRONNEMENT

G.1- le prix de groupe RAM

Le fournisseur ou constructeur de ce model fixe le prix à cinquante huit milles euros (58 000 €) ou cinq millions huit cent milles dinars (5 800 000 DA) approximativement, pour un groupe de puissance à pulvériser 6 à 10 points.

G.2- le coût de l'installation

L'installation sur champ du groupe RAM et les tuyauteries (l'installation complète) est de trente cinq milles euros (35 000 €) où trois millions cinq cent milles dinars algériens approximativement (3 500 000 DA).

Le coût total de l'installation est approximativement de neuf millions trois cent milles dinars (9 300 000 DA).

Le prix de mouillant NC 325 fait 0.53 euros le 1litre, ce qui correspond approximativement à 53 DA le litre.

Note : Ces prix ne prennent pas en compte les frais de transport, douane, transit etc... Ils sont donnés juste à titre référence, et peuvent faire l'objet d'une modification par le constructeur.

Conclusion générale

L'émission des poussières dans les carrières est un danger réel pour la santé et l'environnement. Leur réduction à la limite fixée par décret à 50 mg/Nm³ par jour est une obligation pour toute entreprise établie sur le sol algérien.

Les installations de la carrière de Keddara étant très ancienne et vétustes ou carrément exposées à l'air libre doivent être dotées d'un système de dépoussiérage, faute de quoi l'entreprise ALGRAN sera sévèrement sanctionnée.....

Les procédés classiques utilisés jusque là sont très coûteux et limités techniquement. Très récemment, un nouveau procédé de captage de poussières a été développé. Ce procédé appelé RAM s'avère très efficace. En dehors du prix de revient de toute l'installation qui demeure très abordable pour une carrière de la dimension de Keddara, le prix de revient d'un litre du mouillant NC 325 est insignifiant. Le prix d'achat étant de 53 DA HT, il revient avec toutes les taxes (TVA – Douanes – Transport) à près de 200 DA le litre. Ce qui donne un coût de 0.2 DA par tonne de minerai. De plus le barrage de Keddara étant au pied de la carrière, il est très aisé de s'approvisionner en eau.

Ne connaissant pas la formule chimique du tensio-actif NC 325 utilisé, il est vivement recommandé d'expérimenter certains types de mouillants chimiquement connus afin d'éviter la dépendance en approvisionnement avec les pays développés et de réduire les achats en devise forte, à savoir l'euro. Une liste de mouillants susceptibles d'être expérimentés au niveau des entreprises à titre d'essai est donnée en [annexe1].

Bibliographie

Références bibliographiques

[1] **G. ARQUIE, C. TOURENQ, GRANULATS**, Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, Mars 1990.

[2] **J. PIDOUE, LE DEPOUSSIERAGE EN CARRIERE**, janvier 2000.

[3] Source : (ONM) Station météorologique de Dar El Beïda

[4] [ht://www.techniques-ingenieur.fr](http://www.techniques-ingenieur.fr), **Laurence le coq**, Élimination des particules, G1700.

[5] **Journal officiel de la république algérienne N° 24**, Avril 2006.

Annexe

Annexe

Annexe 1: liste des tensio-actifs non anioniques surfactants

Polyols esters

- Glyceryl monostearate
- Monodiglyceride
- Glyceryl monooleate
- Glyceryl behenate
- Sorbitan monolaurate
- Sorbitan monopalmitate
- Sorbitan monooleate
- Sorbitan monostearate
- Sorbitan sesquioleate
- Sorbitan trioleate
- Sorbitan tristearate
- Polysorbate-20
- Polysorbate-40
- Polysorbate-60
- Polysorbate-65
- Polysorbate-80
- Polysorbate-85
- Diethylene glycol monostearate
- Ethylene glycol monostearate
- Propylene glycol monostearate
- Self-emulsifying glyceryl stearate
- Emulsifying wax NF

Polyoxyethylene esters and ethers

- PEG-40 stearate
- PEG-50 stearate
- PEG-8 stearate
- Polyoxyl-35 castor oil
- Polyoxyl-40 hydrogenated castor oil
- Laureth-2
- Laureth-4
- Laureth-9
- Ceteareth-20
- Steareth-20
- Oleth-10

Poloxamers

- Poloxamer-188
- Poloxamer-407

Other nonionic surfactants

- Nonoxinols-9
- Nonoxinols-10
- Nonoxinols-11
- Propylene glycol diacetate
- Polyvinyl alcohol