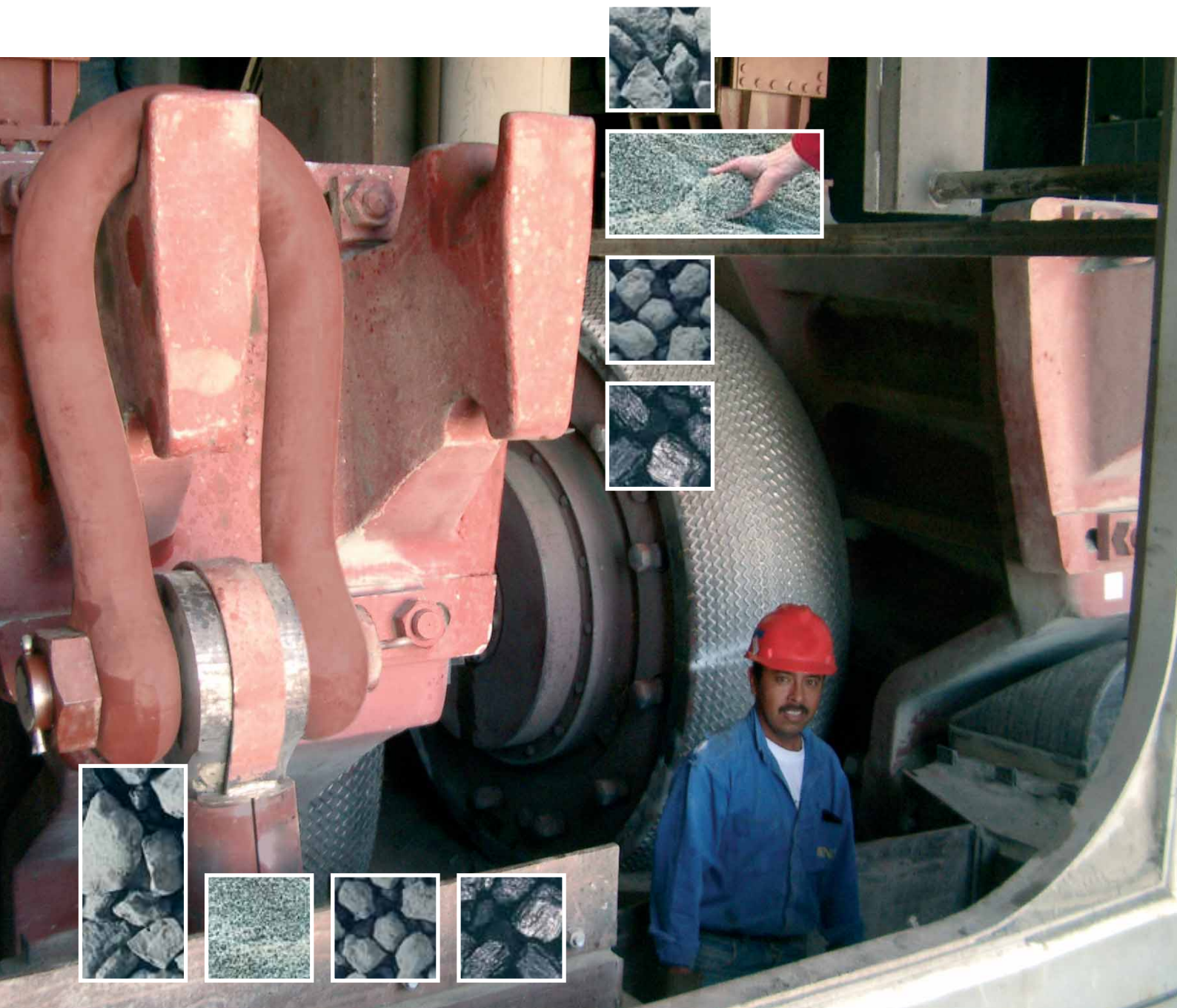


Broyeurs à galets Polysius pour le broyage de



Une entreprise
de ThyssenKrupp
Technologies

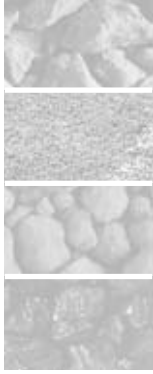
Polysius



ThyssenKrupp

Multitalent à la carte.

Le broyeur vertical à galets Polysius s'adapte à toutes les applications.



Avec une large gamme de broyeurs à galets, Polysius offre des solutions personnalisées pour le broyage économique, fiable et à faible consommation énergétique de:

- **matières premières pour la fabrication du ciment,**
- **laitier de haut fourneau, trass, pouzzolane,**
- **clinkers pour différentes qualités de ciment,**
- **houille, lignite, coke, coke de pétrole et boues de décantation,**
- **argile, calcaire, chaux vive, phosphates bruts.**

Difficiles ou très difficiles à broyer, abrasives ou humides, avec des granulométries ou fluidités variables, toutes les matières sont broyées de manière efficace.

Le fonctionnement fiable des broyeurs à galets Polysius et leur réputation mondiale reposent sur une connaissance étendue des procédés (enrichie constamment par des analyses matières et des essais de broyage), des efforts continus de recherche et développement et une coopération étroite et permanente avec les cimentiers.

Les prestations Polysius comprennent la conception individualisée des broyeurs pour des

débits pouvant dépasser 600 t/h et des puissances d'entraînement pouvant atteindre 6000 kW, les missions de service sur mesure et l'optimisation d'ateliers de broyage existants.



Pour les essais de broyage et les pronostics d'usure des broyeurs industriels, Polysius utilise le broyeur à galets Atrol (débit environ 240 kg/h) du centre de recherche et de développement.



Broyeur à galets de clinker au Mexique.



Atelier de broyage charbon en Pologne.

Broyeur à galets de cru en Chine.

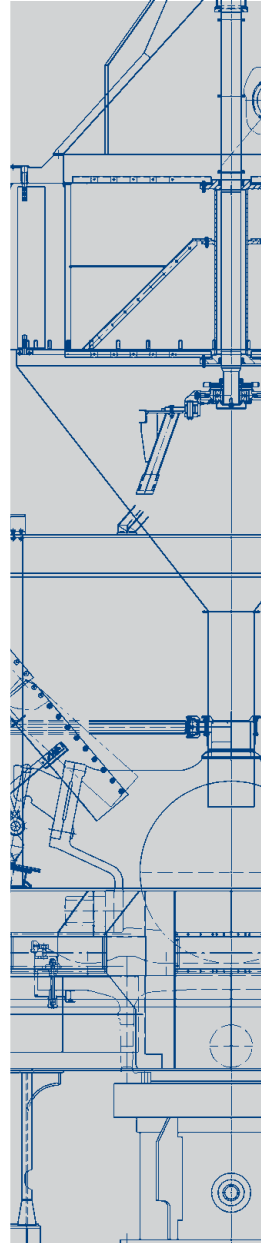
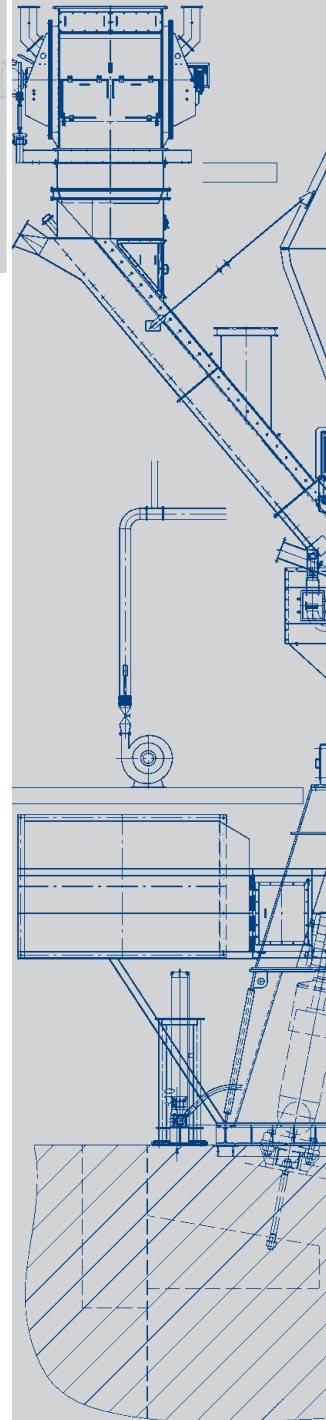


Broyeur à galets de laitier de haut fourneau en Chine.

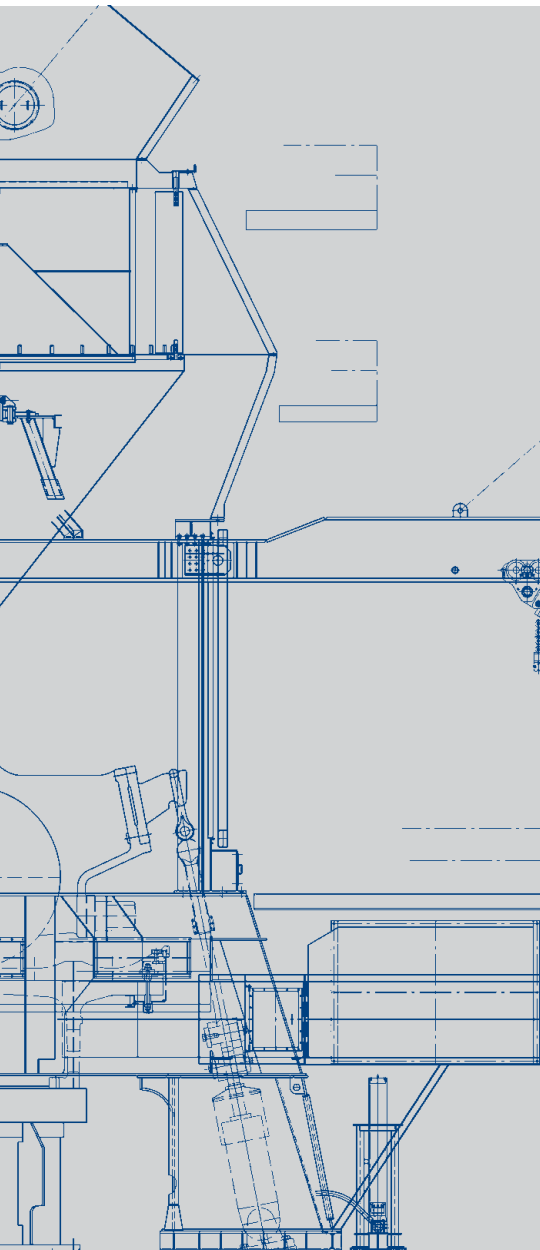


Les avantages du broyeur à galets Polysius en détail:

- sécurité d'exploitation et disponibilité élevées, ainsi que facilité d'exploitation du fait de l'intégration des opérations de broyage, séchage et séparation dans une unité compacte,
- fabrication de produits de qualité excellente et constante pour une consommation énergétique minimale, grâce au séparateur à haut rendement intégré,
- carters du broyeur et du séparateur de conception optimisée pour un transport rapide et sûr des fractions de produit fini au séparateur et une réduction des circuits internes de matière pour une meilleure efficacité de broyage,
- baisse supplémentaire de la consommation énergétique par la recirculation externe,
- système à très faible perte de charge grâce au réglage de la vitesse et de la distribution des gaz au moyen de l'anneau de buses,
- entraînement optimal de la matière sous les galets pour un broyage très efficace grâce à la conception «double piste» de la table de broyage,
- rentabilité constante assurée par le réglage en continu de la pression hydraulique sur les trains de galets,
- conception globale facilitant l'entretien, avec les grandes portes d'accès d'un maniement simple et sûr et les dispositifs de démontage pour le remplacement rapide et facile des galets et segments de table,
- protection anti-usure du carter très économique, puisque choisie en fonction des caractéristiques de la matière,
- choix de nuances et qualités de matière optimales pour les pièces de broyage – depuis les fontes dures au chrome jusqu'aux matières céramiques en passant par les rechargements en soudure.

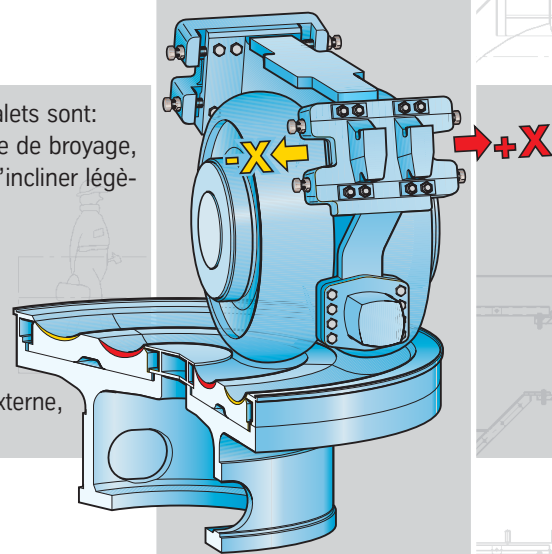


Montage d'un
broyeur à galets de
laitier en Chine.



Les composants principaux du broyeur à galets sont:

- la table et ses blindages avec double piste de broyage,
- deux trains de galets verticaux libres de s'incliner légèrement autour de leur axe horizontal,
- le carter,
- l'anneau de buses réglable,
- le groupe de commande,
- le séparateur à haut rendement,
- le système hydraulique,
- le système d'extraction et la recirculation externe,
- le sas d'alimentation et la goulotte.



Système de galets jumelés

Deux paires de galets jumelés roulent sur la table de broyage motrice. Le principe de la double paire de galets favorise une faible vitesse relative et donc une faible usure entre galets et table. En compensant automatiquement l'usure verticale, les galets assurent en permanence le contact parfait entre les corps broyants et la matière.

Lorsque la matière a tendance à relever le galet intérieur vers le haut, le galet extérieur appuie plus fort sur le lit de matière. Cette interaction a l'avantage d'assurer un débit et une consommation spécifique constants jusqu'à la fin de la durée de vie des outils de broyage.

Une usure irrégulière des pistes intérieure et extérieure de la table peut être compensée en déplaçant légèrement dans le plan horizontal ($X+$ / $X-$) le point d'application de l'effort sur les fixations des galets. Les forces de broyage se répartissent en fonction de l'usure, pour une utilisation maximale de la piste de broyage. La permutation du galet extérieur et du galet intérieur par retournement de la paire de galets participe à l'ob-

tention d'une usure régulière et à la prolongation de la durée de vie des pièces de broyage.

Table de broyage à double piste

La conception Polysius d'une table de broyage à double piste augmente le temps de séjour de la matière sur le plateau. Ce concept est particulièrement avantageux pour des matières difficiles à broyer ou à compacter.

La double piste de broyage garantit un lit de matière de faible épaisseur et empêche la matière de s'échapper sans être broyée, ce qui revient à réduire la consommation spécifique.

Les détails décident...

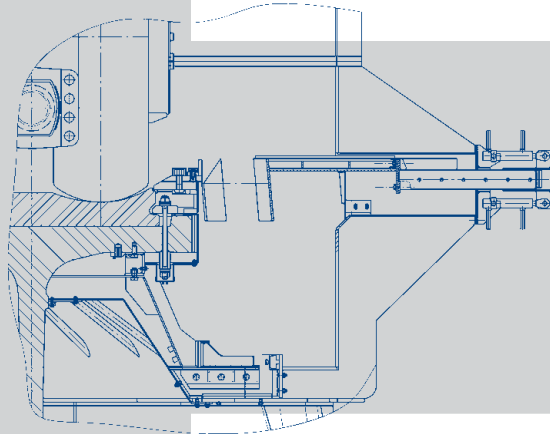


Anneau de buses réglable

Les gaz nécessaires au transport et au séchage de la matière transitent par l'anneau de buses.

La répartition et la vitesse des gaz s'ajustent en fonction de la charge en matière du flux gazeux ou de la capacité de séchage recherchée.

La diminution du débit spécifique des gaz qui en résulte, minimise la perte de charge dans le système de broyage.



Système hydraulique

Deux vérins hydrauliques par train de galets assurent automatiquement, grâce au réglage en continu de la pression, l'ajustement des forces de broyage en fonction des paramètres instantanés de la production.

Ils garantissent sur toute la plage des débits une rentabilité constante (même à charge partielle). Au démarrage et à l'arrêt du broyeur, les forces de broyage sont réduites par la diminution de la pression hydraulique. Chaque vérin est relié à un accumulateur à pistons qui amortit les à-coups du broyage.

Groupe de commande

Le groupe de commande comprend le moteur avec son réducteur planétaire spécialement conçu pour les broyeurs à galets. Le réducteur absorbe par une butée axiale hydrodynamique, à graissage partiellement ou entièrement hydrostatique, les efforts de broyage verticaux et les transmet directement aux fondations de l'installation.

Une commande auxiliaire assure le démarrage ou le redémarrage après un arrêt de production intempestif et permet de vider ou de positionner le broyeur, en cas d'intervention.

Pour broyer les matières les plus diverses ou pour obtenir des finesses différentes, un moteur à vitesse variable ou un réducteur correspondant permet d'adapter la vitesse de broyage en fonction des caractéristiques du produit ou de la finesse recherchée.

Carter

Le carter est équipé de joints d'étanchéité spéciaux empêchant la pénétration d'air faux. La maintenance est facilitée par deux portes à ouverture facile qui donnent accès à l'intérieur du broyeur.

A l'aide de dispositifs spéciaux de démontage, il est alors possible de retourner ou remplacer les galets.

La conception du carter garantit une distribution optimisée de la matière, une séparation améliorée et un transport sûr de toutes les fractions du produit fini au séparateur.

Cette exécution favorise un lit de matière stable et une réduction sensible des circuits internes de matière. En effet, l'exploitation du broyeur est efficace et la marche stable même en cas de finesse de produit élevée.

Recirculation externe

Dans l'anneau de buses les gaz ont une vitesse si faible que seule une partie de la matière est entraînée. L'autre partie déborde et tombe sur



Vérin hydraulique du broyeur à galets.





Avancement du montage d'un broyeur vertical en Australie.



Alimentation matière chauffée d'un broyeur à galets.

Le plateau de décharge tournant avec la table. Reprise par une goulotte et un élévateur à godets, cette matière est recyclée sur la table de broyage ou envoyée au séparateur.

Le sas et la goulotte peuvent être chauffés indirectement, si nécessaire. Leur fonctionnement reste ainsi fiable et sûr même avec des matières extrêmement humides.

De structure modulaire et en éléments hautement résistants à l'usure, le plateau de décharge est conçu pour un entretien facile et une durée de vie élevée.

Protection anti-usure

Des matériaux spéciaux adaptés à l'abrasivité de la matière à broyer sont utilisés pour les bandages de galet et le blindage de table et de même, des revêtements spéciaux sont employés pour le carter du broyeur et le séparateur.

Le transport par élévateur consomme peu et le transport pneumatique dans la chambre de broyage est considérablement réduit. Il en résulte une diminution de la perte de charge dans le système, une amélioration de la stabilité de marche du broyeur et des économies d'énergies substantielles.

En garantissant une bonne protection anti-usure, ces équipements augmentent la durée de vie et la rentabilité de l'installation.



Opérations de montage à l'intérieur du broyeur.

L'élévateur à godets facilite par ailleurs l'extraction de la matière du broyeur, lors de travaux d'entretien.

Séparateur dynamique à haut rendement SEPOL®

Pour la séparation de la matière broyée en produit fini et gruaux, Polysius utilise un séparateur dynamique à haut rendement SEPOL® dont les paramètres réglables assurent une efficacité de séparation telle que la consommation spécifique de broyage est réduite au minimum.

Alimentation matière

Pour assurer une alimentation fiable et une bonne étanchéité du broyeur, un sas à concassés et une goulotte adaptée à la matière sont intégrés dans l'installation.

Sas à concassés.



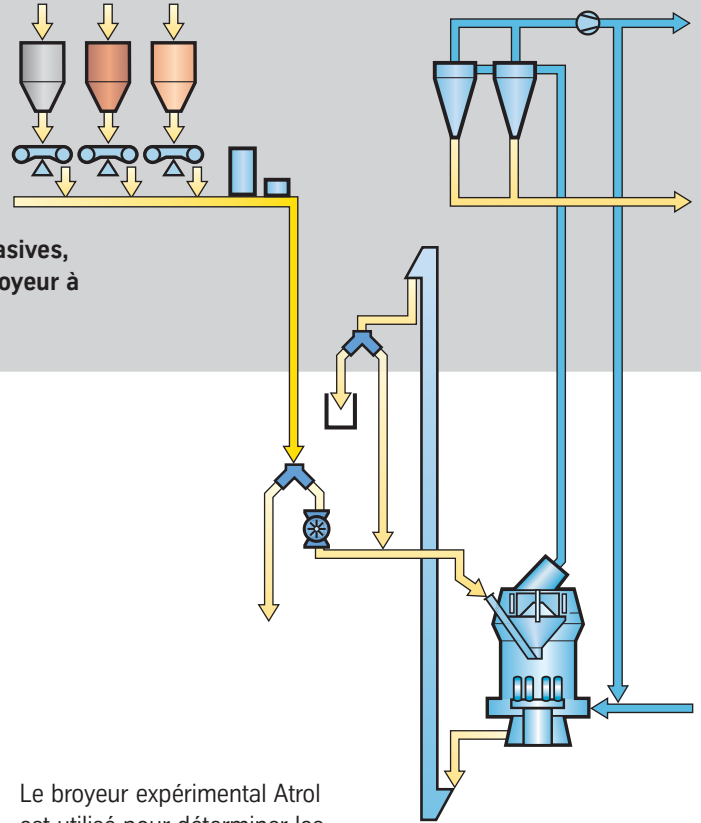
Réducteur de la table de broyage.



Le broyeur vertical à galets Polysius... ...pour le broyage du cru.



Les matières premières pour la fabrication de clinker quelles soient tendres à dures, sèches et fines à très humides et collantes et/ou faiblement à extrêmement abrasives, sont bien préparées dans le broyeur à galets Polysius.

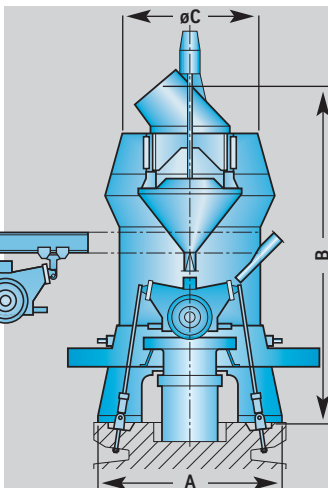


Ce système de broyage comprend le tapis d'alimentation du broyeur (équipé d'un détecteur de métaux et d'un séparateur à ferraille), le clapet réversible permettant de sortir rapidement les corps étrangers, le sas à concassés (avec ou sans chauffage) et la goulotte.

La recirculation externe et l'anneau de buses réglable permettent de minimiser la perte de charge et la consommation énergétique du ventilateur du broyeur.

Le flow sheet de l'installation, mais aussi les détails de la conception tels que les qualités de matière des pièces de broyage, la protection anti-usure et l'exécution du séparateur sont adaptés de manière optimale au broyage du cru.

Le broyeur expérimental Atrol est utilisé pour déterminer les propriétés spécifiques de la matière telles que la consommation énergétique, le comportement en cours de broyage et le caractère abrasif. Les résultats permettent de définir avec fiabilité la taille du broyeur et du séparateur, la puissance d'entraînement, le concept de protection anti-usure et les qualités matière des outils de broyage.



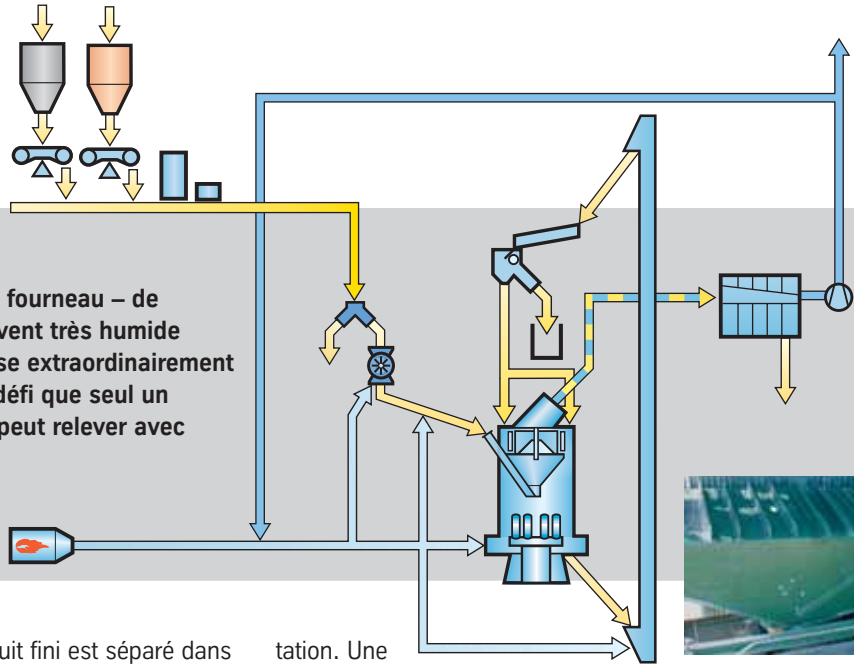
Données de dimensionnement.

Type RM		27/13	30/15	33/16	36/18	38/19	41/20	43/21	46/23	48/24	51/26	54/27	57/28	60/29	66/29
Puissance installée kW		580	750	950	1190	1360	1650	1850	2190	2440	2840	3270	3750	4260	4800
Débit (Matières premières, broyabilité moyenne, 12 % R 0,09 mm)	t/h	90	115	150	185	210	255	285	340	380	440	500	580	660	740
A	mm	5700	6600	7300	8100	8400	8800	9100	9300	9700	10000	10700	11100	12000	13300
B	mm	10000	11000	12000	13000	14000	15500	16200	17000	17500	18000	19000	22000	25000	28000
C	mm	4000	4300	4800	5200	5700	6000	6600	7000	7500	7900	8400	9000	9300	10200

... pour le broyage de laitier.



Broyer le laitier de haut fourneau – de fine granulométrie, souvent très humide et abrasif – à une finesse extraordinairement élevée ... constitue un défi que seul un équipement particulier peut relever avec succès.



Séparateur magnétique à tambour d'extraction de limaille.

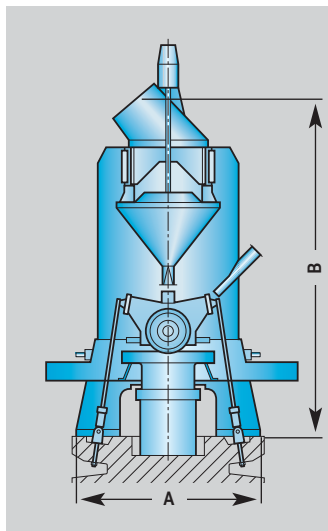
Les systèmes Polysius de broyage de laitier se caractérisent par un circuit externe largement dimensionné, dans lequel la matière recirculée passe dans un séparateur magnétique à tambour qui extrait les particules de ferrailles.

Le produit fini est séparé dans un filtre à manches afin de protéger le ventilateur système installé en amont des poussières abrasives.

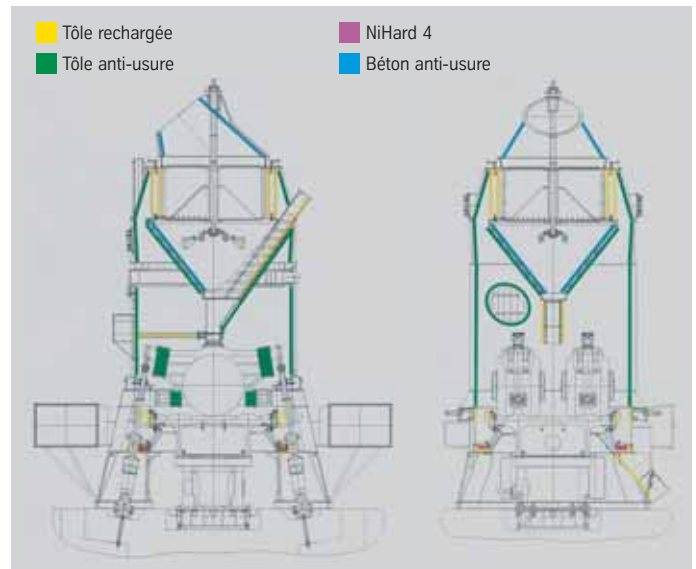
Un générateur de gaz chaud installé pour sécher le laitier chauffe non seulement le broyeur, mais aussi le sas à concassés, la goulotte des fraîches et l'élevateur de recirculation.

Une analyse chimique du laitier granulé fournit des informations sur le taux d'usure des outils de broyage. Elle sert en conséquence à la sélection du matériau de protection anti-usure.

Le dimensionnement du broyeur repose sur le test Zeisel qui, malgré la faible quantité nécessaire pour l'analyse (3 kg), présente une très bonne corrélation avec les résultats d'explo-



Protection anti-usure pour le broyage de laitier et de clinker.

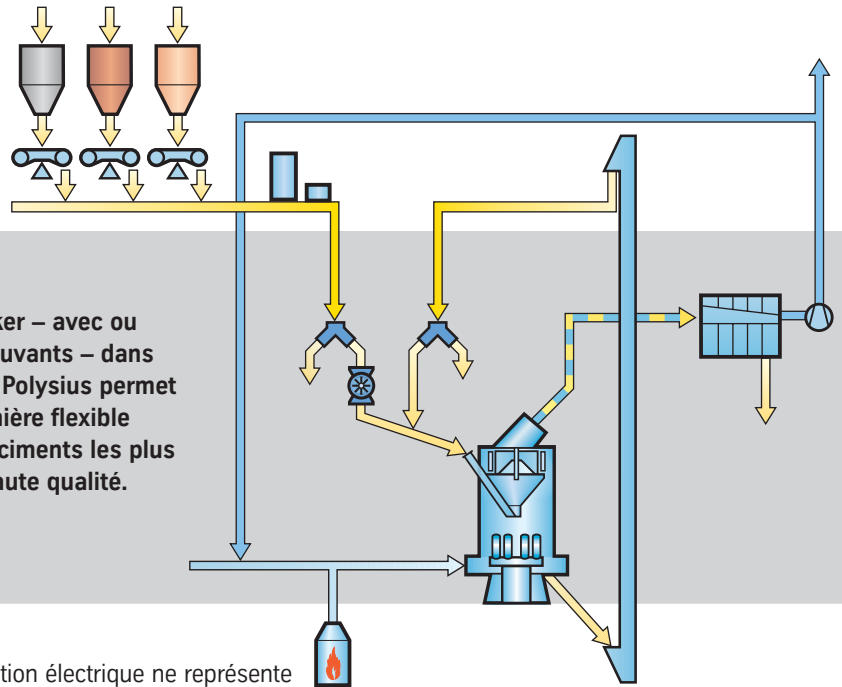


Type RMS		30/15	33/16	36/18	38/19	41/20	43/21	46/23	48/24	51/26	54/27	57/28	60/29	66/29
Puissance installée	kW	700	900	1200	1380	1660	1800	2040	2370	2800	3000	3500	4000	4450
Débit <small>(Laitier, broyabilité moyenne, 4500 cm³/g s. Blaine)</small>	t/h	22	28	37	43	52	56	64	74	88	94	110	124	139
A	mm	6600	7300	8100	8400	8800	9100	9300	9700	10000	10700	11100	12000	13300
B	mm	11000	12000	13000	14000	15500	16200	17000	17500	18000	19000	22000	25000	28000

...pour le broyage de clinker.



Le broyage du clinker – avec ou sans additifs et adjuvants – dans le broyeur à galets Polysius permet de produire de manière flexible et économique les ciments les plus divers de la plus haute qualité.



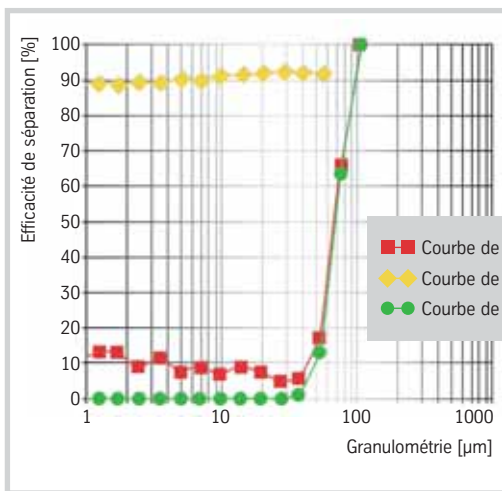
La simplicité d'exploitation du système n'est qu'un argument parmi d'autres en faveur de l'utilisation du broyeur vertical à galets pour le broyage du clinker:

● **rentabilité élevée**

En comparaison, la consom-

mation électrique ne représente environ que 60 % de celle d'un broyeur à boulets. Les taux d'usure exceptionnellement faibles se traduisent par des durées de vie extrêmement élevées des pièces de broyage (pour le broyage de CPO, ces dernières atteignent plus de 20.000 h de fonctionnement – sans modification marquante de leurs profils et avec une efficacité constante de broyage).

L'excellent rendement du séparateur SEPOL®-RMC contribue à la performance de l'atelier. Le diagramme montre un taux de matière non séparée de seulement 5 % et un degré de rendement du séparateur de plus de 90 % dans la plage granulométrique concernée.



● **broyage-séchage efficace**

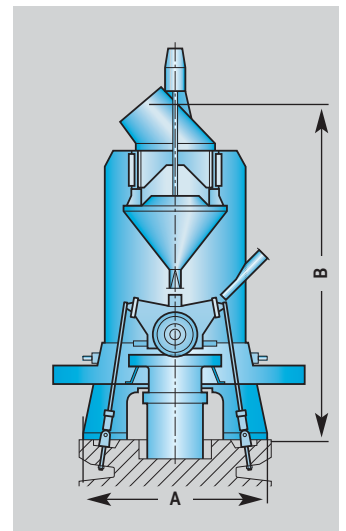
Dans le cas de ciments aux ajouts, le broyeur à galets permet de broyer et simultanément, de sécher ces ajouts en dépit de leur humidité et de leur quantité importantes. De ce fait et pour deshydrater le porteur de sulfate ou gypse, le broyeur peut être chauffé par les gaz chauds d'un foyer ou par les gaz de sortie du refroidisseur de clinker.

● **flexibilité élevée**

Le temps de rétention court de la matière dans le broyeur permet de basculer rapidement sur d'autres qualités de ciment.

● **qualité de produit élevée**

La qualité des ciments produits est comparable à celle des produits d'un broyeur à boulets, dans certains cas même mieux.



Type RMC		30/15	33/16	36/18	38/19	41/20	43/21	46/23	48/24	51/26	54/27	57/28	60/29	66/29
Puissance installée	kW	502	649	857	984	1183	1276	1465	1698	2006	2147	2507	2834	3188
Débit (Clinker, broyabilité moyenne, 3000 cm ² /g s. Blaine)	t/h	33	43	56	65	78	84	96	111	132	141	165	186	209
A	mm	6600	7300	8100	8400	8800	9100	9300	9700	10000	10700	11100	12000	13300
B	mm	11000	12000	13000	14000	15500	16200	17000	17500	18000	19000	22000	25000	28000

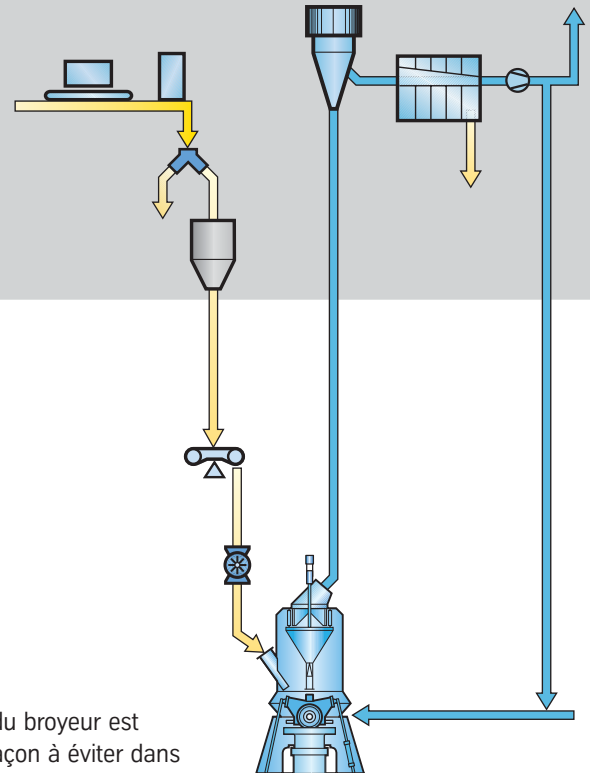
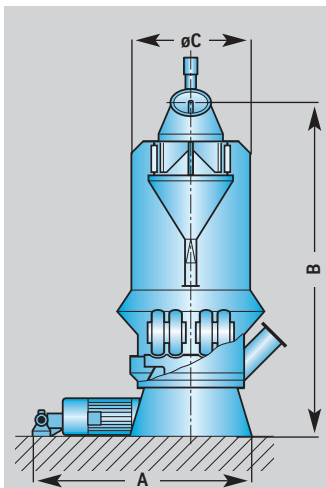
... pour le broyage de charbon/coke de pétrole.



Le charbon, le coke de pétrole et autres combustibles solides similaires sont broyés aux finesses requises par l'atelier de cuisson dans le respect des règles de sécurité.

Le dimensionnement de l'installation est déterminé par l'efficacité du broyage, du séchage et de la séparation des combustibles solides tels que le charbon et le coke de pétrole, mais aussi par la manipulation des combustibles pulvérisés qui comportent un risque d'inflammation et d'explosion.

L'atelier de broyage est doté de nombreuses mesures de sécurité. Outre le système d'alimentation du broyeur (sas à concassés résistant aux chocs de pression) et le broyeur proprement dit avec le séparateur (dimensionnés pour résister aux chocs de pression de 8 bar), il comprend des événements avant et après broyeur, le filtre de dépoussiérage avec clapets d'explosion, les registres à fermeture rapide en amont et en aval du filtre, le ventilateur système et la conduite d'air de retour avec registre de réglage permettant de contrôler la température et le circuit de gaz. La sécurité de l'installation est également assurée par les contrôles température et CO₂, ainsi que par un système d'inertage au CO₂.



L'intérieur du broyeur est conçu de façon à éviter dans une large mesure les dépôts de combustibles qui peuvent être source d'auto-inflammation. Il n'y a pas de recirculation externe de la matière. Les corps étrangers sont retirés par des systèmes d'extraction spéciaux.

Pour des combustibles connus, l'installation est dimensionnée à l'aide de l'indice Hardgrove et de l'analyse chimique (cendre). Dans des cas extrêmes et lorsque la qualité de combustible n'est pas connue, il est

judicieux de faire un essai complémentaire dans une installation pilote.

Idéalement l'installation est exploitée en atmosphère inerte ($O_2 \leq 12\%$). L'utilisation d'air chaud ou de fumées à teneur en oxygène plus élevée est aussi possible – à condition que des valeurs données de température des gaz chauds et de teneur en composants volatiles du combustible ne soient pas dépassées.

Typ RMK		8/4	11/5.5	13/6.5	15/7.5	17/8	19/9	21/10	23/11	25/12	27/13	30/15	33/16	36/18
Puissance installée	kW	30	65	100	140	190	250	320	410	500	610	790	1000	1250
Débit (Houille 50° Hardgrove, 12 % R 0,09 mm)	t/h	2,2	5,0	7,5	10,0	14,5	19,5	25	31	38,5	47	61	77	96
A	mm	2250	2750	3500	4350	3200	4450	5000	5650	5900	6200	6700	7500	8500
B	mm	2500	3500	4800	5000	5800	8000	8300	8700	9400	11000	12500	14500	17000
C	mm	1150	1800	2200	2350	3000	3100	3200	3750	4200	4700	4900	5400	6000