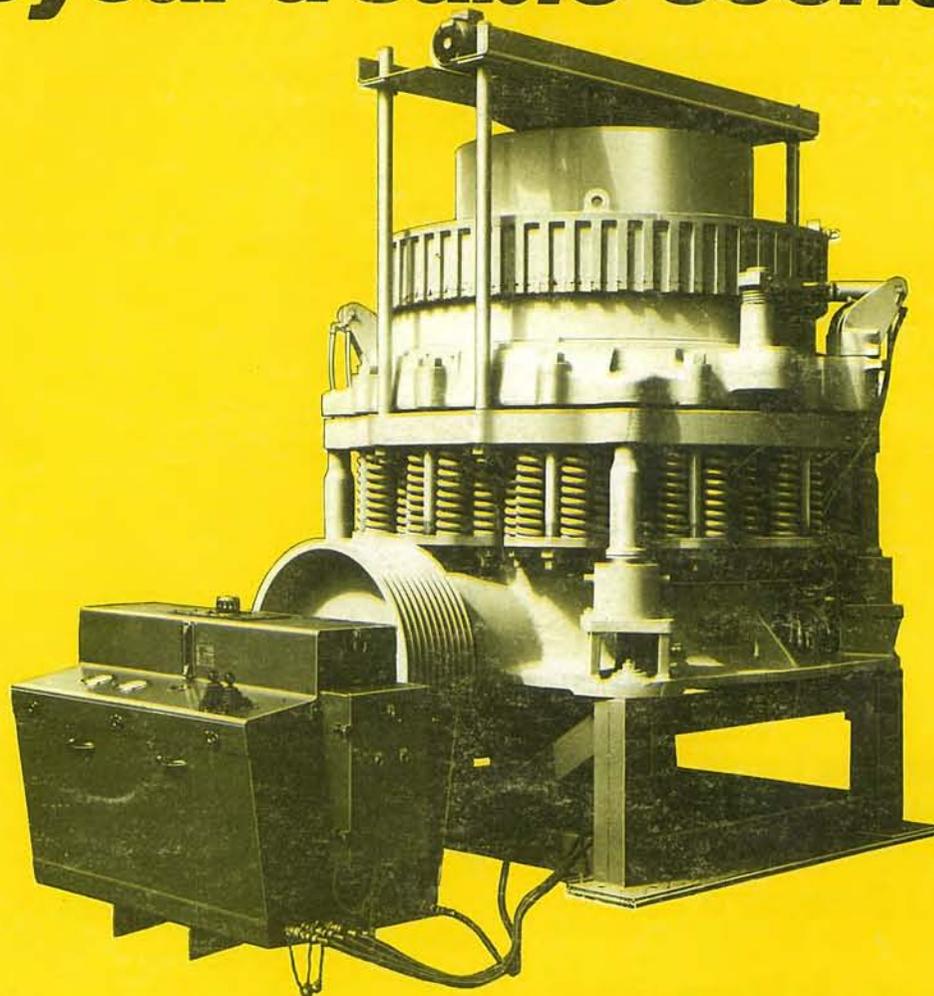


**Bergeaud** 

# ***Le Gyradisc : un broyeur à sable économique***



**Fiable** de par sa conception technologique.

**Original** grâce à la fragmentation par auto-broyage ou attrition.

**Indispensable** pour la fabrication de sable et de petits granulats d'excellente qualité.

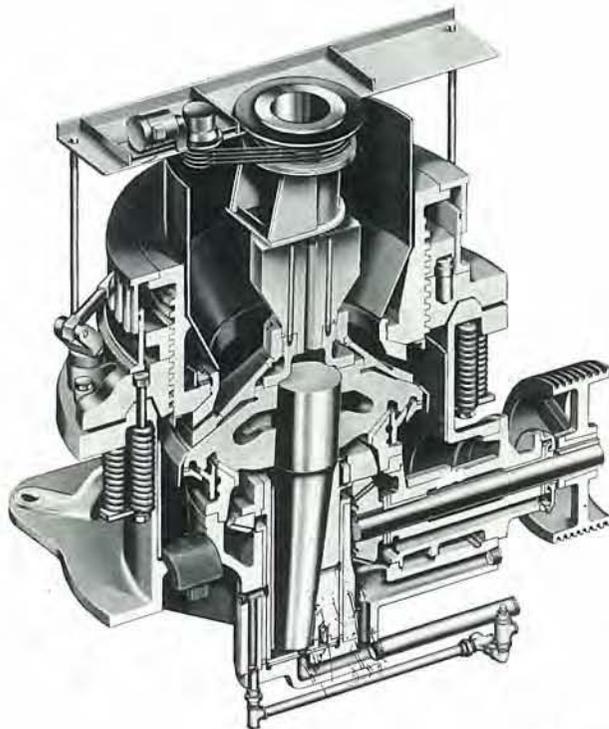
**Rentable** par le débit important, le faible coût d'exploitation et l'élimination des classes excédentaires.

# SOMMAIRE

	Page
● <b>Fiable par sa conception technologique</b>	
Conception d'ensemble du Gyradisc	3
Une particularité fondamentale : les machoires	4
Des sécurités efficaces et une assistance hydraulique améliorant l'efficience	5
● <b>Original grâce à la fragmentation par auto-broyage ou attrition</b>	
Originalité de la chambre de broyage	6
Principe de fonctionnement	7
Conséquences directes de ce type de fragmentation	8
Influence de l'alimentation dans la fragmentation par attrition	9
● <b>Indispensable pour la fabrication de sable et de petits granulats d'excellente qualité</b>	
En circuit ouvert	10
En circuit fermé	11
Des granulats d'excellente qualité	12
● <b>Rentable par le débit important, le faible coût d'exploitation et l'élimination des classes excédentaires</b>	13
● <b>Etude comparative Gyradisc / Broyeur à barres</b>	14
● <b>Exemple d'installation : barrage "Al Massira".</b>	15
● <b>Caractéristiques techniques</b>	16

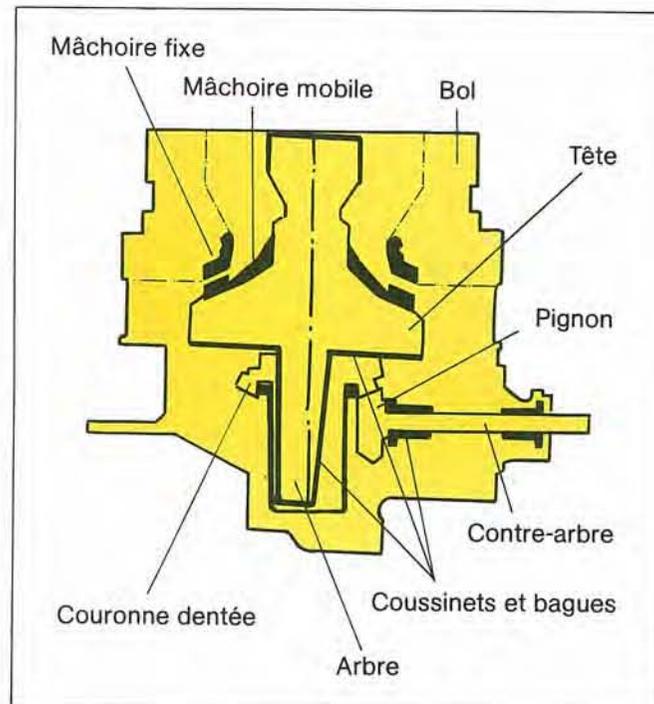
# ***Un broyeur fiable de par sa conception technologique.***

- Dans son ensemble, la conception du Gyradisc est analogue à celle des célèbres broyeurs à cônes Symons dont les qualités de robustesse, de fiabilité et de facilité d'exploitation ont été mises en évidence par les quelques 17 000 appareils en service dans le monde.



- Les principaux constituants du Gyradisc sont les mêmes que ceux du Symons :
  - Arbre et contre-arbre,
  - Couple conique et excentrique,
  - Bagues et coussinet bronze,
  - Tête et bol,
  - Mâchoire fixe et mâchoire mobile,

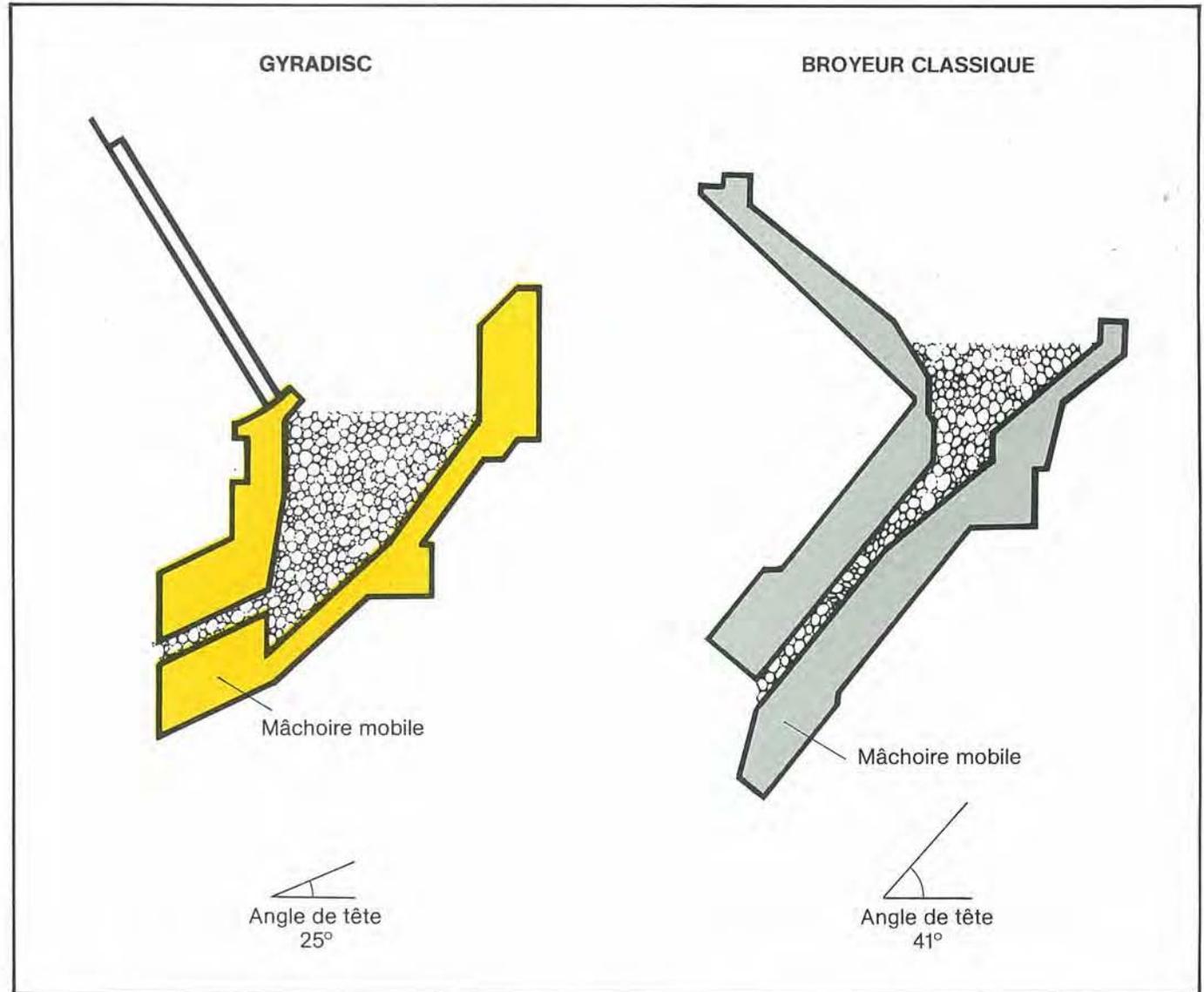
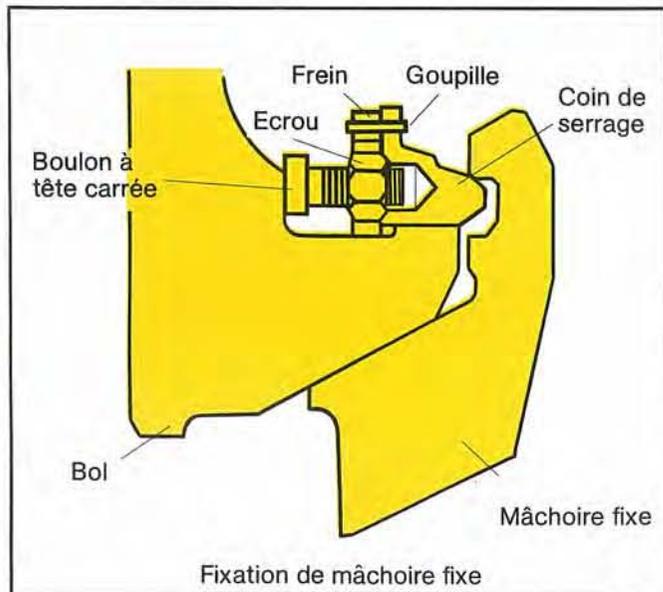
- 5 points forts garantissent la fiabilité du Gyradisc :
  - Petit nombre de pièces en mouvement,
  - Excellente protection contre les poussières,
  - Vitesse de rotation relativement lente,
  - Reprise des efforts de broyage dans un coussinet sphérique largement dimensionné,
  - Usure régulière des mâchoires, par suite notamment de la rotation de la mâchoire fixe au cours des opérations de réglage.



***Solidité, fiabilité, facilité d'exploitation.***

## Une particularité fondamentale, les mâchoires :

- Elles sont beaucoup plus courtes et inclinées sur l'horizontale que les mâchoires des broyeurs giratoires classiques.
- Elles sont fixées par des moyens purement mécaniques, permettant leur remplacement aisé et rapide.



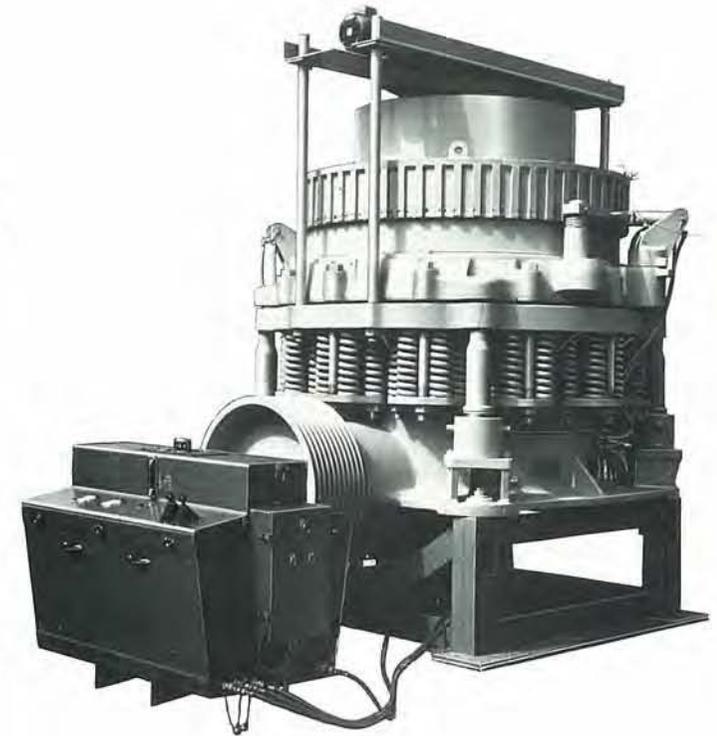
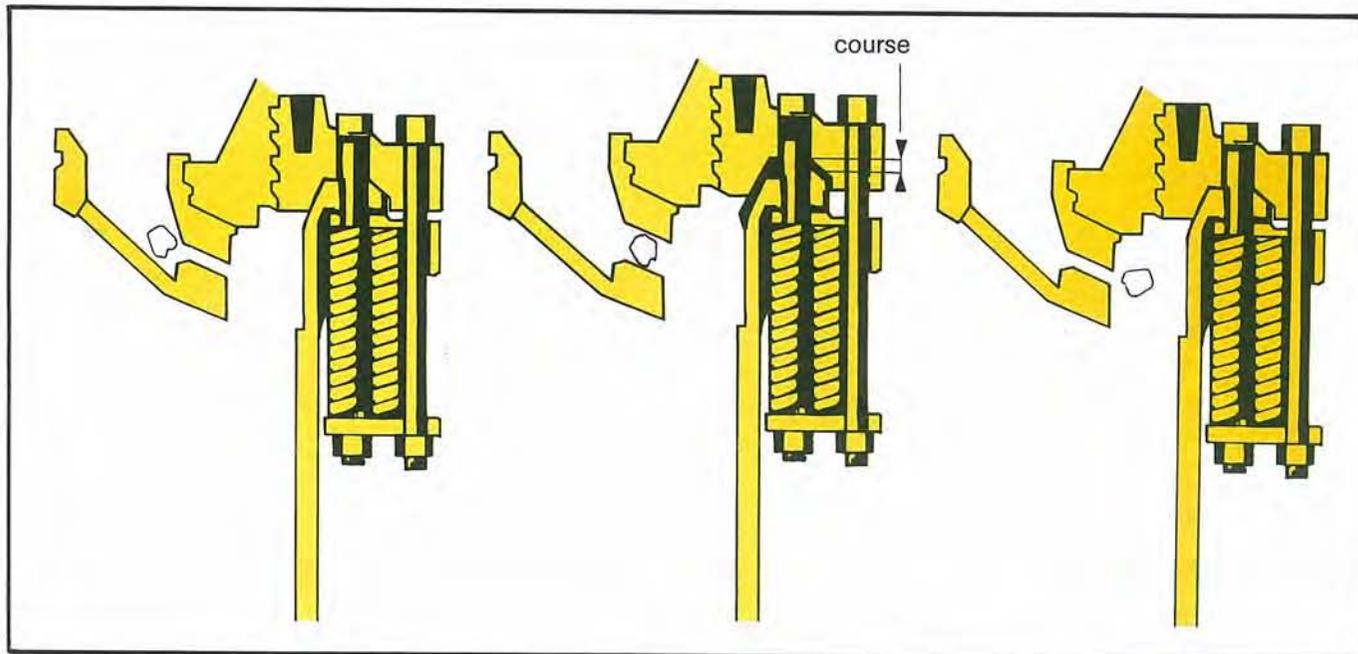
*Pas de produit à couler, réduction des temps morts  
= amélioration de l'efficacité moyenne.*

## Des sécurités efficaces :

- Contre les défauts de lubrification, différents détecteurs préviennent :
  - un manque de circulation d'huile,
  - un manque de pression d'huile,
  - des échauffements anormaux du circuit de graissage.
- Contre les imbroyables, les ressorts assurent :
  - une réaction immédiate,
  - un retour automatique au réglage initial,
  - une simplicité, donc une robustesse de fonctionnement.

## Une assistance hydraulique améliorant l'efficacité.

- Celle-ci permet à distance et très rapidement :
- De débloquer l'anneau de réglage,
  - De modifier le réglage de l'appareil,
  - De dégager la chambre de broyage en cas de bourrage éventuel.



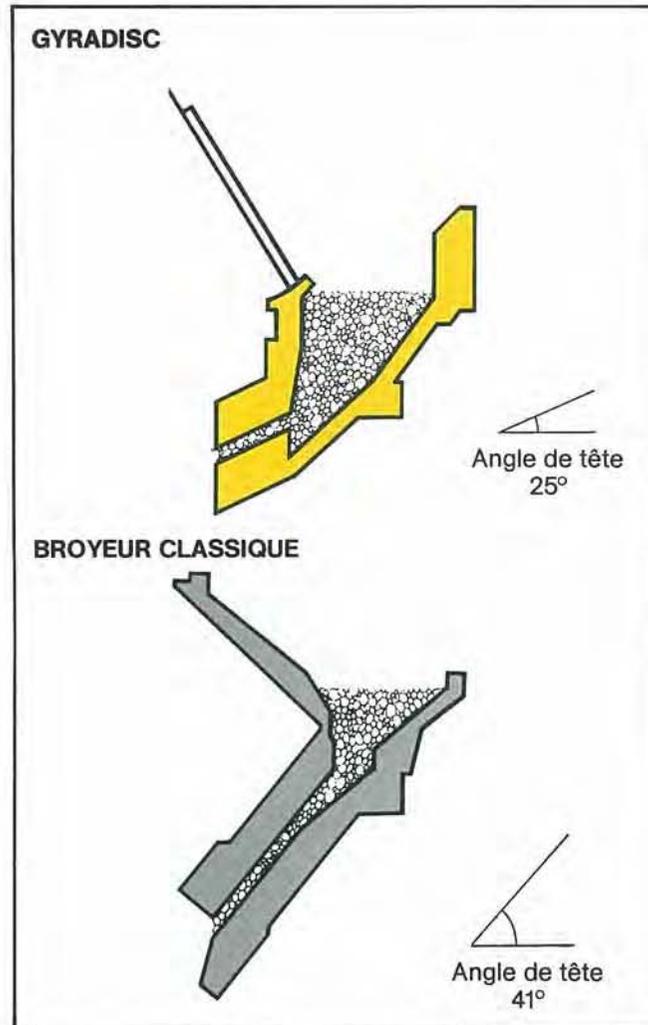
*Simplicité, robustesse.*

# La fragmentation par auto-broyage ou attrition : une exclusivité du Gyradisc .

## Originalité de la chambre de broyage.

Comparons la chambre de broyage d'un Gyradisc à celle d'un broyeur classique.

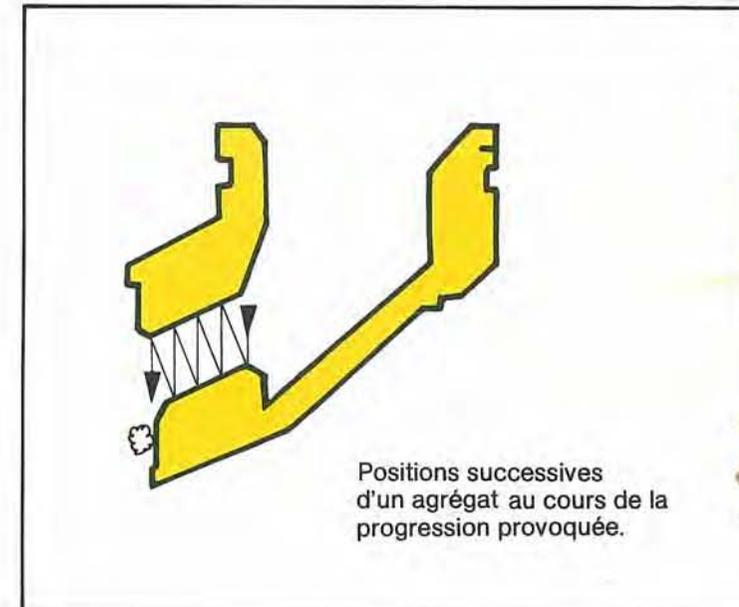
- L'angle formé par les mâchoires du Gyradisc avec l'horizontale est beaucoup plus petit que celui correspondant aux mâchoires d'un broyeur classique (**cet angle est inférieur à l'angle de talus naturel des matériaux**). De ce fait, l'angle au sommet des mâchoires du Gyradisc est plus grand que celui des broyeurs classiques.
- La mâchoire mobile possède un redan.
- La zone terminale de la chambre de broyage du Gyradisc est limitée par deux pistes circulaires pratiquement parallèles.



## Principe de fonctionnement :

1 - Dans un broyeur classique, le principe même de fonctionnement basé sur le déplacement alternatif des pièces de broyage fait qu'une grande quantité de matériaux déclassés s'échappent, surchargeant le circuit fermé : on ne produit, de ce fait, qu'une faible quantité d'éléments fins.

2 - Dans le Gyradisc, les matériaux ne peuvent s'échapper de par leur propre poids du fait



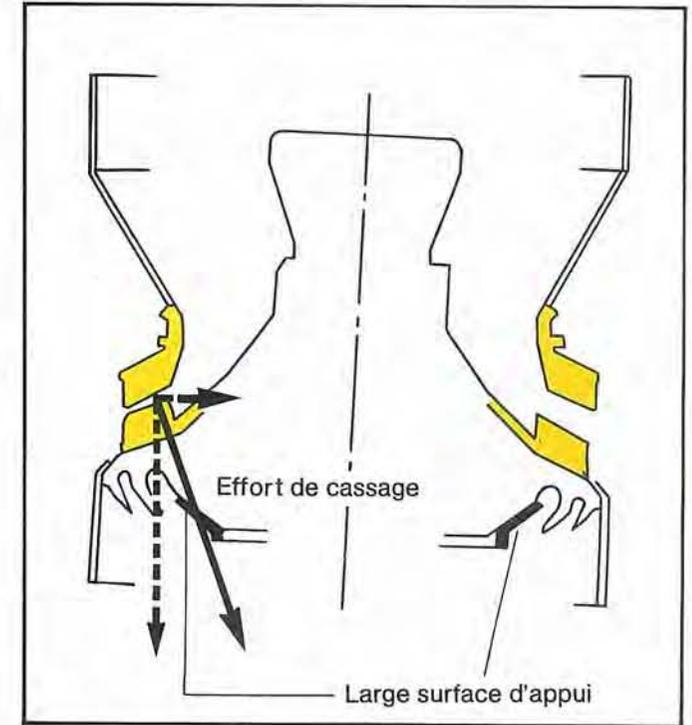
de la forme originale de la chambre de broyage : ils sont en effet retenus par l'angle important des mâchoires et par le redan de la mâchoire mobile.

La progression à travers cette chambre est provoquée par le mouvement d'avancement de la tête, les matériaux étant propulsés à l'extérieur par la mâchoire inférieure, tout en étant relevés et écrasés contre la mâchoire fixe.

Il y a création, dans la chambre de broyage, d'une couche épaisse de matériaux pris "en sandwich". A chaque battement de la tête,

**la compacité de cette couche** est brutalement augmentée, les matériaux ne pouvant s'échapper facilement par le bas et ne pouvant remonter dans la partie haute de la chambre. Les produits sont, de ce fait, **malaxés les uns entre les autres**, les éléments fins se glissant entre les gros, les éléments longs étant soumis à une flexion de la part des éléments voisins.

Certains constructeurs ont tenté d'appliquer ce principe de fragmentation sur leurs appareils. Mais une chambre de broyage à faible pente

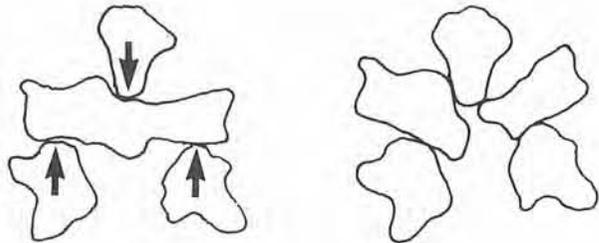


modifie considérablement la direction des efforts qui devient alors presque parallèle à l'axe de la tête. Ce type de fragmentation ne peut donc être adopté que sur un appareil capable de supporter des efforts verticaux importants et disposant, comme le Gyradisc, d'une grande surface pour la reprise de ces efforts (coussinet sphérique).

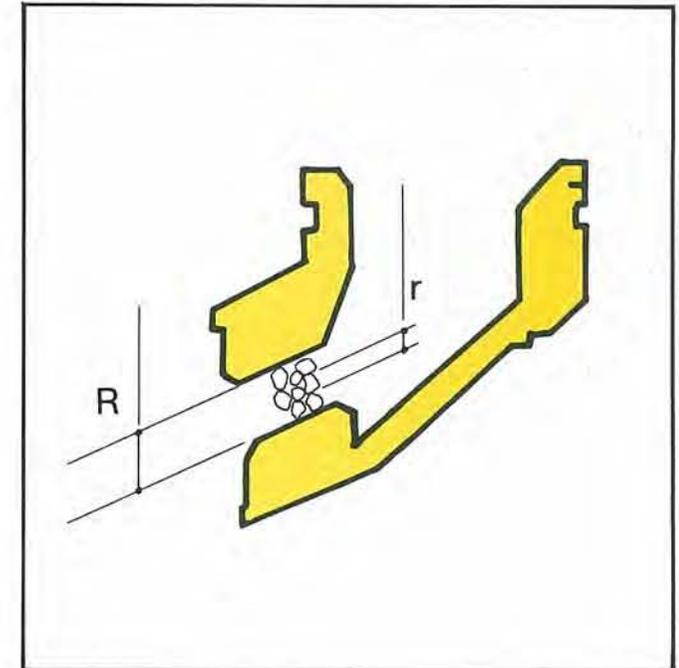
*Matériaux retenus dans la chambre de broyage, progression provoquée, augmentation brutale de la compacité: "c'est la fragmentation par auto-broyage". 7*

## Conséquences directes de la fragmentation par attrition :

- **Augmentation de la production d'éléments fins** par suite des multiples frottements subis par les matériaux au cours du phénomène d'auto-broyage.
- **Amélioration de la forme** des produits obtenus par suite de la destruction des éléments longs par les éléments voisins.



- **Réduction de l'influence du réglage** sur le débit de sable fin obtenu par suite du broyage des produits au sein d'une couche épaisse de matériaux. Le réglage usuel est de 7 à 10 mm.
- **Possibilité de broyer des produits inférieurs au réglage** et de recycler dans un Gyradisc jusqu'à 80 % de sa production. C'est le seul appareil qui permet une telle alimentation.



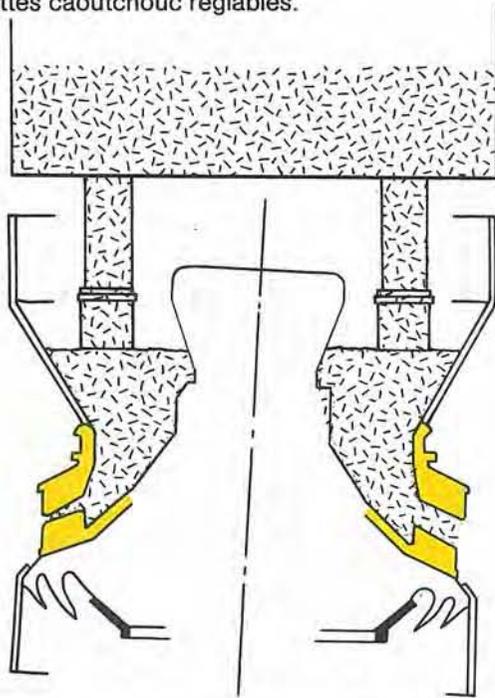
PRODUIT TRAITE	ALIMENTATION	APPAREIL	REGLAGES (mm)	DEBIT 0/2	REFERENCES
Silico-calcaire	5/31	GY. 36"	6,5 à 8,5 Plage de variation 31 %	14,7 à 15,7 t/h Plage de variation 7 %	KIESWERK WHYLEN
Basalte	18/30	Gy. 48"	6 à 8 Plage de variation 33 %	16,4 à 17,8 t/h Plage de variation 9 %	MAZZA

## Influence de l'alimentation dans la fragmentation par attrition :

Afin d'obtenir un maximum de compacité dans la chambre de broyage, il est nécessaire :

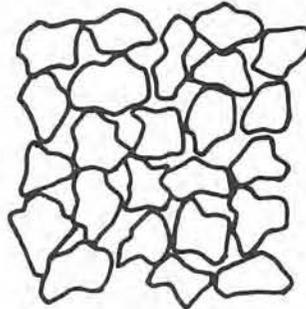
- D'assurer une alimentation bien répartie sur toute la périphérie de cette chambre. Cette

2 ou 4 tubes Ø 180 avec bavettes caoutchouc réglables.

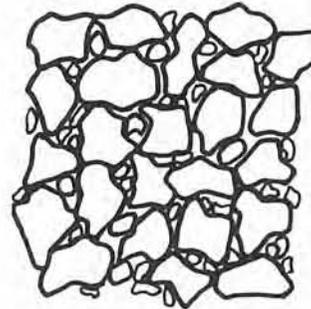


fonction est assurée par un distributeur rotatif dans la majorité des cas, mais on peut rencontrer des Gyradisc utilisés sans distributeur, la répartition et l'homogénéité de l'alimentation étant réalisée par une goulotte spécialement étudiée.

- D'alimenter l'appareil avec une granulométrie étalée. En effet, la compacité d'un produit à granulométrie étalée (5/20 par exemple) est nettement supérieure à celle d'un produit à granulométrie serrée (14/20 par exemple). Les éléments fins remplissant les vides entre les éléments plus gros, accroissent ainsi le phénomène d'attrition et le débit traversant l'appareil. Cette alimentation étalée est automatiquement réalisée dans le cas d'un circuit fermé sur une petite maille. Mais elle doit être recherchée dans le cas d'un circuit ouvert.



Granulométrie serrée



Granulométrie étalée

D'autre part, on constate que, dans certains cas, une alimentation étalée permet une augmentation de la durée de vie des mâchoires. C'est ainsi que sur l'installation Al Massira (page 15), la durée de vie moyenne d'un jeu de mâchoires (sur un an de chantier) est de 430 heures pour une alimentation en 15/25 et de 550 heures pour une alimentation en 2,5/25 (soit un gain de 28 %).

### Exemple d'influence favorable d'une alimentation étalée sur le débit :

**NATURE DES MATERIAUX :**  
SILICO-CALCAIRE

**APPAREIL :**  
GYRADISC 36"

(Courbes de référence n° 128.057 à 060)

- **REGLAGE : 6,5 mm**  
L'alimentation en 8/20 concassé permet un débit supérieur de 32 % au débit obtenu avec une alimentation en 8/12 concassé.
- **REGLAGE : 9 mm**  
L'alimentation en 8/20 concassé permet un débit supérieur de 21 % au débit obtenu avec une alimentation en 8/12 concassé.

# Le Gyradisc est indispensable pour la fabrication de sable et de petits granulats d'excellente qualité.

**En circuit ouvert, forte proportion d'éléments fins en sortie du Gyradisc.**

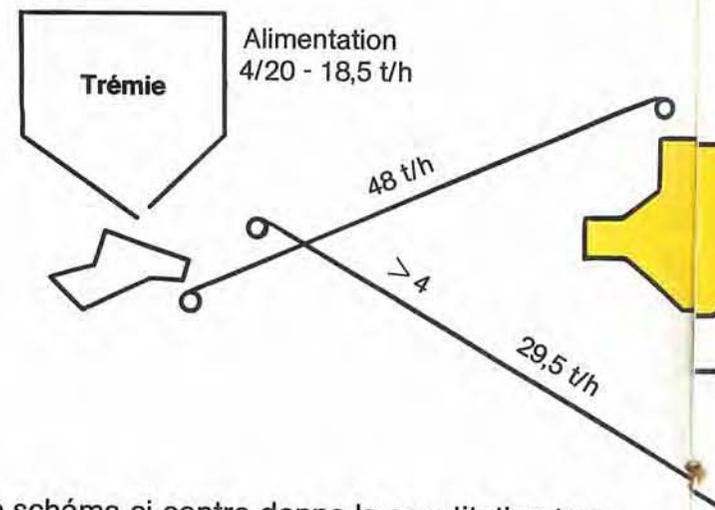
## Exemples de débits en circuit ouvert

Le tableau ci-dessous et les courbes jointes mettent en évidence la forte proportion de sable contenue dans les produits issus d'un Gyradisc.

NATURE	ALIMENTATION	APPAREIL	REGLAGE (mm)	DEBIT TOTAL 0/14	% 0/4	DEBIT TOTAL 0/4	COURBE DE REFERENCE	REPERE DES COURBES JOINTES
Grès	6/40	GY 36"	9	42 t/h	38	16 t/h	4.128.276	1
Granit	6/25	GY 36"	9,5	47 t/h	45	21 t/h	4.128.051	2
Basalte	14/30	GY 36"	8,5	41 t/h	36	15 t/h	4.127.255	3
Calcaire	3/30	Gy 36"	8,5	69 t/h	47	32 t/h	4.127.227	4
Silico calcaire	10/16	GY 36"	8,5	48 t/h	40	19 t/h	4.127.825	5
Gallet du Rhin	5/31	GY 36"	6,5	62 t/h	44	27 t/h	4.128.145	6
Gallet du Rhône	5/15	GY 36"	8	52 t/h	45	23 t/h	4.127.960	7
Granit	3/40	GY 48"	9	78 t/h	55	43 t/h	4.127.790	8
Grès	6/40	GY 48"	9	89 t/h	35	31 t/h	4.128.275	9
Basalte	18/30	GY 48"	7	84 t/h	34	29 t/h	4.128.284	10

**En circuit fermé, fabrication exclusive de sable.**

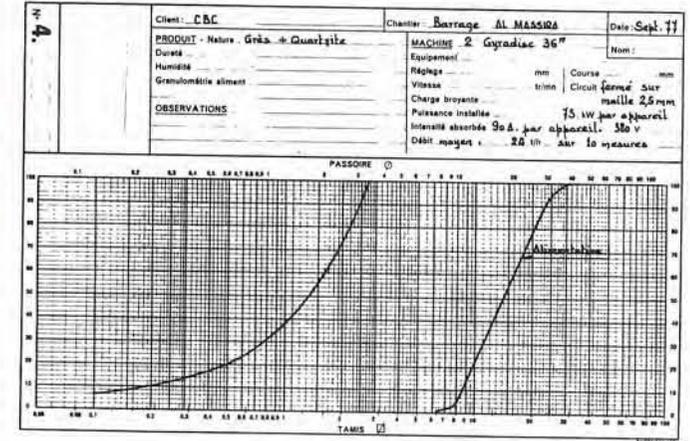
Comme le Gyradisc accepte à l'alimentation des matériaux de dimension inférieure au réglage (c'est le seul appareil de broyage fin qui le permet), il est possible de faire travailler cet appareil en circuit fermé sur une maille de petite dimension pour fabriquer exclusivement du sable.



Le schéma ci-contre donne la constitution type d'une telle installation, les granulométries et débits qui y figurent correspondent à des essais effectués sur un matériau calcaire (courbe référence 4/127.188).

## Exemples de débits en circuit fermé

CHANTIER	ALIMENTATION	NATURE	APPAREIL	DEBIT DE SABLE		COURBE REFERENCE
Al Massira	8/25	Grès et Quartzite	2 x GY 36"	24 t/h	0/2,5	Courbe ci-contre
Kieswerk	16/31	Silico Calcaire	Gy 36"	15 t/h	0/2	
Spie Bagdad	10/38	Silico Calcaire	Gy 48"	27 t/h	0/2	
Famy	3/30	Silico Calcaire	Gy 36"	18 t/h	0/3	n° 127.189



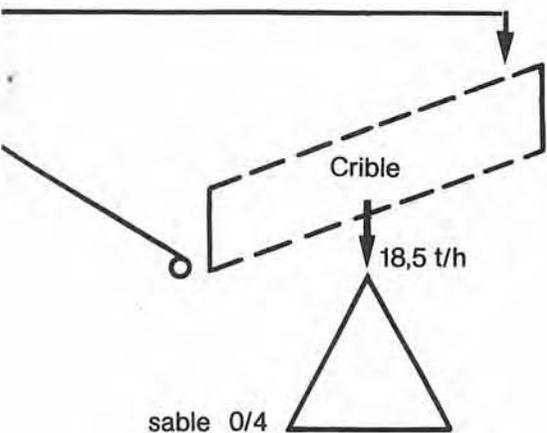
Gyradisc

## Autres exemples d'installations de Gyradisc travaillant en circuit fermé :

### Clients :

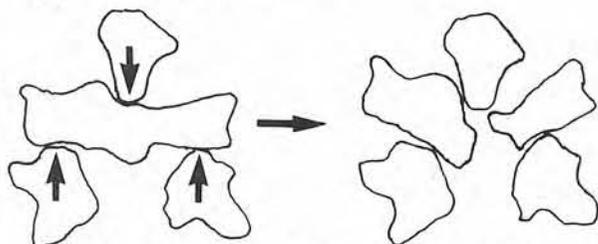
- Bourjac - Manosque (04) : Sable 0/3
- Delage - Bouthéon (42) : Sable 0/5
- Thomas - Veauchette (42) : Sable 0/5
- Calcaire de la Sambre - Landlies (Belg.) : Sable 0/1,6
- Richardmentil - Gamsheim (67) : Sable 0/3
- Heriau - St Aubin les Landes (35) : Sable 0/1,25

- Salviam Brunn - Mezieres les Metz (57) : Sable 0/1,5
- Mathieu - Marche en Famenne (Belg.) : Sable 0/1,8
- Carmeuse - Huy (Belgique) : Sable 0/1,25
- Hupfer A.G. - Riehen (Suisse) : Sable 0/3



## Des granulats d'excellente cubicité.

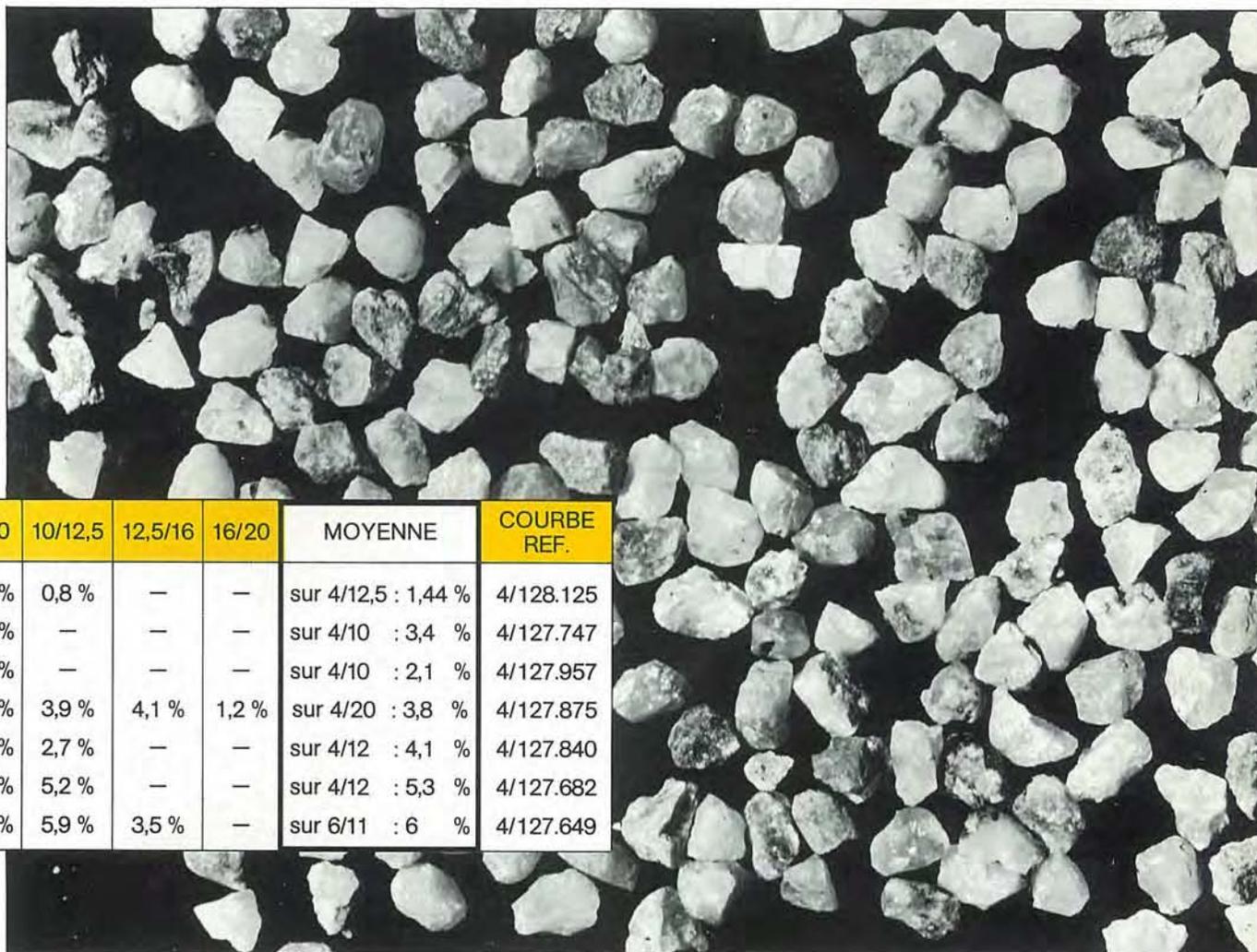
Au cours de l'augmentation brutale de la compacité de la couche de matériaux broyés, nous avons vu que les réaménagements multiples des produits entre eux détruisaient les éléments longs et plats.



Exemples de coefficients d'aplatissement

NATURE	ALIMENTATION	4/5	5/6,3	6,3/8	8/10	10/12,5	12,5/16	16/20	MOYENNE	COURBE REF.
Silico Calcaire	3/12,5 C	1,9 %	1,3 %	2 %	1,8 %	0,8 %	—	—	sur 4/12,5 : 1,44 %	4/128.125
Silico Calcaire	6/25 C	5,6 %	4 %	3,1 %	1,1 %	—	—	—	sur 4/10 : 3,4 %	4/127.747
Silico Calcaire	3/15 C + 15/30 R	2,8 %	2,4 %	2 %	1,3 %	—	—	—	sur 4/10 : 2,1 %	4/127.957
Granit	4/12 C + 20/40 C	4,5 %	4,9 %	5,2 %	3,8 %	3,9 %	4,1 %	1,2 %	sur 4/20 : 3,8 %	4/127.875
Calcaire	5/16	9 %	6,1 %	2,3 %	1,7 %	2,7 %	—	—	sur 4/12 : 4,1 %	4/127.840
Quartzite	5/25	8,4 %	6 %	4,5 %	4,5 %	5,2 %	—	—	sur 4/12 : 5,3 %	4/127.682
Schiste	—	—	—	10,3 %	4,4 %	5,9 %	3,5 %	—	sur 6/11 : 6 %	4/127.649

Les agrégats obtenus se caractérisent par leur excellente forme cubique, comme en témoigne le tableau ci-dessus.



# Rentabilité du Gyradisc: débit important, faible coût d'exploitation et élimination des classes excédentaires.

## Débites importants.

Les exemples précédents mettent en évidence l'importance des débits obtenus en éléments fins.

## Faible usure des mâchoires, faibles coûts d'exploitation.

Les matériaux étant broyés entre eux, les impacts entre métal et agrégats sont limités, ce qui se traduit par une faible usure des mâchoires.

A noter que les mâchoires du Gyradisc sont de par leur forme les mieux adaptées pour

retarder les effets néfastes de l'usure sur la production, et qu'elles permettent d'user jusqu'à 60 à 65 % de leur propre poids.

Ce tableau donne des exemples de durée de vie moyenne pour différentes natures de matériaux, ainsi qu'un ordre de grandeur de la consommation d'acier au manganèse ramenée à la tonne de 0/12.

## Elimination des classes excédentaires

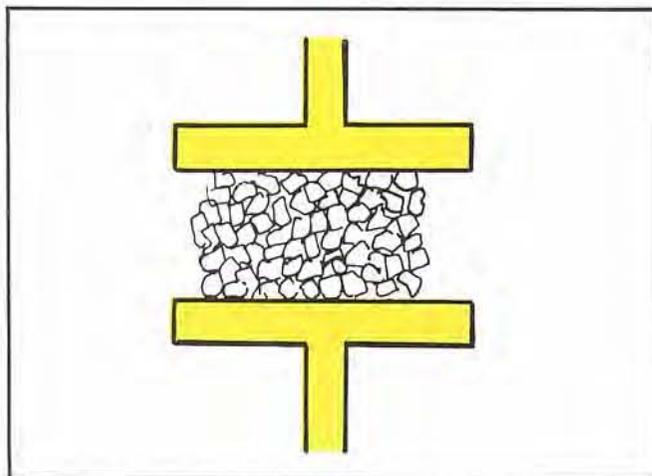
Les broyeurs classiques fabriquent plus de granulats que de sables et il y a généralement, dans toutes les exploitations, des classes excédentaires et invendues.

Il est possible, avec un Gyradisc, de les rebroyer pour fabriquer du sable. Par exemple broyage des 4/10 excédentaires.

L'installation d'Al Massira présentée en page 15 a permis d'éliminer la totalité des excédents de 2,5/8 fabriqués par l'installation des granulats béton.

## Quelques usures moyennes

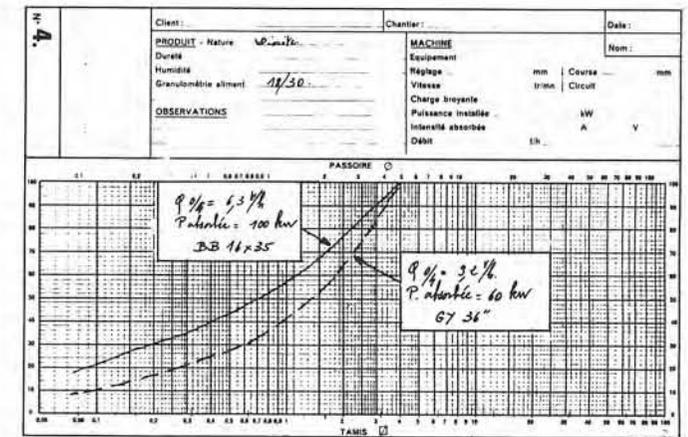
CHANTIERS	NATURE	RESISTANCE	L.A.	% SILICE	APPAREIL	POIDS MACHOIRE (kg)	DUREE DE VIE (h)	CONSOMMATION D'ACIER EN MANGANESE RAMENEE A LA T. SORTIE GY
Al Massira	Galet d'Oued (Grès et Quartzize)				GY. 36"	380	550	15 g/t
Raon l'Etape	Andésfite	4 000 kg	8.11	37	GY. 36"	380	500	17 g/t
Raon l'Etape	Andésite	4 000 kg	8.11	37	GY. 48"	790	400	22 g/t
Pont de Colonne	Microgranit		10.13	40	GY. 48"	790	500	18 g/t
La Meillerai Tillay	Microdiorite		6.11	40	GY. 48"	790	1.500	6 g/t
Le Pui-Gy	Microdiorite		10.12	40	GY. 48"	790	500	18 g/t
Pont de Charron	Amphibolite		12.16		GY. 36"	380	1.200	7 g/t
Rocher Coupe	Cornéenne		18	40	GY. 36"	380	800	11 g/t



# Etude comparative Gyradisc / broyeur à barres.

- **Matériaux** : diorite
- **Chantier** : Chatelus Malvaleix (23)

	BB 16 x 35 Voie Sèche	GY. 36" + CVB 15.40 + 2 TC pour Circuit Fermé
<b>Débit 0/4</b>	6,3 t/h	9,2 t/h
<b>Alimentation</b>	18/30	18/30
<b>Investissement</b>	504.480 F HT soit sur 1760 h x 10 ans = 4,55 F/t	621.455 F HT soit sur 1760 h x 10 ans = 3,84 F/t
<b>Puissance absorbée</b>	100 kW ____ soit ____ 15 kW/t	70 kW ____ soit ____ 7,6 kW/t
<b>Pièces d'usure</b>	En moyenne ____ 200 g/t à 300 g/t	1 jeu de mâchoires en 450 h soit : $\frac{380.000 \text{ g}}{9,2 \times 450 \text{ h}} = 92 \text{ g/t}$



# Fabrication de sable 0/2,5 barrage Al Massira (Maroc)

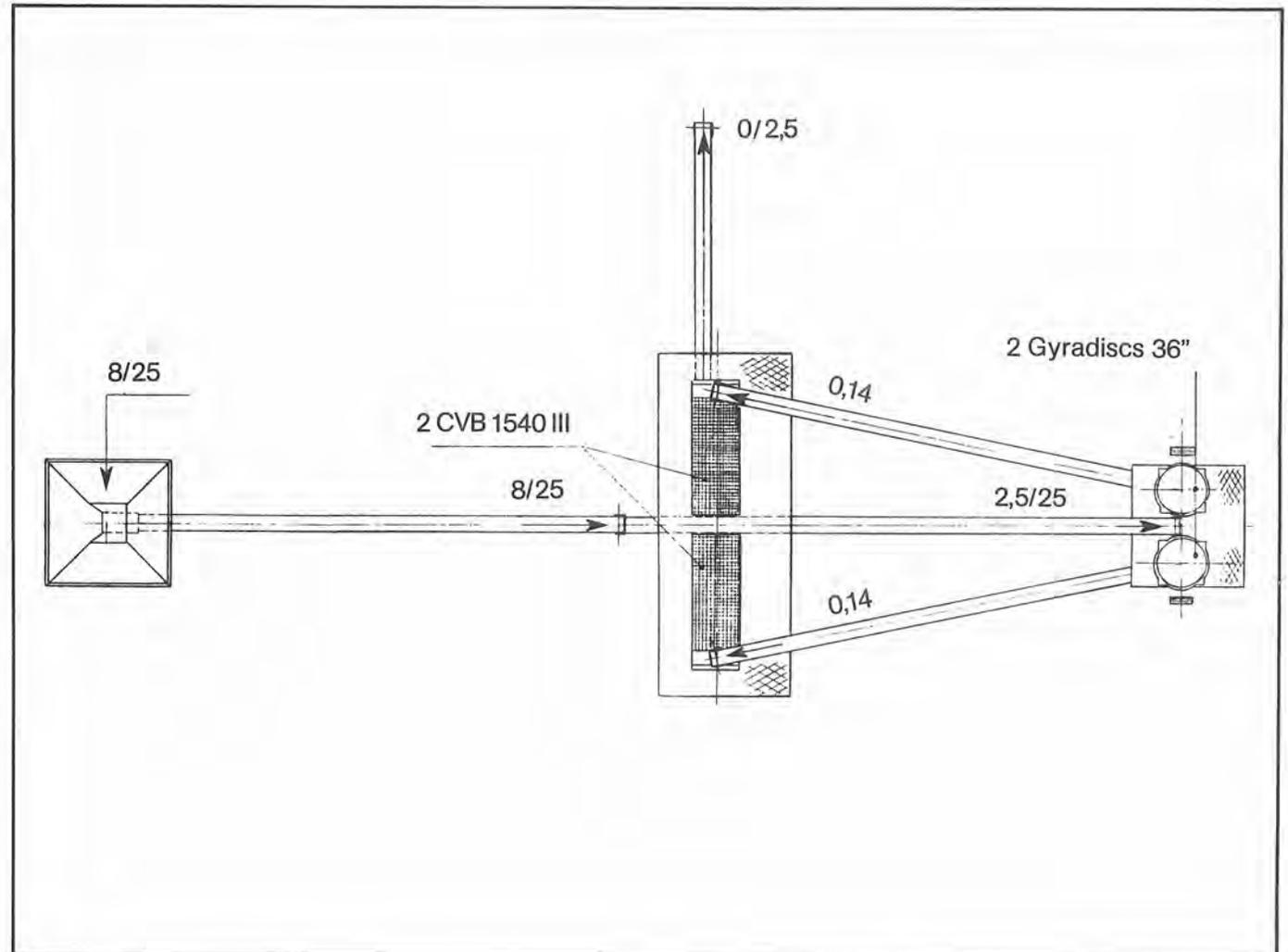
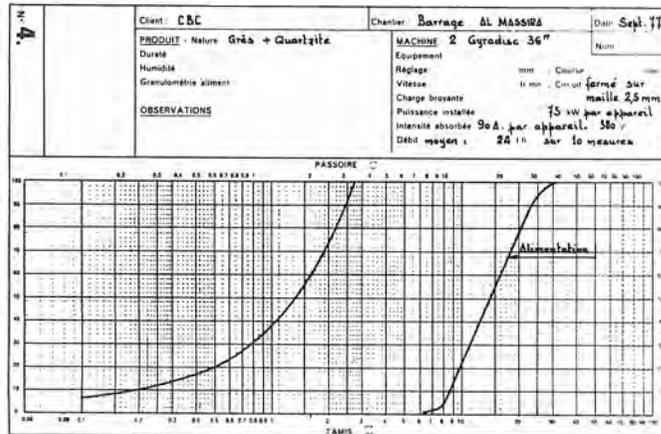
**Client :**  
Campenon Bernard Cetra

**Materiau :**  
Grès et Quartzite (Galets d'Oued)

**Fabrication de :**  
200 000 tonnes de sable concassé 0/2,5,  
à partir d'une alimentation en 8/25 par  
2 Gyradisc 36" travaillant en circuit fermé sur  
la maille de 2,5 mm.

**Travail en postes :**  
(2 x 12 heures)

**Débit nominal :**  
24 t/h



## Caractéristiques techniques

		GYRADISC 36"	GYRADISC 48"
<b>Broyeur</b>			
Masse _____	kg	11 050	26 650
Pièce la plus lourde _____	kg	2 800	6 700
Vitesse du contre-arbre _____	tr/mn	650	590
Vitesse de l'excentrique _____	tr/mn	350	310
Poulies à gorges :			
● diamètre primitif _____	mm	762	915
● largeur _____	mm	227	359
Capacité bac à huile _____	l	420	830
Refroidissement :			
● débit d'eau _____	m <sup>3</sup> /h	3 à 5	12 à 15
<b>Moteur</b>			
Vitesse _____	tr/mn	1 450	1 450
Puissance _____	kW	75	160
<b>Poulie motrice</b>			
● diamètre primitif _____	mm	338	370
● largeur _____	mm	219	359
<b>Courroies trapézoïdales</b>			
● nombre de brins _____		6	10
● section _____	mm	32 x 19	32 x 19
● longueur primitive _____	m	5,023	6,863

## Caractéristiques d'exploitation

1. Granulométrie maximum à l'alimentation.

Cette alimentation doit avoir une granulométrie étalée, les matériaux devant être secs et propres.

2. Ordre de grandeur des débits (en 0/12).

	GYRADISC 36"	GYRADISC 48"
1	< 30 mm	< 40 mm
2	40/45 t	80/90 t