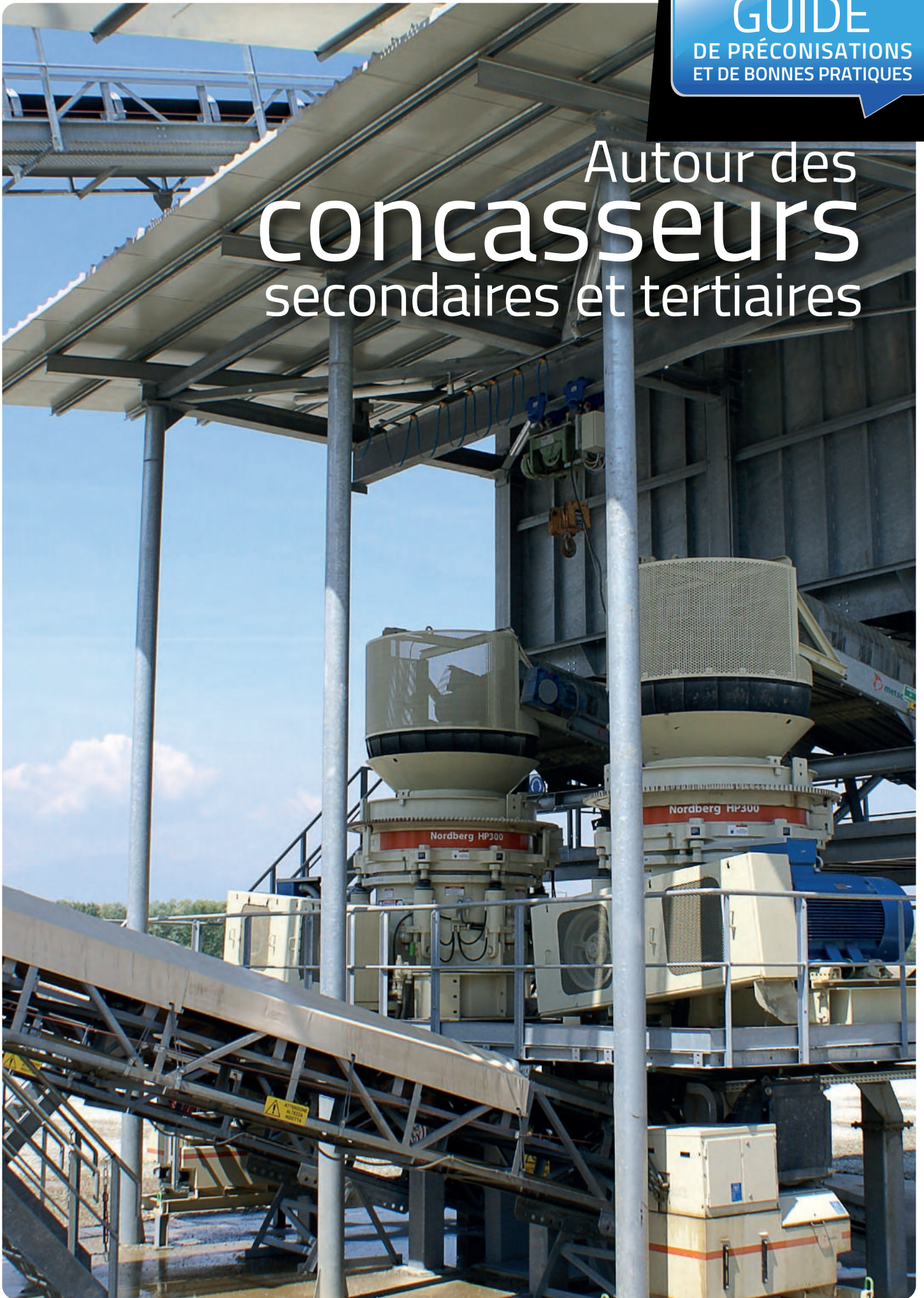


Autour des concasseurs secondaires et tertiaires



Groupe de travail Poussières minérales de la Sim
Guide réalisé par le sous-groupe Installations

Autour des **concasseurs** secondaires et tertiaires

18	Préambule
18	Conception
20	Alimentation des concasseurs
21	Concasseur et structure support
23	Transfert et évacuation
24	Bâtiments
24	Dépoussiérage
27	Maintenance
30	Normes et réglementations

Préambule

En 2014 le sous-groupe « installation » du groupe de travail de la Sim « poussières minérales » a rédigé, dans le cadre de préconisations de bonnes pratiques, un document sur la conception des postes de concassage primaire intitulé « **Autour du concasseur à mâchoires** ».

Diffusé à l'occasion du congrès de Bordeaux, ce document a suscité un réel intérêt auprès des visiteurs. Nous poursuivons cette approche de la conception générale des postes de traitement par une suite logique avec un nouvel examen de la conception des postes de concassage secondaire et tertiaire des installations.

Nous rappelons que le document « Autour du concasseur à mâchoires » est disponible sur le site de la Sim ainsi que dans le n°218 de la revue mines & carrières d'octobre 2014.

L'approche reste la même. Un poste de traitement « réussi » est celui qui, à la base, a fait l'objet d'une large réflexion en matière de conception intégrant les caractéristiques intrinsèques de la machine et de ses composants tout en prenant en compte à la fois les spécificités de travail en termes de maintenance et de sécurité et de l'environnement de la carrière où il est implanté.

Ce guide est un document général pour tous les types de matériaux (granulats de roches massives, meubles et de matériaux recyclés) produits avec des installations de traitement par voie sèche. Pour les procédés par voie humide, qui permettent de réduire fortement les émissions dans l'air, les recommandations de ce guide sont pertinentes dans la plupart des cas.

Conception

L'optimisation d'une chaîne de fabrication ne dépend pas uniquement du bon fonctionnement d'un appareil, ici « le concasseur », mais aussi et surtout de tout ce qui gravite autour.



Les études de conception seront conduites en tenant compte des exigences de la Directive machines 2006/42 CE, de l'analyse des risques, de la conception à l'exploitation, de l'arrêté préfectoral du site ainsi que des autres contraintes et des risques associés.

Pour mémoire, la Directive machines 2006/42 CE constitue le cadre réglementaire qui s'impose aux constructeurs de matériels pour pouvoir commercialiser leurs produits en Europe. Elle définit les exigences de sécurité et de santé qui s'appliquent à la conception et à la construction d'une machine ou d'un ensemble de machines, ainsi que les procédures de mise sur le marché européen. Dans le cas d'une installation constituée d'un ensemble de machines, c'est l'intégrateur qui a la responsabilité de la conformité de l'ensemble. Selon le cas, il peut s'agir du fabricant du matériel, de l'ensemblier ou de l'utilisateur. Dans tous les cas, le responsable de la conformité CE doit avoir été précisé dans l'appel d'offres ou la commande.

Au cours de l'analyse des différentes phases d'un projet (implantation, exploitation, maintenance) il convient de considérer les différents risques, en particulier ceux liés aux émissions de poussières. La conception est donc le maître mot : étudier le projet en concertation avec l'exploitant, l'intégrateur et le préventeur (en tenant compte de tous les retours d'expérience des opérateurs responsables). C'est la voie pour parvenir à des conditions d'exploitation confortables, tout en respectant les normes et réglementations. La conception de l'installation devra donc considérer :

- le choix des équipements les mieux adaptés aux fonctions exigées (performance et efficacité) ;
- l'interface homme-équipement, en fonctionnement et en maintenance, avec des conditions de travail sécurisées : ergonomie, pénibilité physique (effort, exposition à la poussière) et psychologique (stress).

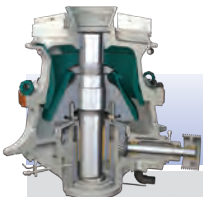
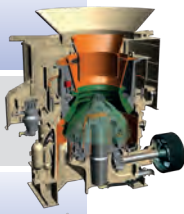


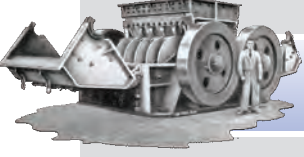

Le mot confort doit aujourd'hui faire partie de notre vocabulaire au même titre que ceux de performance industrielle, sécurité, environnement. Le vocabulaire réglementaire retient l'expression « amélioration des conditions de travail ».

Ce document « **Autour des concasseurs secondaires et tertiaires** » regroupe l'ensemble des bonnes pratiques de conception et de gestion des matériels de réduction granulométrique (cf. tableau ci-dessous), hors concasseurs primaires.

Le choix des concasseurs dépend de nombreux facteurs :

- caractéristiques intrinsèques du gisement exploité (dureté, abrasivité, minéralogie, fracturation...) ;
- granulométrie entrante/sortante/souhaitée (rapport de réduction) ;
- spécifications des produits finis exigées par les clients ;
- conditions de travail, et de sécurité (les accès, les postes de travail pour les opérations de maintenance) ;
- quantités et nature des poussières produites (granulométrie et forme).

CARACTÉRISTIQUES DES APPAREILS DE FRAGMENTATION GROSSIÈRE (1)

	Appareils (liste non exhaustive)	Dimension maximale admise (mm)	Rapport de réduction normaux	Capacité maximale (t/h)	Energie consommée par tonne traitée (kWh)	
	Concasseurs pendulaires	750	5/1 à 8/1	1000	0,5 à 1	
	Concasseurs giratoires	450	4/1 à 8/1	3000	0,75 à 2	
	Concasseurs à cylindres	En fonction du diamètre du cylindre (2)	3/1 à 4/1	2000	0,3 à 0,75	
	Concasseurs à percussion (axe horizontal)	2000	8/1 à 15/1	1200	0,2 à 0,6	
	Concasseurs à marteaux	En fonction du diamètre du rotor (3)	10/1 à 30/1	1200	0,3 à 1	
	Concasseurs à axe vertical	De 200 à 10 mm	4/1 à 8/1	800	0,5 à 1,7	

1. Les valeurs indiquées sont des ordres de grandeur destinés à cerner les possibilités d'emploi des appareils

2. 0,05 à 0,6 * le diamètre du cylindre

3. 0,10 à 0,8 * le diamètre du rotor

Quel que soit le type retenu (cf tableau), son environnement comprend généralement :

- un stockage-tampon (au sol, en silo, en trémie...);
- un système d'alimentation régulée (extracteur vibrant, à bande, tablier métallique...) suivi ou non d'un convoyeur à bande;
- une structure support de l'appareil lui-même;
- un système d'évacuation, en général un convoyeur à bande avec ou sans alimentateur vibrant;
- un système de traitement des poussières comprenant des dispositifs de confinement tels l'abattage, la pulvérisation, l'aspiration, la filtration...;
- un moyen de levage approprié;
- un éventuel bâtiment (cf. « Bâtiment »).

Alimentation des concasseurs

Suivant le type d'appareil, plusieurs alimentations sont possibles :

- alimentation par préstock ou par trémie;
- alimentation par transporteur à bande ou alimentateur.

Préstock

Un volume conséquent du stockage amont simplifie l'automatisme, les boucles de régulation et améliore la productivité ainsi que la qualité des matériaux.

Dans le cas d'une reprise par engins, il faut prendre en compte les émissions de poussières provenant du roulage et du bennage.

Conception des trémies

Les trémies présentent :

- un fond plat avec talutage (caisses à pierres) pour les grosses granulométries de 150 à 300 mm;
- un fond pyramidal pour les granulométries inférieures à 150 mm.

Dans le but de réduire l'envol des poussières lors du remplissage de la trémie, il est fortement conseillé de confiner cette dernière.

Ce confinement permet également de traiter le risque de chutes dans la trémie.

Ce confinement peut être conçu tel un plancher muni d'une trappe d'accès (sécurisée) pour la maintenance.

Des sondes de niveau accessibles peuvent être installées sur ce dernier afin de limiter les turbulences liées à une sous-alimentation et de réguler les alimentations. Des instructions de sécurité précises traiteront des accès dans la trémie.

Il est recommandé d'anticiper le risque de colmatage en intégrant des systèmes adaptés : revêtement à faible coefficient de colmatage, canon à air, vibrant...

La conception du plancher participe au confinement de la trémie et favorise aussi l'accès à la tête du convoyeur d'alimentation.

Conception du système d'alimentation du concasseur

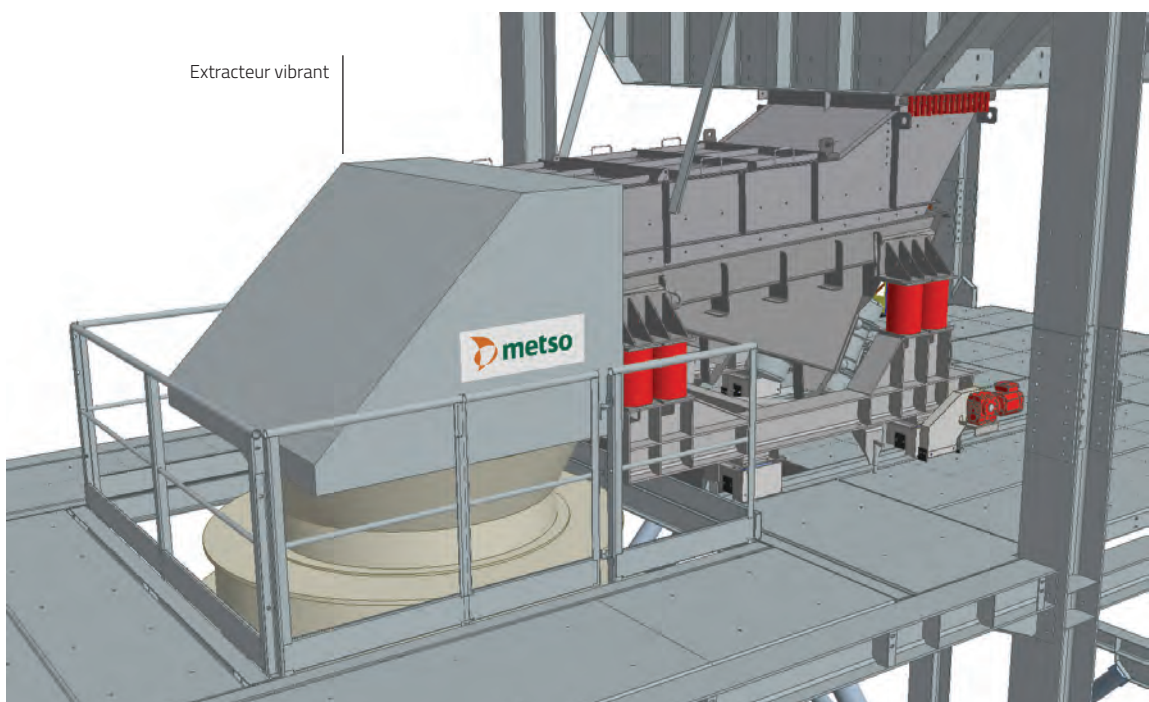
Le système d'alimentation peut-être :

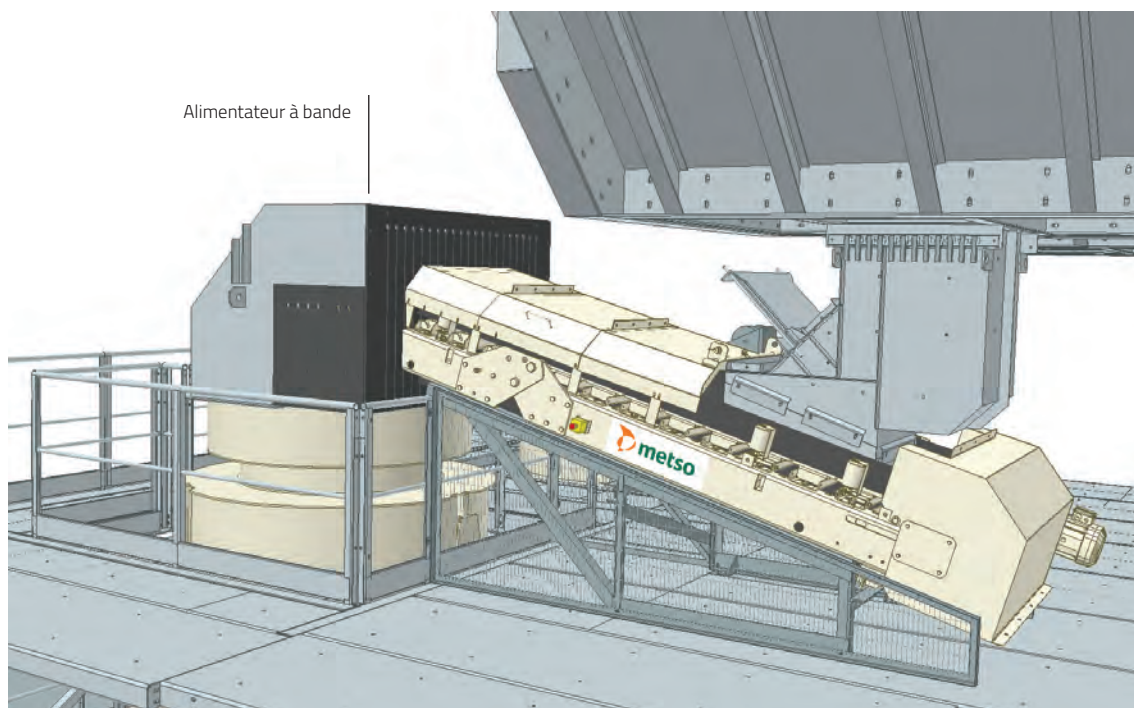
- pour les matériaux issus du primaire : par tablier métallique, extracteur vibrant ou à tiroirs ou par gravité;
- pour les granulométries de 10 à 80 mm : par extracteur à bande, vibrant ou par gravité avec système de régulation.

Dans le cadre de la maintenance des appareils d'alimentation, un système d'isolement entre la trémie et la machine d'extraction (trappe à tiroir ou à crayons de préférence motorisés) est préconisé.

La machine d'alimentation du concasseur sera si possible escamotable et de préférence motorisée.

Pour limiter les dégagements de poussières, une attention toute particulière doit être apportée aux confinements des flux, ici les liaisons et étanchéités entre extracteur et concasseur (cf. « Dépoussiérage »).





Régulation des débits en sortie des trémies

Elle est assurée par des systèmes d'extraction pilotés par le concasseur.

Afin de garantir une qualité dans les granulats et d'atteindre une régularité des débits d'extraction, le dimensionnement correct des trémies-tampons (autonomie) est impératif.

Fonction régulation du niveau dans le concasseur

Afin de réguler l'alimentation du concasseur, et en fonction du type de celui-ci, il faut prendre en compte :

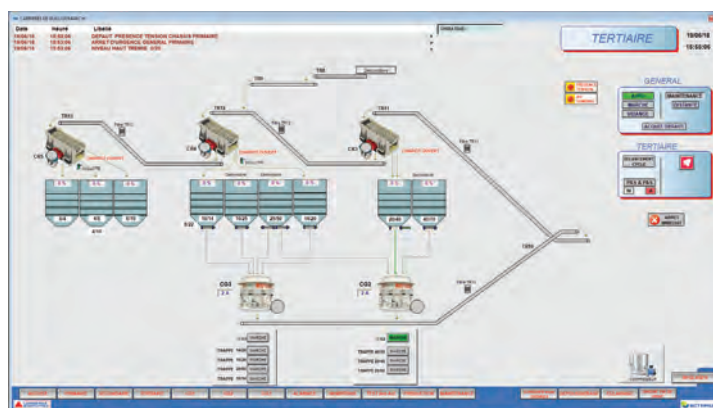
- l'installation de sondes de niveau à l'alimentation du concasseur (gavage) et ou de la trémie ;
- la mesure de la puissance du moteur du concasseur (qualité des matériaux) ;
- le contrôle de débit des refus (serrage du concasseur) ;
- l'installation d'un système de serrage automatique ;
- la protection par détecteur de métaux en amont ;
- l'asservissement du système de traitement des poussières ;
- les contrôleurs de rotation et tension automatique des courroies ;
- les capteurs de vitesse nulle (consignations et maintenance) ;
- l'étude des consignations.

Concasseur et structure support

Concasseur

Le choix et le dimensionnement de la machine devront être adaptés aux besoins spécifiques du site (matériaux, coefficient de réduction...)

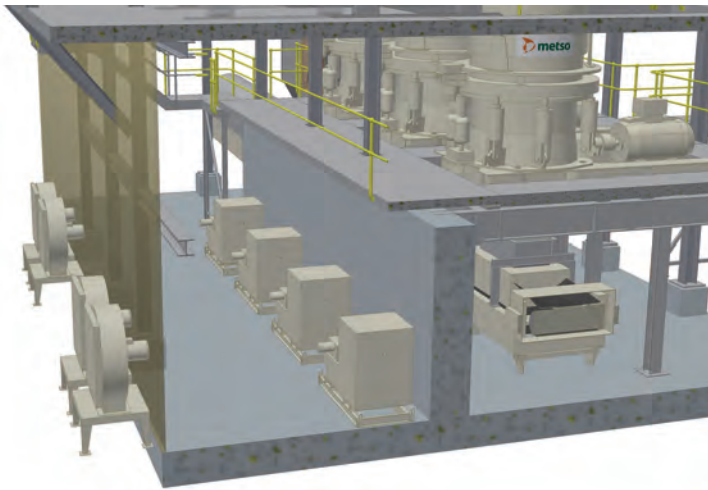
Quel que soit le type d'appareil, les recommandations et bonnes pratiques du guide sur les concasseurs à mâchoires peuvent être consultées et il reste toujours judicieux de procéder à des essais de concassage pour conforter le choix des appareils.



Les principales caractéristiques à prendre en compte sont :

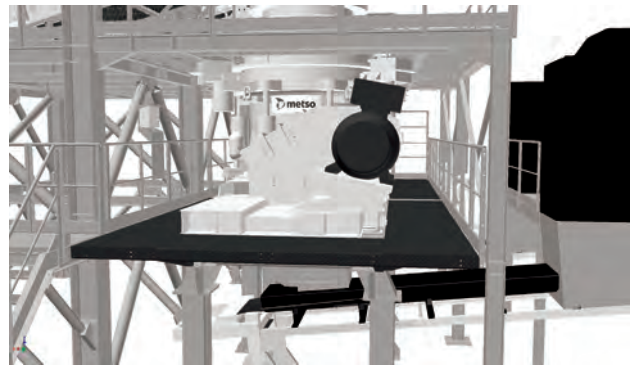
- la masse globale de la machine ;
- la masse des pièces périphériques ;
- la masse des pièces d'usure ;
- les hauteurs de levage ;
- les puissances installées ;
- les types de composants extérieurs à l'appareil ;
- les débits d'air comprimé et/ou d'eau à considérer pour les traitements des poussières ;
- l'ergonomie ;
- les modes de réglage ;
- les modes d'entretien ;
- les systèmes de graissage ;
- les aides à la maintenance et à la manipulation des pièces lourdes.

Dans les exemples présentés, les niveaux d'extraction et d'alimentation sont séparés de ceux du concassage par un plancher. Le relevage des extracteurs à bande et le transfert des tôleries d'alimentation, grâce au pont roulant, libèrent un vaste espace pour l'accès aux concasseurs disposés à l'étage inférieur. Les groupes de lubrification sont situés dans un local dédié et adapté à leurs caractéristiques fonctionnelles.



Exemple de poste de concassage secondaire (schéma ci-dessous) :

- trémie à fond plat ;
- extracteur à bande avec tête relevable ;
- concasseur giratoire ;
- deux niveaux de passerelles ;
- monorail d'entretien ;
- dépoussiérage par pulvérisation d'eau.



Structures (charpente ou génie civil)

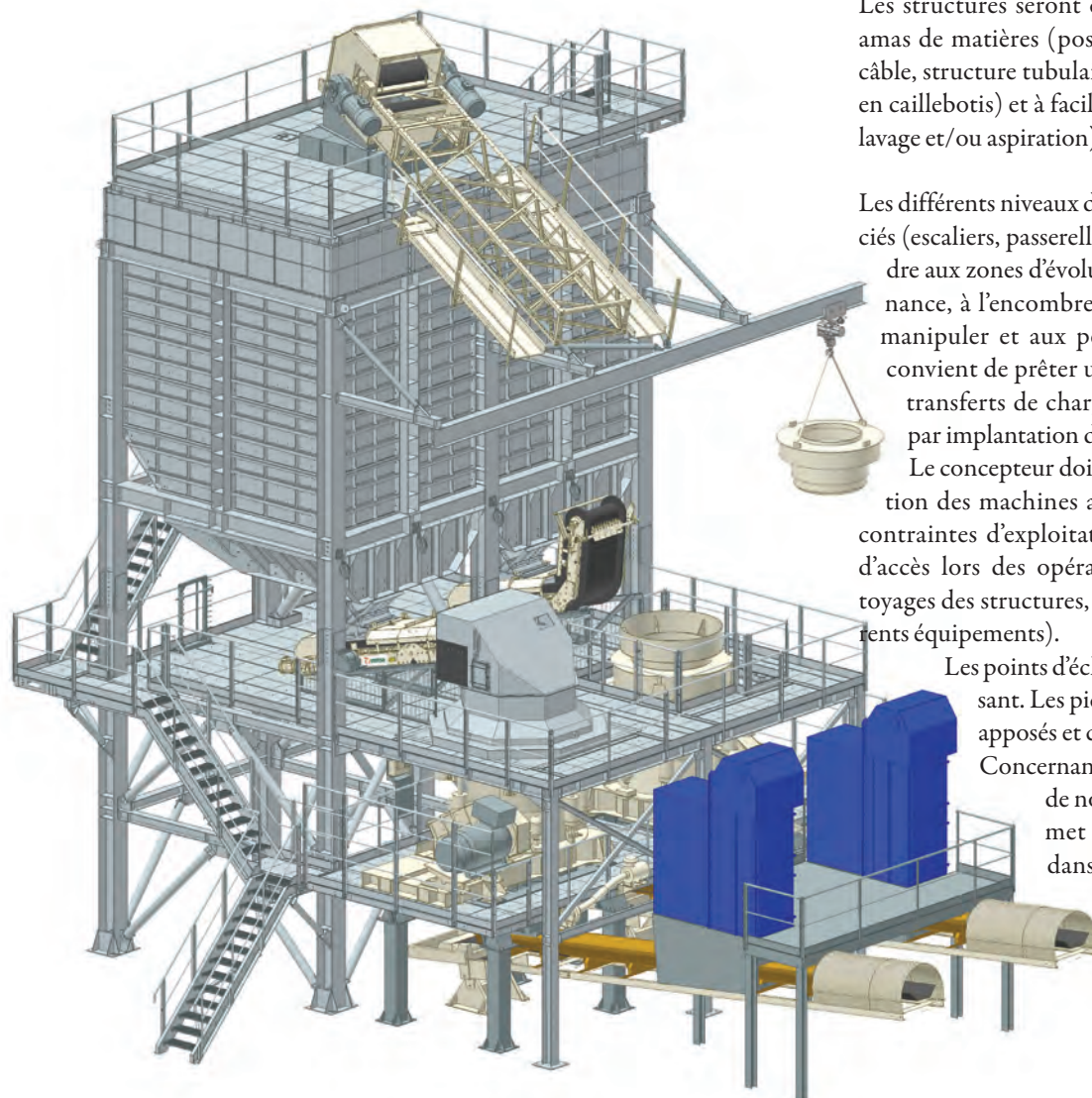
Elles seront toujours largement dimensionnées. L'expérience montre en effet que les installations subsistent dans le temps de nombreuses modifications et que les charpentes doivent être capables de supporter l'adjonction de charges (bardages d'insonorisation, poses ponctuelles d'éléments de rechange...). La structure sera adaptée à l'appareil concerné et de conception aérée pour faciliter les accès. Les structures seront conçues de façon à éviter les amas de matières (positionnement des chemins de câble, structure tubulaire plutôt que plane, plancher en caillebotis) et à faciliter le nettoyage régulier (par lavage et/ou aspiration).

Les différents niveaux de plateformes et les accès associés (escaliers, passerelles) seront définis pour répondre aux zones d'évolution du personnel de maintenance, à l'encombrement, aux poids des pièces à manipuler et aux périodicités d'intervention. Il convient de prêter une attention particulière aux transferts de charges (dans l'exemple présenté, par implantation d'un pont roulant).

Le concepteur doit respecter les règles d'intégration des machines afin d'appliquer au mieux les contraintes d'exploitation ainsi que les conditions d'accès lors des opérations de maintenance (nettoyages des structures, accès en tout point aux différents équipements).

Les points d'éclairage seront en nombre suffisant. Les pictogrammes de sécurité seront apposés et clairement identifiables.

Concernant les accès permanents, la série de normes NF EN ISO 14122 permet de concevoir des accès sûrs dans le respect des exigences de la Directive machines 2006/42/CE (cf. « références normatives et réglementations »).



Transfert et évacuation

Tous les appareils sont susceptibles d'arrêts en cours de production. Les couloirs et goulottes seront conçus (volume, section de tôlerie, positionnement...) pour permettre le redémarrage de l'installation en charge. Ils ne devront pas générer de débordement de matière. La chute de matériaux et leur accumulation peuvent mettre en cause la sécurité et provoquer une cascade d'arrêts intempestifs ou des incidents mécaniques (exemple : chute sur câble d'arrêt d'urgence).

Chaque liaison tôleries/convoyeur mérite une attention toute particulière.

Au-delà du bon choix des appareils, c'est sans aucun doute le traitement des étanchéités pour assurer le confinement des flux des matières qui fait la réussite d'une installation. Ces liaisons devront au maximum supprimer les échappées de produits et réduire les émissions dans l'air. Les longueurs et les types de rives de guidage seront adaptés à la granulométrie, aux débits et aux flux d'air associés.

Les sources d'émissions de poussières au cours du transfert par bandes transporteuses devront être identifiées et traitées. Par exemple, chaque passage de la bande sur un rouleau peut être source d'échappées (matières et poussières). Une autre priorité étant de bien la nettoyer, le choix du système de raclage et la facilité de son entretien sont des critères importants. Sur les transporteurs de grande longueur (supérieure à 50 m), un retournement du brin de retour minimisera le nombre de points susceptibles d'entraîner des salissures et de créer des émissions de poussières.

Des goulottes correctement dimensionnées, bien orientées (utilisation de caisses à pierres) et disposant de trappes de visite, faciliteront les interventions de nettoyage et de maintenance.

C'est un ensemble de mesures qui contribue à la performance : conditions d'intervention optimisées dans une atmosphère plus saine (durée, accessibilité, pénibilité = confort). Production, sécurité et environnement y trouveront leur compte.

EXEMPLE D'OPTIMISATION DU CONFINEMENT SOUS UN CONCASSEUR

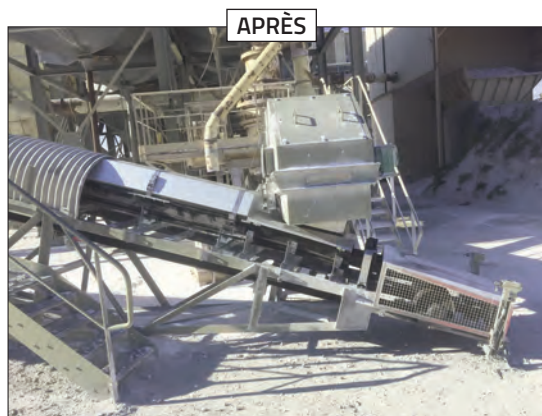
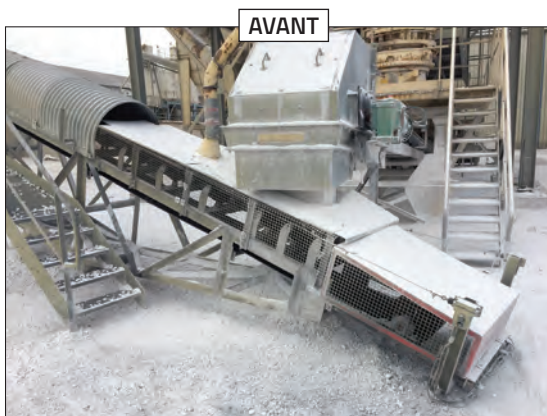


GOULOTTES SOUS CONCASSEUR
Conception réalisée dans le sens d'avancement du flux

MAINTENANCE DES GOULOTTES
Accessibilité aux pièces de rechange

CONFINEMENT ÉTANCHE

EXEMPLE D'OPTIMISATION DU CONFINEMENT ENTRE CONVOYEURS APRÈS CONCASSEGE



Bâtiments

Première question à se poser : pourquoi faut-il un bâtiment ?

Les éléments à prendre en compte sont :

- le bruit ;
- la poussière ;
- les vibrations ;
- l'architecture ;
- les conditions de travail ;
- l'environnement et l'impact visuel dans le paysage ;
- l'obtention des autorisations d'ouverture et d'exploitation d'une carrière.

Beaucoup de bâtiments sont ouverts sur un ou plusieurs côtés ; mais de plus en plus, les études de cas concluent que pour réellement réduire les nuisances il est nécessaire de les fermer complètement.

Le bruit

Il faut prendre en compte les conditions d'intervention du personnel et toutes les conséquences sur le voisinage extérieur en envisageant les différentes techniques disponibles. À la suite d'une étude acoustique – de plus en plus nécessaire –, l'implantation d'un bâtiment peut s'imposer. Il faudra par exemple définir, l'orientation, les ouvertures et prévoir un bardage simple ou double peau (rôle d'isolation phonique).

Les poussières

Avec des systèmes de confinement et de traitement des poussières performants (que ce soit à sec ou par voie humide), le bâtiment n'est pas nécessaire dans bon nombre de cas.

Remarquons qu'un bâtiment semi-ouvert peut sembler réduire les niveaux d'empoussiérage pour les opérateurs par dilution dans les flux d'air, mais une telle disposition favorise la libération dans l'atmosphère des particules fines, ce qui doit être évité pour l'environnement du site et la qualité de l'air de manière plus générale. Un bardage de bâtiments facilitera une conformité environnementale en concentrant et limitant les poussières. Il ne sera pas suffisant pour assurer les conditions de travail du personnel. Les flux de matériaux devront être confinés par des équipements adaptés à chaque machine et à chaque type de granulats.

En final, la réduction des émissions de poussières commence par le confinement des flux sur chaque appareil et peut être renforcée par un bâtiment permettant à la fois de réduire les émissions dans l'environnement, de limiter l'exposition aux conditions climatiques et d'améliorer les conditions de travail.

Les vibrations

La combinaison de plusieurs machines sur une même structure peut entraîner des phénomènes de vibrations accentuées, voire de résonance. Les machines à structures séparées sont à privilégier, ainsi que les systèmes d'amortissements ponctuels.

L'architecture

Dans certains cas, les installations doivent obéir à des contraintes d'intégration paysagère dès leur conception, à commencer par un permis de construire conforme à ces attentes. L'exploitant veillera donc avec son équipementier à ce que l'architecte reporte complètement ces contraintes dans le projet (hauteur, emplacement, couleur des structures, teintes des bardages, appareils, circuits incendie...).

Les conditions de travail (cf. « maintenance »)

L'environnement et l'autorisation

Pour faciliter l'obtention de l'autorisation d'exploitation au titre des ICPE, le carrier laisse trop souvent les bureaux d'études écrire dans les dossiers de demande que les installations seront confinées dans des bâtiments. Or, l'étude d'impact représente l'engagement du demandeur pour la gestion de l'environnement d'un projet et la rédaction de l'arrêté d'autorisation va en reprendre les grandes lignes, comme celles relatives au type de matériel de traitement mis en place, à son implantation et éventuellement aux performances attendues. Donc la vigilance s'impose entre l'approche industrielle au cours des différentes étapes de conception et d'ingénierie et l'approche administrative dictée par le code de l'environnement et le code de l'urbanisme au cours de la concertation avec les parties concernées par le projet.

Dépoussiérage

Durant ces vingt dernières années, un effort particulièrement important a été réalisé dans ce domaine. En réponse à l'évolution de la réglementation sur les poussières dans les carrières (passage du RGIE vers le Code du travail, prescriptions nouvelles du Code de l'environnement), les procédés de traitement des poussières par pulvérisation et par aspiration ont été largement perfectionnés et adaptés au contexte spécifique des installations traitant des matières minérales. La réflexion sur le dépoussiérage s'impose dès la conception, sous peine de ne pas atteindre les objectifs fixés. Dans le coût d'une installation, ce poste est loin d'être négligeable. Appareils ou dispositions spécifiques, confinement et traitement des manutentions inclus, il est estimé par les bureaux d'études entre 10 et 15 % de l'investissement.

Dans tous les cas, la production de fines, à l'origine des poussières, est un critère à prendre en considération dans le choix de la technologie de concassage. Quelle que soit la solution de dépoussiérage retenue, la réalisation d'un confinement de qualité est indispensable afin de bloquer les poussières dans les flux de matières et aura comme conséquences de :

- réduire les risques vis-à-vis des opérateurs ;
- réduire les risques de fuites de matériaux et d'émissions de poussières à la source, autour du concasseur ;
- optimiser les débits d'eau et/ou d'air nécessaires au dépoussiérage de l'installation ;



- limiter les émissions de particules dans l'atmosphère dès la source vis-à-vis de la zone de travail, comme de l'environnement d'une manière générale;
- optimiser les coûts de maintenance.

La prévention des risques liés aux émissions de poussières passe principalement par les techniques de confinement des flux de matières afin de bloquer les émissions dans l'air au plus près des matériaux (comme cela a été présenté en détail plus haut), l'aspiration dans le cas d'un choix de traitement par voie sèche et l'abattage dans le cas d'un choix qui introduit de l'eau en très faible quantité.

Cas du traitement des poussières par voie sèche

Suivant la réglementation applicable aux installations de premier traitement.

Après confinement, le traitement des poussières par voie sèche se fait par une mise en dépression (ventilateur + éléments filtrants). Tous les rejets d'air captés des installations doivent être dépoussiérés.

On distingue depuis le 1^{er} janvier 2018, deux catégories d'appareils de dépoussiérage en fonction du débit d'air capté, dépoussiéré puis rejeté, avec des seuils à respecter suivant la puissance de l'installation et sa localisation à l'intérieur d'un périmètre de carrière ou non.

Pour un débit d'air capté supérieur à 7 000 m³/h :

- les rejets d'air captés et dépoussiérés sont canalisés et dirigés vers l'extérieur des bâtiments ;
- la concentration maximale en poussières sortie de dépoussiéreur est alors fonction de la puissance, de

la date de mise en service et l'implantation de l'installation de traitement :

- inférieure ou au plus égale à 20 mg/Nm³ pour les installations d'une puissance supérieure à 550 kW implantées en carrière ;
- inférieure ou au plus égale à 40 mg/Nm³ pour les autres installations existantes au 25 octobre 2018 (moins de 550 kW en carrière et toutes les installations hors carrière) ;
- inférieure ou au plus égale à 30 mg/Nm³ pour les autres installations mises en service après le 25 octobre 2018 en carrière et hors carrière.

- un contrôle au minimum annuel par un organisme officiel (concentration en poussière totale, PM10, débit et flux de poussière) impose que soient mises en place des trappes de mesure accessibles et conformes à la norme NF EN13284-1 pour assurer des prélèvements d'une durée d'une demi-heure.





Pour un débit d'air capté inférieur à $7\,000\text{ m}^3/\text{h}$:

- les rejets d'air captés et dépoussiérés sont autant que possible canalisés et dirigés vers l'extérieur des bâtiments ;
- un entretien, a minima annuel, est à réaliser afin de permettre de garantir un rejet en poussière $< 20\text{ mg}/\text{m}^3$ apporté par le fabricant.
- la périodicité et les conditions d'entretien sont documentées par l'exploitant. Les éléments de preuve sont tenus à la disposition des inspecteurs des installations classées.

Par ailleurs, dans la mesure où toute extraction d'air vers l'extérieur va générer naturellement une entrée d'air de même volume dans le bâtiment, il est impératif de bien positionner les entrées d'air afin d'éviter de faire rentrer de l'air pollué à l'intérieur des bâtiments.

Cas du traitement des poussières par voie humide

L'abattage des poussières regroupe les techniques qui utilisent l'eau – en très faible quantité - pour réduire les envols de particules. Différentes solutions existent mettant en jeu la pression de l'eau, l'apport d'air comprimé, voire l'addition d'agents mouillants. On parle ainsi :

- d'arrosage = eau basse pression mouillant par exemple un flux de matériaux à une jetée ;
- d'atomisation = eau basse pression (moins de 3 bars) pulvérisée avec de l'air comprimé par des buses dans une goulotte ;
- nébulisation = eau haute pression (plus de 50 bars) projetée en brouillard pour créer de fines goutte-

lettes piégeant les particules en suspension dans un local ou un hall de stockage.

Comme pour le traitement par aspiration, l'eau sous pression permet d'abattre les poussières, avec d'autant plus de succès que le confinement est bien réalisé. Dans un aérosol, on observe qu'une gouttelette ne fixe que quelques particules : par nature, l'eau n'est pas « mouillante », d'où l'intérêt d'ajouter un agent tensioactif. La taille de la gouttelette doit être en rapport avec celle des particules qui se trouvent en suspension dans l'air. Il faut donc sélectionner minutieusement les buses de pulvérisation. L'ajout d'air comprimé permet dans des buses prévues à cet effet d'affiner la taille des gouttelettes ($5\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$). La vitesse de projection des gouttelettes est également un paramètre de réglage important (débit d'eau et débit d'air lorsqu'il est employé). Les fonctionnements de l'abattage doivent être asservis aux flux des matériaux à traiter pour éviter d'humidifier les bandes transporteuses inutilement et éviter les gaspillages en eau.

Mettre en place la bonne solution au bon endroit nécessite donc la concertation entre utilisateurs, fournisseurs et préventeurs (inclus les acteurs institutionnels).

Rappel des contrôles de l'efficacité des systèmes et méthodes de dépoussiérage

Dans toute installation de traitement de matériaux, les différentes étapes de production peuvent générer des émissions de poussières dans l'air, directement par fragmentation et déplacement des matériaux ou indirectement par remobilisation du fait de la circulation des personnes et des engins ou des conditions météorologiques. Du fait de la nature de ces poussières et de leurs caractéristiques, l'industriel doit ainsi hiérarchiser son approche afin de coordonner la prévention comme le contrôle et être en mesure de bâtir un plan cohérent de réduction dès la source des émissions. Et c'est bien parce que les équipements et les mesures de prévention seront en place et efficaces dans le périmètre de l'installation ou de la carrière, au plus proche des points-sources de chaque émission, que la qualité de l'air dans l'environnement sera assurée à sa périphérie. Ainsi deux outils de contrôle doivent être mis en œuvre :

- l'évaluation des risques (pour le personnel) en cinq grandes étapes : constitution des Groupements d'Exposition Homogène (GEH), évaluation du risque pour chaque GEH, application de mesures de prévention pour réduire le niveau de risques de chaque GEH, mise en œuvre des contrôles réglementaires et mise à jour de l'évaluation globale du site ;
- le plan de surveillance des émissions de poussières (pour l'environnement) également en cinq étapes : identification des sources d'émission, caractérisation des conditions locales (météorologiques et topographiques), choix des points de contrôle, mise en œuvre des contrôles réglementaires et bilan annuel en vue d'actualiser les moyens de réduction si nécessaire.

Dans l'évaluation des risques pour le personnel, les

contrôles réglementaires portent sur une série de mesures des poussières alvéolaires (particules en suspension) le plus souvent renouvelée tous les ans et comparée à la valeur limite d'exposition professionnelle.

Dans la surveillance environnementale, l'indicateur retenu est la poussière sédimentable, contrôlé trimestriellement par la méthode des jauges pour les carrières et les installations. La méthode des plaquettes peut être encore employée pour la surveillance d'installations existantes avant le 1^{er} janvier 2013 hors carrière. Une valeur guide fixée à 500 mg/m²/jour doit être respectée en moyenne par point de contrôle sous le vent de toute carrière (jusqu'à 1,5 km), et dans ce cas, la périodicité des contrôles devient semestrielle après deux années de contrôles trimestriels.

À lire :

- dans la revue de la Sim mines & carrières : la dernière édition du « guide de l'exploitant » qui prend en compte le passage du RGIE vers le Code du travail ;
- dans les documents Unicem :
 - le guide « prévention des risques liés aux émissions de poussières en carrières » réalisé avec l'Ineris par un groupe de travail rassemblant des acteurs de l'Atilh, Mif et l'UNPG - 2017 ;
 - le guide « poussières sur les plateformes de recyclage » réalisé avec l'OPPBTB par un groupe de travail rassemblant des membres de l'USIRF et de l'UNPG - 2017.

Maintenance

Conception et pérennité des installations

La pérennité d'une installation dépend, comme pour tout équipement, de la manière dont elle est conduite, gérée, entretenue. L'élément principal qui permettra d'assurer cette pérennité, au moindre coût et dans des conditions de travail conformes à la réglementation pour l'ensemble des intervenants, se définit dès la conception de l'installation et est précisé dans un cahier des charges.

Pour que ce cahier des charges prenne en compte les besoins réels des opérateurs, il est primordial de les associer à sa rédaction.

Les études de réalisation seront conduites en tenant compte des exigences de la directive machines 2006/42 CE, de l'arrêté préfectoral du site ainsi que des autres contraintes locales et des risques associés.

Il est bien entendu indispensable de choisir les équipements les mieux adaptés aux objectifs de production, mais il est tout aussi indispensable d'intégrer et de gérer correctement les volumes, les accès, les espaces et les moyens de manutention nécessaires à ces équipements. Par exemple, les groupes hydrauliques des concasseurs seront positionnés dans un local séparé, éloigné de ces derniers (risque incendie).

Surveillance et contrôle

L'automatisation des installations limite la présence continue de personnel dans les installations. L'utilisation de logiciels de plus en plus performants permet

de situer, d'alerter, d'analyser en temps réel tout dysfonctionnement. Toutefois, des visites de surveillance par des rondiers, programmées ou non, restent nécessaires. Leurs fonctions sont de :

- constater (contrôle des usures), signaler les incidents mais également les anticiper ;
- rédiger des rapports aux différents services concernés ;
- planifier les interventions ;
- contrôler les consignations.

Les rondiers peuvent, en plus de la fonction de surveillance, assurer également des opérations ponctuelles (graissage, réglage, entretien, etc.).

Ces rondiers restent, avec le personnel d'entretien, les personnes les plus exposées aux poussières durant le fonctionnement ou l'arrêt de l'installation.

Prérequis pour le personnel affecté aux interventions

Quelle que soit la nature des interventions, le respect de la réglementation est impératif. Le personnel, qu'il soit attaché à la carrière ou venant de l'extérieur, doit :

- faire l'objet d'une surveillance médicale adaptée ;
- avoir la connaissance des risques liés à l'intervention et à la coactivité ;
- avoir la connaissance de l'installation ;
- disposer des notices d'instructions ;
- respecter les procédures de consignation et posséder si besoin l'habilitation électrique adéquate ;
- être titulaire d'une autorisation de conduite dans le cas où l'utilisation d'un engin s'avère nécessaire
- être en possession d'outils adaptés à l'intervention et être formé à leur utilisation (outils conformes, aspirateur autonome, centralisé) ;
- porter les EPI.

Nettoyage des installations

Le nettoyage est une opération spécifique de maintenance. Malgré tous les efforts d'anticipation à la conception, elle s'impose.

La présence de poussières ou de cailloux, ayant pour origine des fuites ou un mauvais fonctionnement, augmentent le risque d'accident pour tout personnel appelé à se déplacer dans l'installation. Ce nettoyage doit être fait en utilisant les moyens adéquats de manière à minimiser la mise en suspension des poussières dans l'air ambiant. Plusieurs approches de la manière de procéder au nettoyage existent :

- nettoyage par du personnel de la carrière. Si cette activité est leur seule fonction, elle est peu valorisante, tout en leur imposant un niveau maximum d'exposition aux poussières. Ces opérations doivent être facilitées par des équipements adaptés (aspirateurs, balayeuses aspirantes, mini-engins, lavage) ;
- contrat avec une société extérieure (plan de prévention obligatoire), avec plusieurs possibilités :
 - mise à disposition du personnel pour un temps hebdomadaire défini ;
 - nettoyer un lieu bien spécifié dans des plages horaires définies ;



- campagne de nettoyage :
 - une demi-journée par semaine, nettoyage général ;
- dans le cadre de travaux de grande ampleur, nettoyage avec si nécessaire location d'un camion équipé d'aspirateurs et personnel de nettoyage (faisant l'objet d'un plan de prévention).

Intervention entretien et maintenance

L'exploitant doit se référer en permanence à la notice d'instruction du constructeur (comme prévu dans la Directive machines 2006/42 CE). Cette note « constructeur » doit comporter tous les éléments nécessaires à l'exploitant pour réaliser toutes les interventions. Elle synthétise les différentes informations des machines intégrées par le responsable de la conformité CE, contribue à la base de l'organisation des opérations de maintenance.

Selon le fascicule de documentation FD x 60-000, « la maintenance c'est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien (ou d'une machine) destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

Il s'agit donc bien d'un domaine à la fois technique, administratif et de management.

Maintenir – en état de conformité – est une obligation réglementaire de l'employeur (art. R.4322-1 du code du travail). Et c'est d'effectuer en sécurité les opérations qui permet de conserver l'intégrité du matériel pour en assurer la continuité (dans le cadre d'une amélioration continue) et de la qualité de la production.

Le maintien en état de conformité est une obligation

réglementaire de l'employeur (Code du travail : article R. 4322-1).

Compte-tenu de l'opération, du savoir-faire et des outils, la norme EN 13306 définit 5 niveaux de maintenance :

- 1^{er} niveau : « Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien. Ce type d'opération peut être effectué par l'utilisateur du bien avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation ».
- 2^e niveau : « Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple. Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance. Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes ».
- 3^e niveau : « Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre difficiles. Ce type d'opération de maintenance peut être effectuée par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance ».

- 4^e niveau : « Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés. Ce type d'opération de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières ».
- 5^e niveau : « Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels. Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné ».

Pratiquement dans le domaine des carrières, trois niveaux sont suffisants pour caractériser les opérations de maintenance :

- la maintenance sur site : l'intervention est directement réalisée sur le matériel en place ;
- la maintenance en atelier : le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur site, approprié à l'intervention ;
- la maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée : le matériel est alors transporté pour que soient effectuées les opérations nécessitant des moyens spécifiques.

L'exploitant est en charge d'organiser toutes les opérations de maintenance suivant les échelons et niveaux ci-dessus.

L'exploitant établit un plan de maintenance et rédige un mode opératoire de chaque opération.

Un mode opératoire comprendra au minimum :

- les compétences requises ;
- la consignation de la zone concernée ;
- la chronologie des tâches de l'intervention ;
- les outillages adaptés ;
- les EPI.

Quel que soit leur niveau, les opérations de maintenance sont réalisées soit avant la panne (préventives, prédictives), soit après la panne (correctives, curatives).

La maintenance préventive

On décide des interventions à effectuer à une fréquence régulière de façon systématique, (par exemple : tous les mois, changer les cartouches de graisse). Ainsi, la maintenance de niveau 1 dans le domaine du préventif correspond à un entretien courant, par exemple : les rondes de surveillance d'état des machines, les graissages journaliers...).

La maintenance corrective

Elle fait suite à un arrêt obligatoire suite à une panne mettant à l'arrêt la production de façon non prévue, une anomalie imprévue, ne permettant pas un

contrôle préventif à une fréquence régulière, à prévoir lors d'un arrêt planifié selon une criticité plus ou moins importante.

On s'attardera ici sur quelques exemples spécifiques des installations de concassage pour des opérations de maintenance sur site.

Exemples d'opérations sur les installations de concassage

Installation en fonctionnement

Rondes de surveillances journalières (accès et matériels) avec compte-rendu, relevés des valeurs d'état, petites interventions (nettoyage) :

- 1^{er} niveau : contrôles des pressions de service des dépoussiéreurs ;
- 2^e niveau : relevés de paramètres techniques d'état de fonctionnement des équipements de traitement des poussières avec mesures et rapport ;
- 3^e niveau : thermographie infrarouge des matériels électriques et mécaniques.

Installation à l'arrêt :

Rondes de surveillances journalières (accès et matériels) avec compte-rendu :

- 1^{er} niveau : expertise visuelle, nettoyage des équipements (rouleaux, aimants...) et des accès avec compte-rendu ;





- 2^e niveau : contrôle de la transmission ;
- 3^e niveau : remplacement des pièces d'usure ;
- 4^e niveau : remplacement d'un palier ou d'un roulement ;
- 5^e niveau : démontage et remplacement d'une partie majeure de la machine

Normes et réglementation (situation au 30 octobre 2018)

Références réglementaires

Avec le basculement partiel du RGIE au Code du travail, la nouvelle base réglementaire applicable est la suivante :

Code du travail

Équipements de travail

Les règles de conception et de maintenance des équipements de travail se trouvent à l'annexe 1 de l'article R 4312-1 du Code du travail. Les règles d'utilisation des équipements de travail se trouvent aux articles R 4321 à R 4324 du Code du travail. Les règles relatives aux modifications de machines en service font l'objet d'un guide du ministère du Travail paru le 18/11/2014.

Installations électriques

Les installations électriques doivent être conçues selon les règles définies dans les articles R 4215-1 à R 4215-17 du Code du travail ; les règles d'utilisation



des installations électriques sont définies dans les articles R 4226-1 à R 4226-21 du Code du travail.

Décrets et arrêtés d'application

- Décret n°2013-797 du 30 août 2013 complétant et adaptant le Code du travail pour les mines et carrières en matière de poussières alvéolaires (JO du 01.09.13).
- Arrêté du 4 novembre 2013 relatif au contrôle de l'exposition aux poussières alvéolaires (JO du 14.12.13).
- Décret 1570-2009 et son arrêté d'application du 15 décembre 2009 relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition (concernent tout agent chimique dangereux pour lequel une valeur limite d'exposition professionnelle est fixée par l'article R. 4412-149 ou R. 4412-150 du Code du travail).

RGIE (Règlement général des Industries extractives)

- Titre « Équipements de travail » ;
- Titre « Électricité » ;
- Titre « travail et circulation en hauteur ».

Code de l'environnement

Arrêté du 26 novembre 2012 modifié par l'arrêté du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de broyage, concassage, criblage, etc., relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2515 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. En particulier les articles 37 à 42, puis 56 et 57 fixent les prescriptions à respecter pour les émissions dans l'air ainsi que les modalités de contrôles).

À noter que la suppression du régime d'autorisation pour les installations de traitement (décret du 22 octobre 2018) a entraîné à droit constant l'actualisation de l'arrêté-type de la rubrique 2515 (arrêté du 26 novembre 2012) ainsi que celui du 22 septembre 1994 qui ne concerne désormais plus que l'extraction en carrière. De ce fait, les récentes évolutions concernant les émissions des poussières en carrières et les modalités de contrôles (arrêté du 30 septembre 2016) ont été réparties entre carrière (arrêté du 22 septembre 1994 modifié) et installations (arrêté du 26 novembre 2012).

Références normatives

(références réglementaires de la page 20)

- NF EN 12100 "Sécurité des machines - Principes généraux de conception - Appréciation et réduction du risque"
- FD X 60 000 Maintenance industrielle – fonction maintenance
- NF EN 13306 Maintenance - Terminologie de la maintenance
- NF EN 13284.4.1 : Mesures des concentrations en poussières < à 50 mg/Nm³
- NF X 43262 : Prélèvements d'aérosols solides à l'aide d'une coupelle rotative
- Projet de Norme : EN 1009 1,-2 ,-3 Machines d'alimentation et de concassage



Les protecteurs

Normes :

- NF EN ISO 14120 « protecteurs »
- NF EN ISO 13857 « Distances de sécurité empêchant les membres supérieurs et inférieurs d'atteindre les zones dangereuses ».
- NF EN 1088 « Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs ».
- NF EN 349 « Écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement de parties du corps humain ».

Les installations électriques

Normes :

- NF C15-100 : Installations électriques à basse tension.
- NF C 13-100 : Postes de livraison.
- NF C13-200 : Installations électriques à haute tension.
- NF EN 61140 : Protection contre les chocs électriques.
- NF EN 60529 : Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP).
- NF EN 1037 : Prévention de la mise en marche intempestive.
- NF EN 60204-1 : Équipement électrique des machines – sécurité.
- NF EN ISO 13850 : Arrêt d'urgence.
- NF EN 981 : Signaux auditifs et visuels de dangers et d'information.

Les moyens d'accès et plateformes de travail

Normes :

- Pour les machines, les caractéristiques des moyens d'accès et plates-formes de travail sont définies dans la série de normes NF EN ISO 14122 parties 1 et 4.
- Pour les équipements fixes (bâtiment, locaux techniques) les normes suivantes peuvent être prises en référence : NF E 85-013, NF E 85-014, NF E 85-015, NF E 85-016.

Guide :

- Guide INRS amélioration des machines en service. Guide pratique Réf ED6289 décembre 2017. ■