



INDUSTRIES DE PROCÉDÉS /
TRANSPORTS / ÉNERGIE

BALAIS POUR
MOTEURS ET
GÉNÉRATEURS



- 1 QU'EST-CE QU'UN BALAI ? p.3
- 2 LES NUANCES DE BALAIS p.9
- 3 FORMES, DIMENSIONS PRINCIPALES ET POSITIONNEMENT DES BALAIS p.18
- 4 RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN PLACE DES BALAIS p.22
- 5 L'EXAMEN DE LA PATINE, UN OUTIL DE DIAGNOSTIC p.24
- 6 LES SERVICES MERSEN p.29
- 7 COMMENT COMMANDER DES BALAIS ? p.31
- 8 ANNEXES p.32

Les informations contenues dans ce catalogue sont données à titre purement indicatif et ne sauraient engager la responsabilité de Mersen pour quelque cause que ce soit. Toute copie, reproduction ou traduction, intégralement ou partiellement, de ces informations est interdite sans l'accord écrit préalable de Mersen. En outre, en raison de l'évolution constante des techniques et des normes applicables, Mersen s'autorise à modifier à tout moment les caractéristiques et spécifications de ses produits telles que décrites dans le présent catalogue.

QU'EST-CE QU'UN BALAI ? (AUSSI APPELÉ "CHARBON MOTEUR")

Le balai est un **contact mécanique glissant**, transmettant le **courant électrique** entre la **partie tournante d'une machine et son circuit** extérieur fixe et, dans le cas de machines à courant continu, assurant une commutation sans étincelle.

Un **balai** est constitué d'un (ou de plusieurs) bloc(s) à base de graphite, le plus souvent muni(s) d'un câble avec pièce terminale.

Il existe cinq familles de matières (ou nuances) utilisées pour la fabrication des balais. Chacune de ces familles correspond à un besoin et à un mode de fabrication bien particuliers (voir pages 9 à 17 du présent guide).

PARAMÈTRES DE FONCTIONNEMENT

Le balai a un rôle essentiel dans le fonctionnement des **machines électriques tournantes**. Pour lui permettre de remplir correctement sa mission, il est nécessaire de considérer trois types de paramètres :

- **mécaniques**
- **électriques**
- **physico-chimiques (environnement)**

La prise en compte de ces différents paramètres, associée aux informations techniques fournies par vos équipes, permettra à nos experts de sélectionner la nuance et le design de balais adaptés à vos applications. Ils vous conseilleront également sur l'optimisation des paramètres de votre machine électrique et sur les opérations de maintenance. Ce travail commun entre votre société et Mersen contribuera à la performance et à la longévité de vos équipements.

Pour plus d'informations, vous pouvez vous référer à la **Fiche technique TDS-01***, "Le devoir du bon balai".

Paramètres mécaniques

ÉTAT DE SURFACE DES BAGUES ET DES COLLECTEURS (RUGOSITÉ)

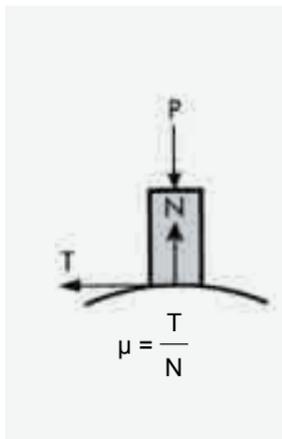
Une **bonne rugosité** des bagues ou du collecteur donnera au balai une bonne assise mécanique et assurera une bonne transmission de courant (**Voir Fiche technique TDS-02***).

Les bagues et les collecteurs doivent avoir une surface ni trop lisse (brillante), ni trop rugueuse, pour permettre un fonctionnement optimal du balai.

Les micras des collecteurs sont souvent responsables de graves perturbations. C'est pourquoi ils doivent être soigneusement vérifiés (fraisage suffisant, pas de parcelles le long des lames) et le **cassage d'angle des lames** doit être correctement effectué (**Voir Fiche technique TDS-03***).

Il est également nécessaire de veiller à ce que la déformation du collecteur (**le faux rond**) reste dans des limites acceptables.

*Plus d'informations dans nos Fiches techniques, envoyées sur demande et également disponibles sur notre site www.mersen.com



COEFFICIENT DE FROTTEMENT (APPELÉ “μ”)

Le coefficient de frottement du balai “μ” doit être bas et stable dans le temps pour permettre un fonctionnement idéal du balai évitant les échauffements excessifs. Le frottement n’a pas une valeur fixe. Il est fonction de multiples facteurs dépendant de la nuance du balai, de la vitesse et du courant, de l’état du collecteur (ou des bagues) et de l’environnement.

Pour chaque nuance de balai, on ne peut pas donner à “μ” une valeur précise, mais seulement une valeur approchée, suffisante pour les calculs ou les projets de machines.

Formule de calcul du coefficient de frottement “μ”

Le coefficient de frottement “μ” est le rapport de T (force tangentielle due au frottement) à N (réaction de l’appui). P est la pression appliquée sur le balai.

VIBRATIONS

Des **vibrations excessives** compromettent la qualité du contact électromécanique balais/collecteur ou balais/bagues, donc le bon fonctionnement global de vos équipements.

Ces vibrations peuvent avoir différentes origines :

- un mauvais équilibrage de la machine, des roulements défectueux, un mauvais alignement
- un collecteur en mauvais état ou déformé
- les organes extérieurs à la machine elle-même (engrenages, accouplement, organes entraînés ou entraîneurs)
- un frottement élevé ou fluctuant résultant d’une nuance de balai inadaptée, d’une ambiance polluée, de sous-charges prolongées, d’une trop faible rugosité (surface glacée)...
- le déplacement de la machine (locomotive, camion de mine...)

Des vibrations extrêmes sont susceptibles de causer la destruction du balai et parfois même du porte-balais et du collecteur.

Ces incidents peuvent être atténués, sinon éliminés, par le design du balai et par une maintenance régulière des machines électriques.

PRESSION DES BALAIS SUR LES BAGUES OU LE COLLECTEUR

La pression doit être suffisante pour assurer un **contact franc et permanent** du balai sur la bague ou le collecteur, à tous les régimes de la machine (Voir **Fiche technique TDS-11***).

Mersen recommande :

- pour les machines électriques stationnaires, une pression de 180 - 250 g/cm²
- pour les machines électriques de traction soumises à des vibrations, une pression de 350 - 500 g/cm²

Les pressions doivent être **égales** sur tous les balais afin d’assurer une bonne répartition du courant. **Des mesures de pression périodiques**, à l’aide d’un peson ou d’un dynamomètre, sont fortement recommandées.

GUIDAGE

Dans sa cage, le balai doit être guidé sur une hauteur suffisante et avec un **jeu convenable** pour éviter aussi bien les coincements que les battements. Les tolérances d’exécution et les jeux ont été définis par la Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I.). (Voir **Fiche technique TDS-04***).



Paramètres électriques

CHUTE DE TENSION AU CONTACT

La chute de tension au contact doit être **modérée** afin d’éviter de provoquer un échauffement anormal et de dégrader la performance du contact glissant du fait des pertes électriques qu’elle occasionne. Elle agit en outre sur la commutation et la distribution du courant entre les balais.

C’est une caractéristique importante dépendant de la **nuance de balai, du contact électrique** et de la **patine**.

La patine est un mélange complexe d’oxydes métalliques, de carbone et d’eau, se déposant sur la bague ou le collecteur.

Il est donc normal que la chute de tension au contact soit influencée par tous les facteurs susceptibles de modifier la patine :

- la température, la pression et l’humidité ambiantes
- les impuretés atmosphériques
- la vitesse de rotation du collecteur / des bagues
- la pression appliquée sur les balais
- le courant traversant les balais

Les chutes de tension au contact données pour chacune des nuances Mersen ne peuvent être que des **valeurs moyennes relevées dans un cas de fonctionnement bien défini**. Elles sont regroupées en cinq classes allant de “extrêmement basse” à “élevée” (voir pages 13 à 15 du présent guide).

COMMUTATION (MACHINES A COURANT CONTINU)

Qu’est-ce que la commutation ?

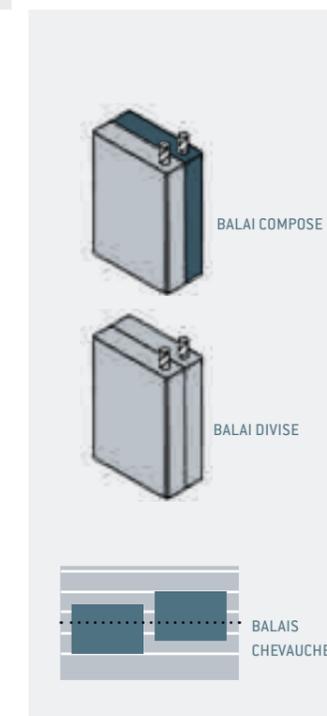
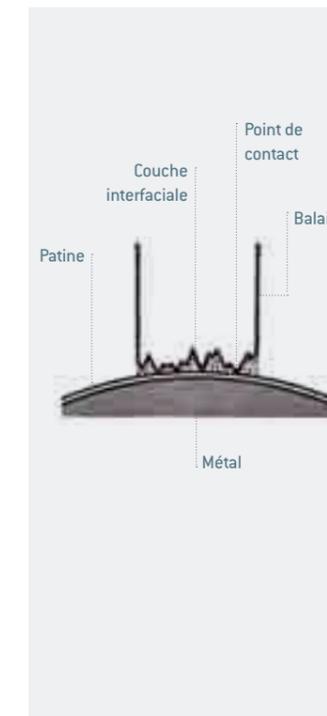
La commutation est l’ensemble des phénomènes électriques liés à l’inversion du courant dans une section d’induit court-circuitée par le balai dans un temps défini appelé le **temps de commutation**.

Si la commutation n’est pas bien réglée (mauvais calage sur la ligne neutre, équidistance non respectée entre les lignes de balais) elle peut générer des étincelles. Il ne faut cependant pas confondre les étincelles de commutation avec d’autres types d’étincelles liées à :

- des causes mécaniques (vibrations)
- des défauts d’isolement dans les bobinages
- des défauts de mise au collecteur (mauvaise connexion électrique entre le bobinage et les lames du collecteur)
- la qualité de la tension / du courant des convertisseurs statiques électroniques...

Il existe un certain nombre de techniques permettant d’améliorer la commutation d’une machine :

- les **balais composés** (dont les tranches sont de deux nuances différentes) ou **divisés** (dont les tranches sont de même nuance), qui limitent les courants de circulation et permettent de bien contrôler la patine. Les tranches peuvent être collées (balai sandwich) ou jumelées (Voir **Fiche technique TDS-07***).
- les **balais chevauchés**, dans le cas de machines de forte puissance (Voir **Fiche technique TDS-09***).





DISTRIBUTION DU COURANT DANS LES BALAIS

Le courant ne se répartit pas uniformément sur la face frottante du balai. Il passe par des zones très réduites dont le nombre varie dans le temps. Dans l'idéal, ces zones se répartissent à peu près également sur toute la face frottante.

Dans certaines circonstances, **il arrive que cet équilibre soit rompu**. Les points de passage du courant se regroupent et diminuent en nombre. Sur la patine apparaissent des stries ou des rayures, d'autant plus nettes que les points de passage de courant sont concentrés sur la face frottante du balai.

Les causes de ce **déséquilibre** sont très diverses :

- agents extérieurs (poussières, gaz, humidité surabondante, température...)
- nuances de balais inadaptées aux conditions de fonctionnement de la machine (patine trop épaisse, densité de courant trop élevée ou trop faible, ventilation...)
- importants écarts de pression d'un balai à l'autre, causant un partage inégal du courant entre les balais d'une même ligne (sur un collecteur) ou d'une même bague

DENSITÉ DE COURANT

Qu'est-ce que la densité de courant ?

C'est le courant rapporté à l'unité de surface frottante. Sa symbolisation normalisée est J_B .

Par convention, que le balai soit radial ou incliné, la densité de courant dans un balai est calculée de la façon suivante :

$$J_B = \frac{I}{S \times N_p}$$

I = Intensité rotor (A)
 S = Section du balai (cm²)
 N_p = Nombre de balais /2 pour une machine à courant continu ou Nombre de balais par bague pour une machine à bagues

La densité de courant a une grande influence sur tout ce qui conditionne le choix et le bon fonctionnement des balais : usure, frottement, température...

Les valeurs de charge admissible pour les nuances de balais données dans ce guide sont celles que le balai peut supporter en régime nominal. Toutefois, elles varient avec les caractéristiques de la machine et le mode de ventilation.

A noter, une densité de courant faible peut être plus néfaste pour le moteur qu'une densité de courant excessive (nous consulter à ce sujet).

RÉSISTIVITÉ

Qu'est-ce que la résistivité ?

La résistivité d'un matériau, généralement symbolisée par la lettre grecque rho (ρ), représente sa capacité à s'opposer à la circulation du courant électrique.

La résistivité intervient dans la résistance globale du balai pour améliorer la commutation des machines à courant continu. C'est un **paramètre important** dans le choix de la nuance de balai (nous consulter à ce sujet).

Le balai divisé et plus encore le balai sandwich permettent d'augmenter artificiellement la résistance transversale pour améliorer la commutation.



A NOTER

Les résistivités indiquées dans ce guide technique pour chaque nuance sont les résistivités longitudinales, c'est-à-dire mesurées selon la dimension "r" (vous trouverez la définition de la dimension "r" en page 18 du présent guide).

Paramètres physico-chimiques (environnement)

HUMIDITÉ

L'eau, constituant essentiel de la patine, est fournie par l'air ambiant. Le fonctionnement de la machine sera optimal dans une plage d'humidité de 8 à 15 g/m³ d'air (Voir **Fiche technique TDS-17***).

Dans l'**air très sec**, les oxydes métalliques prédominent dans la patine. Il s'ensuit un frottement élevé et une usure très rapide des balais.

Ces conditions défavorables deviennent critiques quand le taux d'humidité absolue tombe en dessous d'un seuil que l'on peut situer aux environs de 2 g/m³ d'air.

C'est le cas pour :

- les machines aéronautiques et spatiales susceptibles de fonctionner dans l'atmosphère raréfiée des hautes altitudes
- les machines avec balais enfermés dans une enceinte remplie d'un gaz desséché (hydrogène ou azote)
- les moteurs étanches (IP 55)
- les machines utilisées dans les stations de ski (remontées mécaniques)

Pour ces applications particulières, Mersen propose des balais bénéficiant de traitements adaptés. N'hésitez pas à nous consulter.

VAPEURS OU GAZ CORROSIFS

Même en faible proportion dans l'atmosphère et surtout en milieu humide, les vapeurs et les gaz corrosifs attaquent la patine et la détruisent, provoquant une agression du collecteur (ou de la bague), causant des dommages aux balais.

Exemples de vapeurs ou gaz corrosifs :

- le chlore et ses composés (solvants chlorés)
- l'ammoniac
- l'hydrogène sulfuré
- le dioxyde de soufre
- les produits de distillation à chaud des silicones

Les balais imprégnés proposés par Mersen peuvent atténuer ces inconvénients en créant un film protecteur sur la piste de frottement.

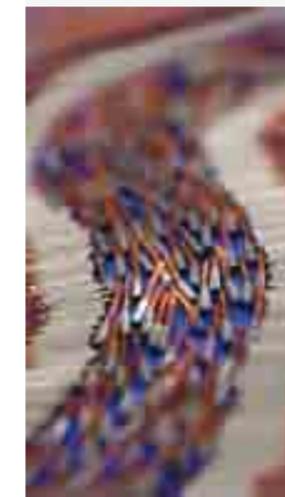
HUILES ET HYDROCARBURES

Les collecteurs, bagues et balais peuvent être contaminés par des huiles et des corps gras de diverses origines :

- fuites (migration à partir d'un palier ou d'un roulement non étanche)
- projections (gouttelettes ou brouillard entraînés par l'air de ventilation)
- condensations de vapeurs (provenant de sources chaudes)

Ces corps gras perturbent toujours gravement le bon fonctionnement des balais et des machines électriques en occasionnant par exemple :

- le **blocage des balais** dans leur cage par le cambouis issu du mélange de l'huile et des poussières de balais
- la **dégradation** des bagues, des collecteurs et des balais causée par les dépôts gras, épais et isolants sur les pistes



POUSSIÈRES

Plus les poussières sont **abrasives**, plus elles sont nuisibles. Les poussières entraînent :

- l'usure du collecteur ou de la bague, et parfois des rayures
- l'usure rapide des balais
- le ravinement des faces latérales des balais (voir photo ci-contre), avec des blocages plus ou moins francs dans les cages des porte-balais
- la pollution des machines

Les rainures anti-poussières évitent en partie ces inconvénients. Dans les machines étanches où les poussières d'usure de balais sont recyclées en permanence, les mêmes problèmes peuvent apparaître, avec en plus la possibilité de polluer la machine (baisse de l'isolement). D'une manière générale, ces machines doivent faire l'objet de nettoyages soigneux et fréquents.

Mersen a développé et breveté le DustCollector, un **système modulable d'aspiration de poussières** permettant d'extraire les poussières à l'endroit et au moment même où elles sont créées, avant leur diffusion dans toute la machine (voir encadré ci-dessous).

DUSTCOLLECTOR, UNE INNOVATION MERSEN BREVETÉE

Système d'aspiration de poussières intégré au porte-balais

- Sans modification de votre générateur
- Simple à installer
- Standard ou sur mesure
- Installé d'origine ou en rénovation
- Une offre complète



Conscient de l'importance de la maîtrise des tous ces paramètres, Mersen vous propose des offres de maintenance et de services, notamment des interventions in situ sur vos moteurs et vos générateurs.
Rendez-vous page 29 du présent guide.

LES NUANCES DE BALAIS

02

Nous disons en introduction qu'il existe cinq familles principales de nuances de balais, correspondant chacune à un mode de fabrication bien particulier.

A certains groupes principaux, il convient d'ajouter un sous-groupe concernant les nuances imprégnées (nous consulter pour connaître les propriétés particulières de ces matériaux spéciaux).

Le choix du bon balai est conditionné par un grand nombre de paramètres liés autant à la machine elle-même qu'à son environnement de fonctionnement. Choisir le balai correspondant à une application précise requiert une connaissance approfondie du sujet. Mersen vous recommande de contacter ses experts pour définir correctement la nuance à utiliser dans votre cas précis.

Mersen a développé une **large gamme de nuances** à même de répondre à tous les besoins, même les plus pointus.

Nous donnons ci-après quelques indications sommaires sur le mode de fabrication propre aux nuances de balais de chaque groupe et leurs caractéristiques dominantes (voir tableaux en pages 14 et 15). Vous trouverez en pages 16 et 17 les applications principales et les limites d'emploi valables pour la grande majorité des nuances du groupe.

LES GROUPES DE NUANCES

EG. Balais électrographitiques

Comment sont fabriquées nos nuances de balais électrographitiques ?

Elles sont préparées avec des poudres de carbone et de coke, qui subissent des traitements thermiques à haute température (supérieure à 2 500°C) dans le but de transformer le carbone amorphe de base en graphite artificiel.

CARACTERES DOMINANTS

Balais à chute de tension moyenne et à frottement bas ou moyen, donc à pertes électriques réduites, particulièrement adaptés aux vitesses périphériques élevées (≤ 50 m/s).

APPLICATIONS PRINCIPALES

- Toutes machines industrielles stationnaires ou de traction, rapides, fonctionnant sous des tensions faibles, moyennes et élevées, à charge constante ou variable

LIMITES D'EMPLOI

- Densité de courant dans les balais :
 - 8 à 12 A/cm² (maximum) en régime stable
 - 20 à 25 A/cm² (maximum) en régime transitoire instantané
- Vitesse périphérique admissible : jusqu'à 50 m/s



A. Balais carbographitiques

Comment sont fabriquées nos nuances de balais carbographitiques ?

Elles sont préparées à partir de mélanges de poudre de carbone, de graphite naturel, de graphite artificiel, broyés, tamisés et agglomérés avec un liant. Les poudres sont "mouillées" et comprimées à la presse, puis les plaques obtenues sont cuites pour cokéfier le liant.



CARACTÈRES DOMINANTS

Balais à bon pouvoir commutant, généralement polisseurs, à chute de tension moyenne, qui résistent bien aux fortes températures et aux charges variables.

APPLICATIONS PRINCIPALES

- Machines anciennes, lentes, avec ou sans pôles auxiliaires, généralement peu chargées
- Machines modernes à aimants permanents, servomoteurs, moteurs universels

LIMITES D'EMPLOI

- Densité de courant optimale dans les balais : 8 à 12 A/cm²
- Vitesse périphérique admissible : jusqu'à 25 m/s

LFC. Balais graphitiques tendres

Comment sont fabriquées nos nuances graphitiques tendres ?

Le constituant de base est le graphite naturel purifié ou le graphite artificiel, qui est d'abord broyé, puis mélangé éventuellement à des constituants d'appoint en quantités définies, aggloméré avec des liants appropriés et cuit pour cokéfier le liant.

CARACTÈRES DOMINANTS

Balais tendres, amortissant très efficacement chocs et vibrations mécaniques. Ils sont généralement polisseurs.

APPLICATIONS PRINCIPALES

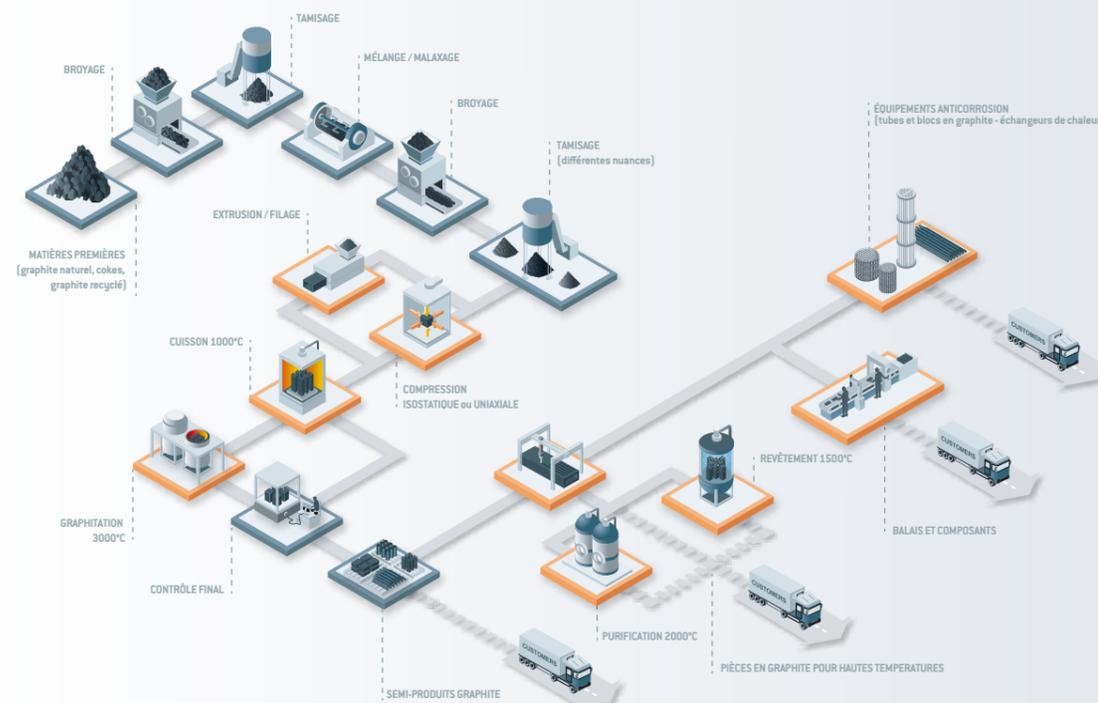
- Bagues en acier et en inox pour machines synchrones

LIMITES D'EMPLOI

- Densité de courant dans les balais : 10 à 13 A/cm²
- Vitesse périphérique maximum admissible : 100 m/s



FABRICATION DU GRAPHITE



BG. Balais résine-graphite

Comment sont fabriquées nos nuances de balais résine-graphite ?

Du graphite naturel ou artificiel est broyé et aggloméré avec une résine thermodurcissable. On comprime les mélanges sous presse et on polymérise à température convenable.

CARACTÈRES DOMINANTS

Balais à résistances mécanique et électrique élevées, très commutants, généralement polisseurs, avec chute de tension élevée, donc à pertes électriques élevées. Ils peuvent fonctionner à très faible densité de courant.

APPLICATIONS PRINCIPALES

- Moteurs à courant alternatif à collecteur de type Schrage
- Quelques machines à courant continu, destinées à la traction ou stationnaires, à vitesses moyennes et modérément chargées en courant

LIMITES D'EMPLOI

- Densité de courant dans les balais : variable selon les nuances
- Vitesse périphérique admissible : jusqu'à 40 m/s



CG-MC-CA. Balais métallo-graphitiques

Comment sont fabriquées nos nuances de balais métallo-graphitiques ?

On mélange en proportions définies des poudres de graphite naturel purifié et des poudres de cuivre ou d'argent, avec un appoint éventuel de poudres d'autres métaux. On comprime à la presse et on cuit en atmosphère et à température appropriées pour donner la solidité et la cohésion souhaitées.

Sont associés à ce groupe des balais métalliques les balais EG et A imprégnés métal (voir les nuances imprégnées métal page 15).

CARACTÈRES DOMINANTS

Balais lourds ou très lourds, à frottement bas et à chute de tension très basse, fonctionnant donc avec des pertes électriques très réduites et des courants forts.

■ NUANCES À BASE DE CUIVRE (CG)

APPLICATIONS PRINCIPALES

- Machines à courant continu lentes, fonctionnant sous tensions faibles ou très faibles
- Bagues de moteurs asynchrones lents, mais chargés en courant (générateurs d'éoliennes)
- Bagues de moteurs synchrones à vitesses lentes ou moyennes
- Captation de courants forts (lignes de traitement électrolytique, recueurs de câbles...)
- Captation de courants faibles (militaire, médical, paramédical, signaux...)
- Machines spéciales
- Collecteurs à bagues dans les joints tournants

LIMITES D'EMPLOI

- Densité de courant dans les balais :
 - 10 à 30 A/cm² en régime stable
 - de l'ordre de 100 A/cm² en régime transitoire instantané selon la teneur en métal
- Vitesse périphérique admissible : jusqu'à 40 m/s, selon la teneur en métal

■ NUANCES À BASE D'ARGENT (CA/SG)

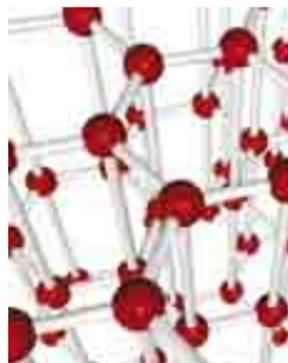
Leur conductibilité électrique est haute et leur oxyde offre peu de résistance au passage du courant.

APPLICATIONS PRINCIPALES

- Captation de courants de mesure (thermocouples, sondes thermométriques, régulation...)
- Transmission d'impulsions à des dispositifs tournants (radar, prospection...)
- Dynamos tachymétriques
- Applications aéronautiques et spatiales

LIMITES D'EMPLOI

- Densité de courant dans les balais : du mA à 50 A/cm²
- Vitesse périphérique admissible : jusqu'à 30 m/s



NORMALISATION DES NUANCES DE BALAIS

De plus en plus d'entreprises souhaitent réduire le nombre de nuances et de modèles de balais qu'elles utilisent. Mersen répond à leurs attentes en les aidant dans cette approche.

La normalisation des nuances ne pose pas de difficultés pour les applications simples, qui représentent en fait la majorité des cas.

Pour les applications délicates, cette opération nécessite une étude préalable. Mersen recommande à ses clients de contacter son Service d'Assistance Technique à la Clientèle pour définir correctement les nuances à utiliser dans chaque cas.

Notre Service d'Assistance Technique à la Clientèle est à votre disposition pour toute question

Tél : +33 (0)3 22 54 44 90 Courriel : infos.amiens@mersen.com

Nos filiales, implantées dans plus de 40 pays dans le monde entier, sont également à votre disposition pour toute assistance technique locale. Vous pourrez accéder à notre réseau mondial sur notre site www.mersen.com

DÉTAILS SUR LA CHUTE DE TENSION ET LE FROTTEMENT (VOIR ÉGALEMENT LES TABLEAUX EN PAGES SUIVANTES)

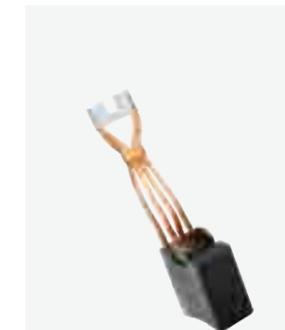
La chute de tension et le frottement sont symbolisés par les lettres ci-dessous :

SYMBOLE	SIGNIFICATION	CHUTE DE TENSION (SOMME DES 2 POLARITÉS)	FROTTEMENT μ
E	ELEVÉ	> 3 V	$\mu > 0,20$
M	MOYEN	2,3 V - 3 V	$0,12 < \mu < 0,20$
B	BAS	1,4 V - 2,3 V	$\mu < 0,12$
TB	TRÈS BAS	0,5 V - 1,4 V	
EB	EXTRÊMEMENT BAS	< 0,5 V	

Ces valeurs ont été mesurées en laboratoire sur collecteur en cuivre, dans les conditions suivantes :

ÉLÉMENTS	CHUTE DE TENSION	FROTTEMENT μ
COURANT	CONTINU	CONTINU
CHARGE	10 A/CM ²	10 A/CM ²
VITESSE	12,5 M/S	25 M/S
PRESSION	18 kPa	18 kPa
TEMPÉRATURE	65-70°C	65-70°C
BALAIS	DE TYPE RADIAL	DE TYPE RADIAL

Les limites d'emploi en densité de courant et en vitesse périphérique résultent d'observations sur machines réelles en bon état et travaillant dans des conditions normales d'exploitation.



CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES NUANCES DE BALAIS (SELON NORME CEI 60413)

14

GROUPES DE NUANCES	NUANCES	DENSITÉ* APPARENTE	RÉSISTIVITÉ $\mu\Omega.cm$	DURETÉ SHORE	CHARGE DE RUPTURE* À LA FLEXION MPa	CHUTE DE TENSION	FROTTEMENT	DENSITÉ DE COURANT OPTIMALE A/cm ²	VITESSE MAXIMALE RECOM-MANDÉE M/S	TAUX DE MÉTAL %
EG - ÉLECTRO-GRAPHITIQUES	EG34D	1,60	1 100	40	25	M	M	6 À 12	50	/
	EG389P	1,49	1 600	29	19	M	M	6 À 12	50	/
	L1	1,61	1 270	35	21	M	M	6 À 12	60	/
	EG362	1,60	2 500	35	21	M	M	6 À 12	50	/
	EG40P	1,62	3 200	57	27	M	M	8 À 12	50	/
	EG313	1,66	5 000	50	21	M	B	8 À 12	50	/
	EG367	1,53	4 100	52	21	M	M	8 À 12	50	/
	EG387	1,60	3 500	60	31	M	M	8 À 12	50	/
	EG300H	1,57	4 100	60	26	M	B/M	8 À 12	50	/
	2192	1,56	5 100	55	23	M	M	8 À 12	50	/
	CB377	1,71	6 350	75	29	E	B	8 À 12	40	/
EG319P	1,46	7 200	52	26	E	M	8 À 12	50	/	
EG365	1,62	5 300	40	15	M	M	8 À 12	50	/	
ÉLECTRO-GRAPHITIQUES IMPRÉGNÉES	EG7099	1,72	1 100	40	34	M	M	6 À 12	45	/
	EG9599	1,61	1 600	33	28	M	M	6 À 12	45	/
	EG9117	1,69	3 300	77	36	M	M	8 À 12	50	/
	EG8019	1,77	4 700	77	31	M	M	8 À 12	45	/
	CB86	1,64	4 830	65	29	M	M	8 À 12	50	/
	2189	1,63	6 100	60	32	M	M	8 À 12	50	/
	510	1,44	7 100	45	17	M	M	8 À 12	50	/
	535	1,53	7 100	55	26	M	M	8 À 12	50	/
	EG8067	1,67	3 900	77	36	M	M	8 À 12	45	/
	AC137	1,72	5 100	80	41	M	M	8 À 12	50	/
	168	1,58	7 100	65	36	M	M	8 À 12	50	/
	EG8220	1,82	5 300	85	37	M	M	8 À 12	50	/
	EG7097	1,68	4 000	80	35	M	M	8 À 12	50	/
	EG341	1,57	7 200	74	34	E	M	8 À 12	50	/
	EG7655	1,70	5 600	68	33	M	M	8 À 12	50	/
EG6754	1,76	4 150	87	40	M	M	8 À 12	50	/	
A - CARBOGRA-PHITIQUES	A121	1,75	2 250	30	26	M	B	8 À 12	25	/
	A176	1,60	52 500	40	20	E	B	8 À 12	25	/
	A252	1,57	45 000	27	16	E	B	8 À 12	25	/
	M44A	1,64	3 050	50	26	M	M	8 À 12	25	/

* Les valeurs ci-dessus sont des valeurs indicatives cibles.

Les informations contenues dans ce catalogue sont données à titre purement indicatif et ne sauraient engager la responsabilité de Mersen pour quelque cause que ce soit.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES NUANCES DE BALAIS (SELON NORME CEI 60413)

15

GROUPES DE NUANCES	NUANCES	DENSITÉ* APPARENTE	RÉSISTIVITÉ $\mu\Omega.cm$	DURETÉ SHORE	CHARGE DE RUPTURE* À LA FLEXION MPa	CHUTE DE TENSION	FROTTEMENT	DENSITÉ DE COURANT OPTIMALE A/cm ²	VITESSE MAXIMALE RECOM-MANDÉE M/S	TAUX DE MÉTAL %
LFC - GRAPHITIQUES TENDRES	LFC501	1,46	1 900	10	8	M	B	6 À 10	75	/
	LFC554	1,26	2 000	12	11	M	B	11 À 13	100	/
BG - RÉSINE-GRAPHITE	BG412	1,82	13 800	/	36	E	M	8 À 10	35	/
	BG469	1,80	9 450	/	35	E	M	6 À 8	35	/
	BG348	1,50	25 500	/	25	E	M	8 À 10	40	/
CG - MC - MÉTALLO-GRAPHITIQUES	CG958	2,50	350	/	30	TB	M	10 À 25	40	25
	C7788	2,80	300	/	25	M	M	12 À 20	35	43
	CG651	2,95	130	/	30	TB	B	10 À 14	35	49
	CG626	2,88	180	/	45	TB	B	12 À 18	35	49
	CG607	3,60	31	/	51	TB	M	12 À 18	30	60
	CG657	4,00	30	/	65	TB	M	12 À 20	30	65
	CG677	4,00	20	/	65	TB	M	12 À 20	30	67
	CG757	4,50	35	/	45	TB	M	15 À 25	25	75
	MC79P	5,15	8	/	85	EB	B/M	20 À 30	20	83
	CG957	5,45	40	/	110	EB	M	20 À 30	20	87
AGGLOMÉRÉES • CUIVRE	MC877	5,40	12	/	85	EB	M	20 À 30	20	87
	MC837	5,50	15	/	70	EB	M	20 À 30	30	87
	CA - MÉTALLO-GRAPHITIQUES	CA38	2,55	250	/	10	EB	M	**	25
AGGLOMÉRÉES • ARGENT	CA26	3,60	20	/	40	EB	M	**	20	60
	CA28	4,00	40	/	45	EB	M	20 À 30	20	65
MÉTALLO-GRAPHITIQUES IMPRÉGNÉES METAL	CA10	8,00	6,5	/	160	EB	M	**	15	93
	M9020	1,75	2 700	68	37	B	M	12 À 15	45	5
	M673	1,72	1 180	35	26	EB	E	10 À 12	40	5,5
	M9426	1,62	1 775	24	20	TB	M	12 À 15	30/45	9
	M8295	1,80	1 775	54	34	TB	M	12 À 15	30/45	9
	M621	3,00	400	34	35	EB	M	40	40	44
	M609	2,65	310	35	33	TB/EB	EB	12 À 15	35	45
MA7696	3,00	250	/	33	TB	M	12 À 15	35	55	

Nota : 1 MPa = 10 daN/cm² et 1 kPa = 10 cN/cm².

* Les valeurs ci-dessus sont des valeurs indicatives cibles.

** Nous consulter (courant faible mA)

Les informations contenues dans ce catalogue sont données à titre purement indicatif et ne sauraient engager la responsabilité de Mersen pour quelque cause que ce soit.

LES PRÉCONISATIONS DE MERSEN PAR TYPE D'APPLICATION



Il ne faut jamais placer des balais de nuances différentes sur une même bague ou sur un même collecteur.

Mersen a développé une large gamme de nuances à même de répondre à tous les besoins, même les plus pointus. Nous recommandons à nos clients de contacter notre Service d'Assistance Technique à la Clientèle pour définir correctement les nuances à utiliser dans chaque cas.

Dans ces tableaux listant les différents domaines d'application, nous avons classé les machines par groupes cohérents en rappelant les conditions de fonctionnement habituelles pour les balais (densités de courant, vitesses périphériques et pressions appliquées).

Les nuances de balais indiquées pour chaque groupe de machines sont celles qui sont le plus couramment utilisées.

L'ordre dans lequel ces nuances sont indiquées n'est aucunement préférentiel.

Machines "stationnaires" à collecteur

TYPE DE COURANT	DENSITÉ DE COURANT A/cm ²	VITESSE m/s	PRESSION kPa	NUANCES
COURANT CONTINU				
Machines anciennes sans pôle auxiliaire				
Tous moteurs	6	15	18	EG40P - A176 - EG34D
Machines basse tension (toutes puissances)				
Excitatrices turbo-alternateurs Marine 30 à 50 V	4 - 8	25	18	LFC3H - EG7099 - CG651 - A121
Générateurs groupes de soudure 30 à 50 V	0 - 20	< 20	18	EG389P - EG367 - EG313
Machines tensions industrielles (110 - 750 V)				
Moteurs applications diverses (vitesses élevées)	8 - 12	20 - 45	18	EG34D - EG313 - EG367 - EG389P
Excitatrices turbo-alternateurs hydrauliques	8 - 12	< 20	18	EG34D - EG7099 - EG389P - EG9599 - EG365
Excitatrices turbo-alternateurs thermiques	8 - 10	35 - 50	18	EG367 - EG365 - EG9599 - EG389P
Excitatrices pilotes	2 - 5	< 35	18	EG34D - EG389P - BG469
Amplidynes	4 - 12	25	18	EG34D - EG389P
Générateurs Ilgner et Ward Léonard (toutes vitesses)	4 - 12	20 - 35	18	EG389P - EG367 - EG313
Générateurs et moteurs de papeteries	4 - 12	35	18	EG34D - EG9599 - EG7099 - EG34D - EG389P - BG469 - EG313 - 168
Générateurs de marine	4 - 12	20 - 35	18	EG34D - EG389P - EG7099 - EG313
Moteurs réversibles de laminoirs	8 - 20	0 - 15	18	EG319P - EG369 - EG313 - 2192 - 535 - 510
Moteurs de cages	8 - 15	20 - 35	18	EG389P - EG40P - EG319P - EG6489 - EG313 - EG365 - 2192 - CB86
Moteurs d'extraction de mines	12	25	18	EG313 - EG365 - EG367 - CB377
Moteurs fermés - étanches	10-12		18	EG9117 - EG8067 - EG7593
COURANT ALTERNATIF				
Moteurs monophasés, moteurs à répulsion	8	5 - 15	18	A252 - EG367
Moteurs triphasés type Schrage	8 - 12	5 - 35	18	BG412 - BG469 - BG348 - EG367
Moteurs triphasés type Schorch	10 - 14	5 - 35	18	BG28 - BG469 - EG367 - BG348
Machines Scherbius	7 - 9	30	18	EG389P - EG313 - LFC554 - EG362

Machines de traction à collecteur

TYPE DE COURANT	DENSITÉ DE COURANT A/cm ²	VITESSE m/s	PRESSION kPa	NUANCES
COURANT CONTINU				
Petite traction				
Tous moteurs	8 - 12	40 - 50	30 - 40	EG34D - EG7099 - EG387 - EG9599 - EG8067
Grande traction				
Moteurs anciens	10 - 12	< 45	< 35	EG34D
Moteurs modernes	> 12	> 45	35	EG300H - EG9117 - EG387 - EG8067 - EG7097 - EG6754 - EG8220
Traction diesel-électrique (locomotives et camions électriques)				
Générateurs	10 - 14	40	25	EG389P - EG7099 - EG8067 - AC137
Alternateurs (excitation)	8 - 12	< 50	22	EG34D - EG389P - L1
Moteurs	15	45	35	EG7099 - EG8067 - EG7097 - EG6754 - EG8220
Moteurs chariots et levage (basse tension)				
Type ouvert (manutention)	15 - 20	10 - 25	35	A121 - M621 - C7788
COURANT REDRESSE				
Grande traction				
Moteurs modernes	12 - 15	50	35	EG367 - EG300H - EG8067 - EG7097 - EG6754
COURANT ALTERNATIF				
Grande traction 16 ² et 50 Hz				
Moteurs	12 - 16	45	25	EG367 - E8067 - EG7097

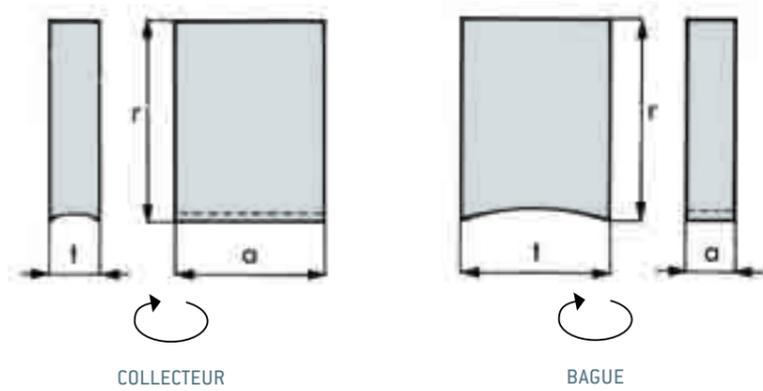
Machines à bagues

APPLICATION	MATIÈRE DE LA BAGUE	DENSITÉ DE COURANT A/cm ²	VITESSE m/s	PRESSION kPa	NUANCES	
RETOUR DE COURANT						
Tous	Acier-Bronze	0 - 30	3 - 8	35 - 40	MC877 - MC79P	
COURANT CONTINU						
Rouleaux de décapage / étamage	Bronze	20 - 30	3	18 - 40	MC79P - CG957	
	Inox	11 - 13	≤ 100	13 - 18	LFC554	
	Acier	6 - 10	≤ 70 - 80	15 - 18	LFC501	
Machines synchrones (bagues hélicées ou lisses)	Acier-Bronze	8 - 12	≤ 40	18	CG651 - CG657 (BRONZE) - EG34D - EG389P - L1 (ACIER)	
	Fonte	6 - 10	≤ 20	18	EG34D - EG389P - L1	
Compensateurs dans l'hydrogène	Acier-Bronze	5 - 8	25	18	EG34D - EG9599 - M9426	
COURANT ALTERNATIF						
Machines asynchrones	Type ouvert	Acier-Bronze	12 - 16	15 - 25	18	EG 34D - EG 389P - CG 651 - CG607 - CG 657 - CG677 - MC837
	Type fermé blindé	Acier-Cupronickel	6 - 8	15 - 25	18	EG34D
Moteurs à relevage	Acier-Bronze	25 - 30	20 - 25	18	MC79P - CG957	
Asynchrones (pompes, ventilateurs)	Bronze	8 - 10	≤ 50	18	EG389P - EG34D - M9426	
Asynchrones synchronisés	Bronze	8 - 12	15 - 40	18	M673 - M9426	
Eoliennes	Acier-Carbone	12 - 15	45	18	M8295 - M9426 - CG626	

Dimensions t, a, r

Les dimensions sont à indiquer par leur valeur nominale et dans l'ordre "t", "a", "r" recommandé par la norme CEI 60136. La dimension "r" peut être seulement indicative. Comme le système métrique et le système non décimal sont tous deux en usage, il est nécessaire de bien vérifier de quel système relève le balai et le porte-balais, en particulier pour les dimensions "t" et "a". En effet, certaines dimensions en millimètres et en pouces risquent d'être confondues.

Exemples : 12,5 mm et 1/2" (12,7 mm) - 16 mm et 5/8" (15,9 mm).



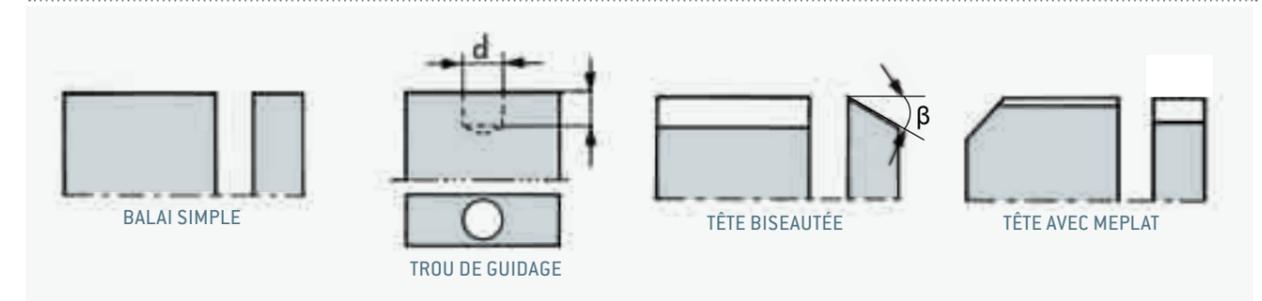
Positionnement d'un balai sur un collecteur ou sur une bague



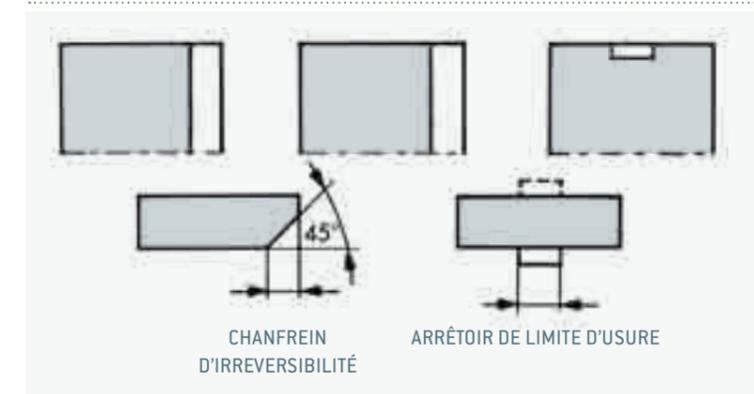
TYPES DE MONTAGE OU D'EXÉCUTION

Exécutions les plus courantes

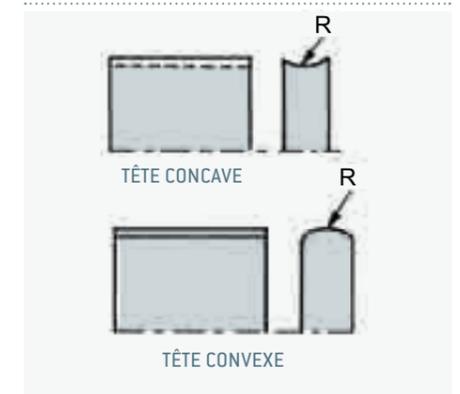
TÊTE DE BALAI (FORMES COURANTES)



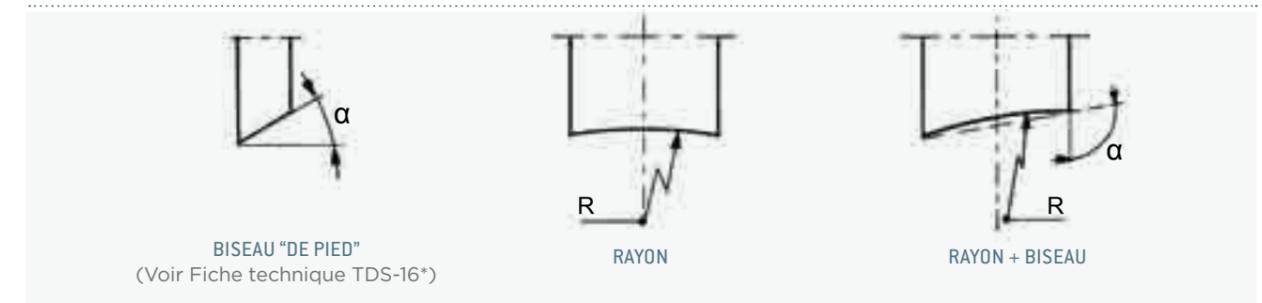
FACES LATÉRALES



TÊTE RAYONNÉE



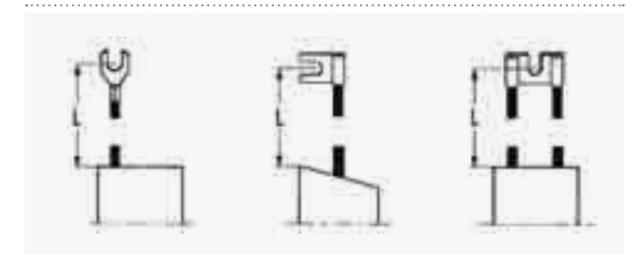
FACE FROTTANTE



TYPES DE COSSES - DIMENSIONS



LONGUEUR DES CÂBLES

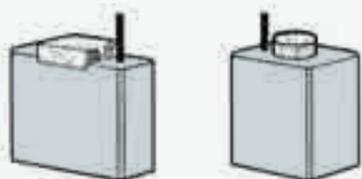


Dimension des trous ou encoches						
∅ vis (mm)	3	4	5	6	8	10
d (mm)	3,4	4,3	5,2	6,5	8,5	10,5

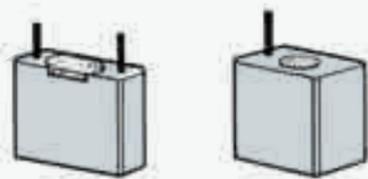
Valeurs L normalisées (mm)	
16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 56 - 63 - 71	80 - 90 - 100 - 112 - 125 - 140 - 160

* Plus d'informations dans nos Fiches techniques, envoyées sur demande et également disponibles sur notre site www.mersen.com

Montages standards



MATÉRIAU AMORTISSEUR COLLÉ



MATÉRIAU ISOLANT DUR ENCASTRÉ ET COLLÉ



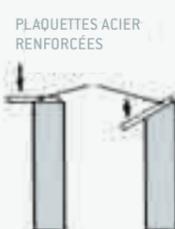
MATÉRIEAUX COLLÉS
PLAQUETTE MIXTE
SILESS



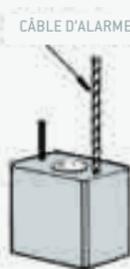
LES DEUX
PLAQUETTES
SONT ENFILÉES
SUR DEUX CÂBLES
ET NON COLLÉES



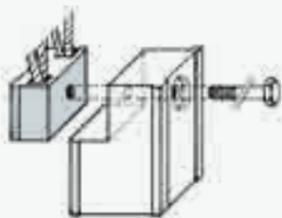
DISPOSITIF
DE LIMITATION D'USURE
PAR ARRÊTOIRS
EN PLASTIQUE



PLAQUETTES ACIER
RENFORCÉES
POUR SYSTÈMES
DE PRESSION
EN PORTE À FAUX
(Rauhut-Cantilever)



BALAI AVEC CÂBLE
D'ALARME



BALAI AVEC MONTURES AMOVIBLES
POUR ROULEAUX D'ÉTAMAGE



BALAIS MONOBLOCS



BALAI JUMELÉ

RAINURES ET LAMAGES ANTI-POUSSIÈRES



FACE FROTTANTE
AVEC TRAIT DE SCIE

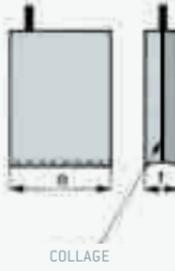


FACE FROTTANTE
QUADRILLÉE



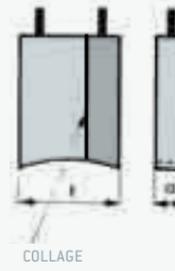
COLLAGE

BALAI SANDWICH*
(2 TRANCHES EG)



COLLAGE

BALAI COMPOSÉ*
1 TRANCHE EG
1 TRANCHE BG



COLLAGE

BALAI COMPOSÉ*
POUR BAGUE
1/3 TRANCHE EG
2/3 TRANCHE CG

Montages pour balais divisés

PLAQUETTE AMORTISSEUSE

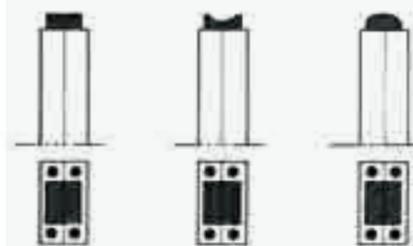


FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

Ce montage convient pour les deux sens de rotation, mais la poussée est localisée au point de contact du doigt de pression. De plus, l'élastomère, à cause de son coefficient de frottement élevé, ne favorise pas le glissement du doigt sur la tête au fur et à mesure de l'usure du balai.

PLAQUETTE AMORTISSEUSE ET PLAQUETTE DURE

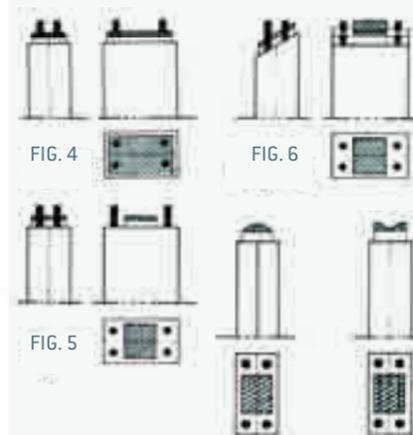


FIG. 4

FIG. 6

FIG. 5

FIG. 7

FIG. 8

Ce type de montage est aujourd'hui le plus courant. Placée directement au contact du balai la plaquette amortisseuse est surmontée d'une plaquette en matériau dur non métallique. Ces deux éléments peuvent être maintenus par enfilage sur les câbles, non collés (Fig. 4) ou collés entre eux sur le balai (Fig. 5 et 6). Selon la forme du poussoir, la plaquette dure peut être usinée avec profil bombé (Fig. 7) ou incurvé (Fig. 8).



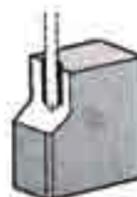
Câbles

Les câbles utilisés sur nos balais ont les caractéristiques suivantes :

DIAMÈTRE (mm)	1,6	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6	6,3
CAPACITÉ NOMINALE (A)	15	17	20	24	28	32	38	44	50	60	75	85	100

Tous les câbles existent en fils étamés (pour régler les problèmes de pollution).

PRINCIPAUX PROCÉDÉS DE FIXATION DES CÂBLES SUR LES BALAIS



Fixation par scellement :
poudre conductrice tassée mécaniquement dans le trou, autour du câble.



Fixation par rivet :
procédé appliqué pour des marchés spécifiques (aviation) ou pour des raisons dimensionnelles. La boucle du câble dans le balai est préformée à l'outil avant sertissage.

* Voir Fiche Technique TDS-07, envoyée sur demande et également disponible sur notre site www.mersen.com

Balais

Il est capital de suivre les recommandations suivantes :

- Ne pas utiliser des balais de nuances différentes sur une même machine sous peine de sérieux désagréments.
- Prendre soin d'éliminer la patine établie si l'on désire changer la nuance de balais
- Vérifier que les balais coulissent librement dans les cages des porte-balais, sans jeu excessif (voir fiche technique TDS-04*).
- Vérifier, surtout pour les balais inclinés, qu'on ne les a pas montés (ou remontés) à l'envers dans les porte-balais. Même chose pour les balais jumelés à plaquette métallique.

Rodage des faces frottantes des balais

Pour ajuster exactement les faces frottantes au rayon de courbure de la bague ou du collecteur, utiliser une pierre ponce, appliquée pendant la marche à vide ou à faible charge. Les poussières de ponce, agissant comme abrasif, effectuent rapidement et parfaitement ce travail.

Il est, bien sûr, indispensable de repasser la pierre grain "M" après cette opération afin de reconstituer la rugosité du collecteur.

Quand la quantité de matière à enlever du balai est importante, utiliser pour dégrossir une toile abrasive, grain 60 ou 80, insérée face abrasive vers le haut entre faces frottantes et collecteur et déplacée suivant un mouvement de va-et-vient (Fig. 1). Nettoyer les faces frottantes, souffler pour enlever les poussières d'abrasif et de balais.



FIG. 1

Porte-balais

- S'assurer que le porte-balais fonctionne correctement et vérifier le bon état de l'intérieur des cages.
- Régler la distance d du porte-balais au collecteur entre 2,5 et 3,0 mm (Fig. 2).
- Aligner les balais bien parallèlement aux lames du collecteur.
- Vérifier, à l'aide d'un dynamomètre, que les pressions sont bien égales sur tous les balais.

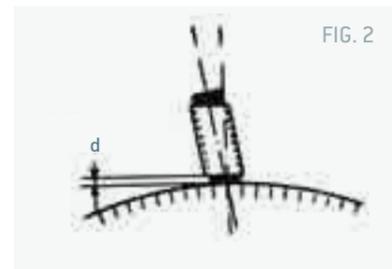


FIG. 2

TABLEAU DES PRESSIONS (EN kPa) RECOMMANDÉES DANS LES CONDITIONS NORMALES D'UTILISATION

GROUPE DE NUANCES DE BALAIS	SUR BAGUE	SUR COLLECTEUR	
		MACHINES STATIONNAIRES	MACHINES DE TRACTION
ÉLECTROGRAPHITIQUES	18 - 20	18 - 20	35 - 45
ÉLECTROGRAPHITIQUES IMPRÉGNÉES RÉSINE		18 - 25	35 - 55
CARBOGRAPHITIQUES & RÉSINE-GRAPHITE		18 - 20	N/A
GRAPHITIQUES TENDRES	11 - 20*		
MÉTALLO-GRAPHITIQUES	VITESSES NORMALES	18 - 20	
	VITESSES < 1 m/s	25 - 27	

* Nous consulter

Nota : 1 kPa = 10 cN/cm² et est peu différent de 10 g/cm².

Collecteurs et bagues

Vérifier qu'il n'existe ni faux rond ni défaut de surface (voir **fiche technique TDS-02***). Si nécessaire, rectifier ou pierrer à l'aide du bâti porte-outil.

Gratter ou fraiser les micas des collecteurs (Fig. 1).

Chanfreiner les arêtes des lames à 45° sur 0,2 à 0,5 mm (Fig. 2).

Préparer la surface avec un coup de pierre à rectifier grain "M". Éviter l'emploi des toiles ou papiers abrasifs. Il est indispensable d'avoir une rugosité suffisante pour établir et conserver une patine correcte.

Nos experts sont à votre disposition pour toute intervention, tout diagnostic et tout usinage sur site.



Mise en route de la machine

Après s'être assuré que tous les balais coulissent librement, que les câbles sont bien disposés et les cosses bien serrées, mettre en route, si possible à charge modérée, et augmenter progressivement jusqu'à la pleine charge.

ASPECTS DE PATINES - FICHE TECHNIQUE TDS-13

La patine est un mélange complexe d'oxydes métalliques, de carbone et d'eau, qui se dépose sur la bague ou le collecteur. L'examen de la patine peut permettre d'établir un diagnostic sur l'état de santé de votre machine électrique tournante.

Les planches ci-après donnent quelques aspects typiques et courants de patines et de défauts de collecteurs ou de bagues, ainsi que la signification de ces différents types de patines et de défauts.

P. Types de patines

PATINES CONFORMES

INTENSITÉ DE LA COLORATION

● P2 - P4 - P6 : patines normales

- De coloration uniforme, marron clair (P2) à marron foncé (P6).
- Fonctionnement satisfaisant de la machine et des balais.



P2



P4



P6

PATINES NON CONFORMES NÉCESSITANT UN SUIVI

ASPECT DU DÉPÔT

● P12 : patine striée

- Raies ou bandes plus ou moins larges, alternativement claires et foncées, sans usure de cuivre.
- Causes les plus fréquentes : humidité excessive, vapeurs huileuses ou gaz agressifs dans l'air ambiant, balais sous-chargés.

● P14 : patine décapée

(P14a : sur collecteur / P14b : sur bague collectrice)

- Comme P12, mais avec des bandes décapées couleur cuivre ou très légèrement patinées. On constate une attaque du métal.
- Causes les plus fréquentes : les mêmes que pour la patine striée, mais aggravées ou prolongées. Egalement, nuance de balais inappropriée.

● P16 : patine tartinée

- Taches de formes, colorations et dimensions diverses, sans caractère de périodicité.
- Causes les plus fréquentes : collecteur déformé ou malpropre, bague ovalisée.



P12



P14a



P14b



P14c



P14FF*



P16a



P16b

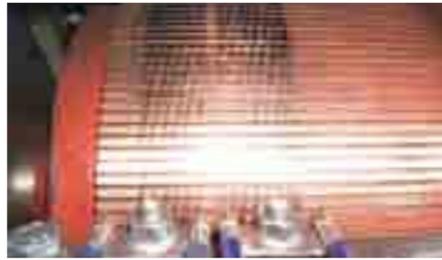


P16FF*

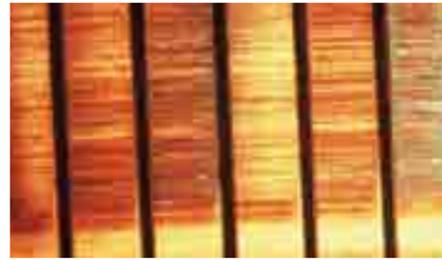
*FF = Face Frottante

TACHES D'ORIGINE MÉCANIQUE

- **P22 : patine non uniforme, effet "pas de vis"**
 - Cause la plus fréquente : défaut d'usinage du collecteur suite à une maintenance mal effectuée.
- **P24 : taches foncées à bords francs suivies ou non de taches plus claires à bord estompés**
 - Cause la plus fréquente : défaut affectant une lame ou un groupe de lames et occasionnant le soulèvement du balai.
- **P26 - P28 : lames tachées au milieu ou sur les bords**
 - Ombrage sur le milieu des lames (P26) ou frangeant les deux bords de lames (P28).
 - Cause la plus fréquente : rectifications défectueuses du collecteur.



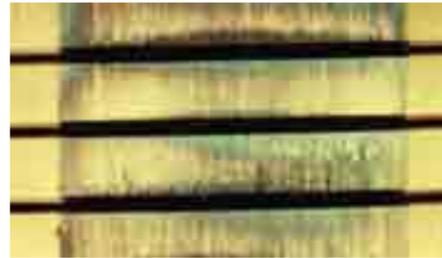
P22



P24



P26



P28

MARQUAGE DES LAMES D'ORIGINE ÉLECTRIQUE

- **P42 : lames alternativement claires et foncées**
 - Encadrées d'un nombre variable de lames claires, les lames foncées sont d'aspect poli, mat ou charbonneux.
 - Ce schéma se reproduit sur tout le tour du collecteur. C'est un motif répétitif.
 - Les causes les plus fréquentes sont d'origine électrique. Elles sont liées au mode de bobinage d'induit, avec commutations successives (et de difficulté croissante) des conducteurs dans l'encoche.
- **P44 : pitting - piqûres d'étincelles fortes**
 - Cause la plus fréquente : passage d'un courant de haute fréquence.



P42



P44

TACHES DUES A UNE POLLUTION

- **P62 : forte présence de corps gras** (huile, graisse) sur la patine
 - Cause la plus fréquente : balai encrassé par cette pollution lors d'une maintenance.



P62

B. Brûlures

- **B6 : brûlures par étincelles sur bords de lames, plus ou moins sévères**
- **B8 : brûlures au centre des lames**
- **B10 : patine "trouée"**
 - Petites taches claires, en nombre variable et réparties au hasard sur une piste normalement patinée.
 - Cause : étincelle sous balais.



B6



B8

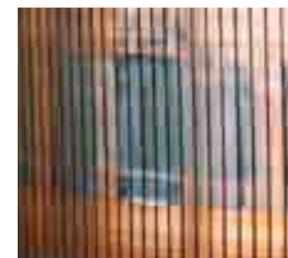


B10

T. Taches

ASPECTS PARTICULIERS DE CERTAINS TYPES DE TACHES

- **T10 : image de balai sur collecteur**
- **T11 : image de balai sur bague**
 - Tache foncée ou noire reproduisant la face frottante du balai sur le collecteur ou la bague.
 - Causes les plus fréquentes : surcharge accidentelle ou marquage électrolytique lors d'un arrêt prolongé de la machine.
- **T12 : taches de corrosion**



T10



T11



T12

ASPECTS PARTICULIERS DE CERTAINS TYPES DE TACHES (SUITE)

- **T14** : frange foncée due à une lame en retrait L4
- **T16** : franges foncées dues à des micas saillants L6
- **T18** : taches foncées et localisées dues à des bavures L8



T14



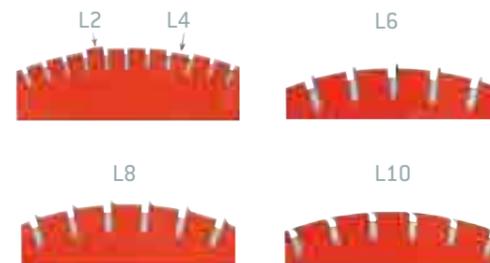
T16



T18

L. Défauts des lames de collecteurs

- **L2** : lame saillante
- **L4** : lame en retrait
- **L6** : micas saillants
- **L8** : bavures aux arêtes
- **L10** : cuivre couché



R. Usures de lames de collecteurs

- **R2** : vue d'un collecteur permettant d'apprécier l'usure du métal piste par piste avec un quinconçage correct des balais. Cette usure peut apparaître après un fonctionnement très long.
- **R4** : vue d'un collecteur dans le cas d'une usure anormale du métal par quinconçage incorrect des balais, qualité inadaptée, pollutions diverses...



R2



R4

LES SERVICES MERSEN

06

L'offre de maintenance et de services Mersen

Pour tout besoin d'expertise technique spécifique, de maintenance ou de formation, les experts Mersen vous apportent leur savoir-faire et leur expérience dans le cadre d'un service de proximité réactif.

Expertises

- Interventions in situ dans le monde entier
- Expertise de la commutation
- Mesures et diagnostics
- Accompagnement au quotidien
- Assistance technique téléphonique
- Documentation technique en ligne sur notre site : www.mersen.com ou sur demande

Windtracker™ services

Mersen a créé le service Windtracker™ afin d'assister les opérateurs de parcs éoliens. Les experts Windtracker™, des ingénieurs et des techniciens spécialisés, offrent des services de diagnostic sur le terrain, une assistance technique spécifique et des formations permettant d'optimiser le fonctionnement des éoliennes. Ils sont soutenus par un vaste réseau de spécialistes présents sur les cinq continents, et peuvent ainsi répondre aux besoins de nos clients, où qu'ils se trouvent.

Formations

Mersen vous propose des formations à la connaissance de la commutation et à l'entretien des machines électriques. En 25 ans, nous avons formé près de 3 000 techniciens avec nos deux formules de stage :

- Inter-entreprises
- Intra-entreprises

Maintenance

- Expertises
- Interventions sur site, remise en état des collecteurs, des bagues et des porte-balais :
 - correction de l'état de surface
 - fraisage de micas (collecteurs)
 - chanfreinage des arêtes de lames (collecteurs)
 - chanfreinage des arêtes des rainures en hélice (bagues)
 - rectification du faux rond
 - mesures de pression des balais
 - proposition de nuance adaptée
 - re-design du système balais, porte-balais / collecteurs et jeux de bagues collectrices
 - installation de fonctions améliorant la performance de vos machines (systèmes de détection d'usure du balai à distance, systèmes DustCollector...)
 - solutions de retrofit
- Accompagnement au quotidien



Vente d'outils et d'accessoires

Pour l'utilisation des balais et l'entretien des machines électriques tournantes :

- **Profilomètres CL-Profiler** permettant de mesurer le profil des collecteurs et des bagues
- **DiaMeter**, pour mesurer le diamètre des collecteurs et des jeux de bagues collectrices avant usinage éventuel
- **Dynamomètres électroniques** permettant de contrôler les forces appliquées par le système de pression des porte-balais
- **Stroboscopes** pour l'examen des bagues, des collecteurs et des balais sur les machines en rotation
- **Rugosimètres**
- **Commutation Indicator** (mesure du niveau de commutation)
- **Boîtiers d'alarme**
- **Outils** pour l'entretien des machines électriques :
 - pierres abrasives (gomme, pierre ponce)
 - grattoirs et limes à chanfreiner
- **Fraiseuses à mica**
- **Troussets pour l'entretien des bagues et collecteurs** (nous consulter)

Aux personnels de maintenance chargés de la surveillance et de l'entretien des bagues, des collecteurs et des balais, nous proposons une trousse contenant les articles suivants :

- dynamomètre peson : 0-2,5 daN pour le contrôle des pressions des porte-balais
- loupe éclairante, à piles, pour l'examen des patines et des balais
- cales d'épaisseur (11 lames), pour la mesure du jeu balai/porte-balais
- réglet 0-200 mm, pour la mesure des usures de balais
- palpeur en matière isolante, pour apprécier les vibrations des balais



COMMENT COMMANDER DES BALAIS ?

07

Caractéristiques et moyens d'identification

Un balai se définit sans ambiguïté à partir de quatre caractéristiques :

- la nuance (matière et traitements éventuels) ou la gravure du balai
- la forme, les dimensions principales et le positionnement des balais (voir page 18)
- le type de montage ou sa variante d'exécution (voir pages 19 à 21)
- l'application et les caractéristiques du moteur

Toute commande doit donc idéalement préciser ces quatre éléments signalétiques qui permettront l'identification du balai.

IL EXISTE ÉGALEMENT D'AUTRES MOYENS POUR DÉFINIR UN BALAI :

CARNET DE PLANS

Nous pouvons établir des carnets de plans contenant les plans et les références des modèles de balais en service dans les établissements de nos clients. Ces carnets facilitent la tâche des services d'entretien pour identifier et commander des balais de rechange. Chaque balai y est représenté et muni d'un numéro, qu'il suffit d'indiquer sur le formulaire de commande.

IDENTIFICATION PAR LE PORTE-BALAIS

S'il s'agit d'un porte-balais Mersen, il suffit d'indiquer le type et les dimensions "t x a" de la cage, ainsi que la nuance de balai souhaitée.

Pour les porte-balais modulaires (type MONG, MOSPI), il est nécessaire de préciser la hauteur des gaines (N, B, H ou TH) qui détermine la hauteur des balais.

La longueur du shunt, qui dépend de la disposition de la prise de courant sur le moteur, doit aussi être précisée, ainsi que le diamètre de la vis pour la cosse.

Dans tous les autres cas, un échantillon du balai ou un plan du porte-balais, ainsi que le type et les caractéristiques moteurs nous sont indispensables.

ECHANTILLON DE BALAI

L'envoi d'un échantillon de balai, même usé, nous permettra généralement de relever les principales caractéristiques dimensionnelles d'un balai, à l'exclusion toutefois de la hauteur qui doit être choisie dans la série de valeurs de la C.E.I. en fonction du porte-balais et précisée séparément.

PLAN DE BALAI (OU CROQUIS)

Les spécifications nécessaires pour établir un plan de balai sont peu nombreuses, si l'on fait abstraction des détails d'exécution issus de normes ou de standard de fabrication Mersen. Ainsi, sauf cas très spéciaux, il est superflu de préciser :

- tolérances sur les dimensions principales des balais et sur la longueur des câbles
- dimensions des chanfreins
- nature et épaisseur des matériaux utilisés pour les pièces de connexion
- section, composition des câbles
- procédés de fixation des câbles et des connexions aux balais
- profondeur d'insertion des câbles dans les balais
- dimensions "hors-tout" des cosses

Livraison

Nous pouvons vous expédier en moins d'une semaine, voire sous certaines conditions dans la journée, la plupart des modèles de balais équipant tout type de moteur.

QUESTIONNAIRE POUR LE CHOIX D'UNE NUANCE DE BALAI

(texte conforme aux recommandations de la norme CEI 60136)

Société	Nom / Prénom
Adresse	Tél. Fax
Date	Courriel

Les questions en gris-bleu concernent des informations essentielles pour déterminer la nuance appropriée à votre machine.

INFORMATIONS CONCERNANT LA MACHINE :

1• Constructeur de la machine :

2• Type de la machine :

3• Générateur : AC DC - Moteur : AC DC
Sens de rotation réversible : oui non

4• Convertisseur : AC/DC DC/AC

	En service		
	Nominal	Normal	Max.
5• VITESSE (tr/min)			
6• TENSION (V)			
7• COURANT (A)			
8• PUISSANCE (kW)			

9• Service :

10• Cycle de charge (y compris % de marche à vide) :

11• Excitation : Shunt Séparée Série Compound

12• Construction machine : Ouverte Protégée Fermée

13• FABRICANT ET NUANCE DU BALAI UTILISÉ :

14• Les bagues sont situées : Entre En dehors des paliers

15• Les bagues sont-elles dans une enceinte fermée ? oui non

ENVIRONNEMENT DE LA MACHINE :

16• Type d'industrie :

17• Température ambiante (°C) :

18• Température de service (°C) :

19• Humidité relative (%) :

20• Vapeur d'huile :

21• Gaz corrosifs - Lesquels :

22• Poussières - Nature :

23• Vibrations :

CONSTATATIONS EN FONCTIONNEMENT :

24• Durée de vie moyenne du balai (h) :

25• Description des observations observées (le cas échéant) :

COLLECTEUR

Diamètre :

N lames :

Largeur des lames :

Largeur des micas :

N pistes :

N balais par piste :

N Poles :

Dimensions du balai : (cf Fig.1)
t = a = r =

Angle d'inclinaison balai : (cf Fig.3, 4 et 5)
 $\alpha = \dots\dots\dots^\circ$

Angle du biseau supérieur : (cf Fig.10 page 33)
 $\beta = \dots\dots\dots^\circ$

Balais divisés :
 Fig 6 Fig 7
 Fig 8 Fig 9

Les balais d'une ligne sont :
 Alignés Chevauchés

BAGUES

Diamètre :

Largeur :

Nombre :

Matière :

Rainure hélicoïdale :
 avec sans

Pas :

N balais par bague :

Dimensions du balai : (cf Fig.2)
t = a = r =

Angle d'inclinaison balai : (cf Fig.3, 4 et 5)
 $\alpha = \dots\dots\dots^\circ$

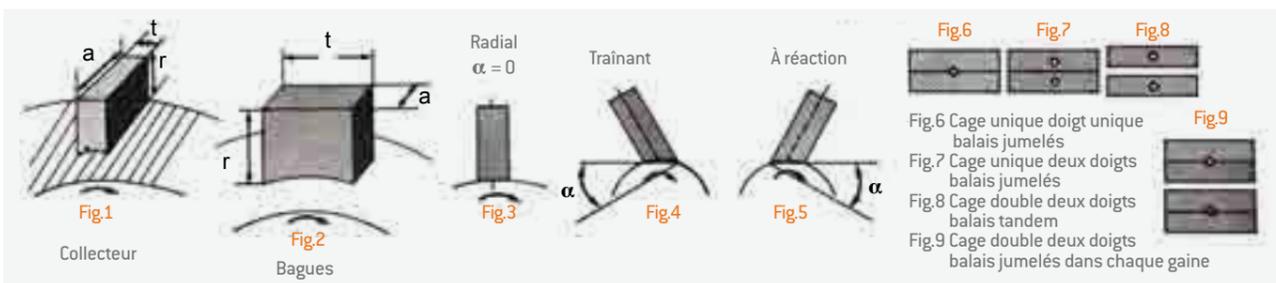
Angle du biseau supérieur : (cf Fig.10)
 $\beta = \dots\dots\dots^\circ$

Balais divisés :
 Fig 6 Fig 7
 Fig 8 Fig 9

Courant par bague :A
 AC DC

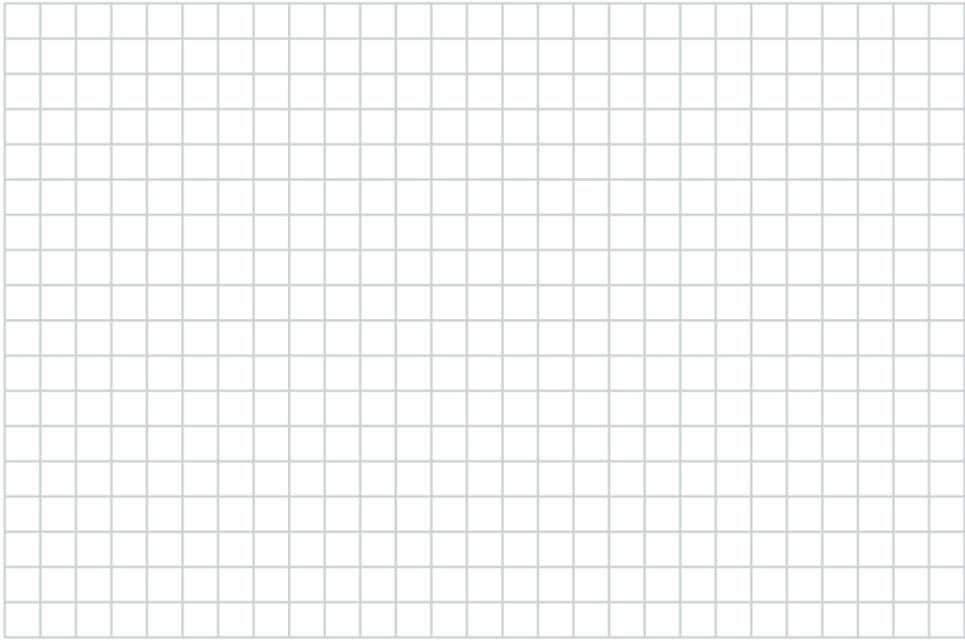
26• ÉTAT DE SURFACE DU COLLECTEUR DES BAGUES

Bon Poli Mat
 Lisse Usé Rayé
 Uniforme Taché
Taches : Régulières Irrégulières Brûlées
Couleur : Claire Moyenne Foncée



ENVOYEZ-NOUS SI POSSIBLE UN EXEMPLAIRE DU BALAI ACTUELLEMENT UTILISÉ (même usé) ou un croquis complet du balai avec son shunt et sa cosse en vous aidant du croquis Fig. 10 en bas de page.

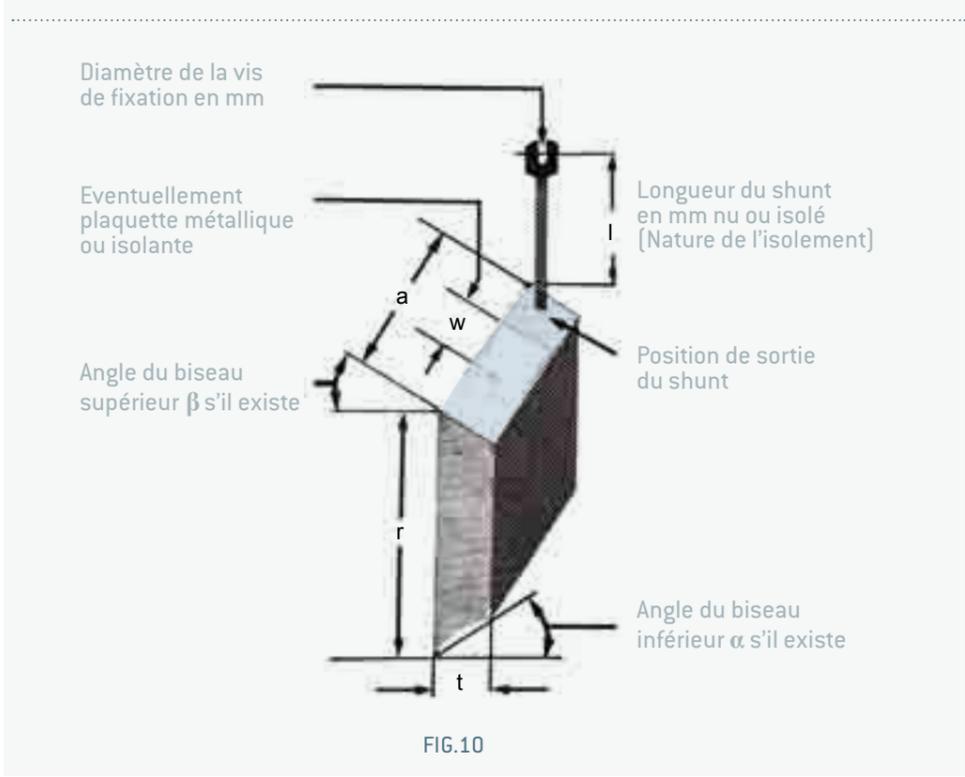
CROQUIS COTÉ DU BALAI



LONGUEUR L DU SHUNT EN mm

DIAMÈTRE DE LA VIS DE FIXATION EN mm

RENSEIGNEMENTS INDISPENSABLES POUR L'EXÉCUTION D'UN BALAI



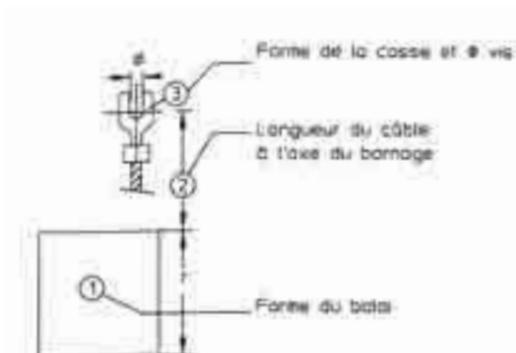
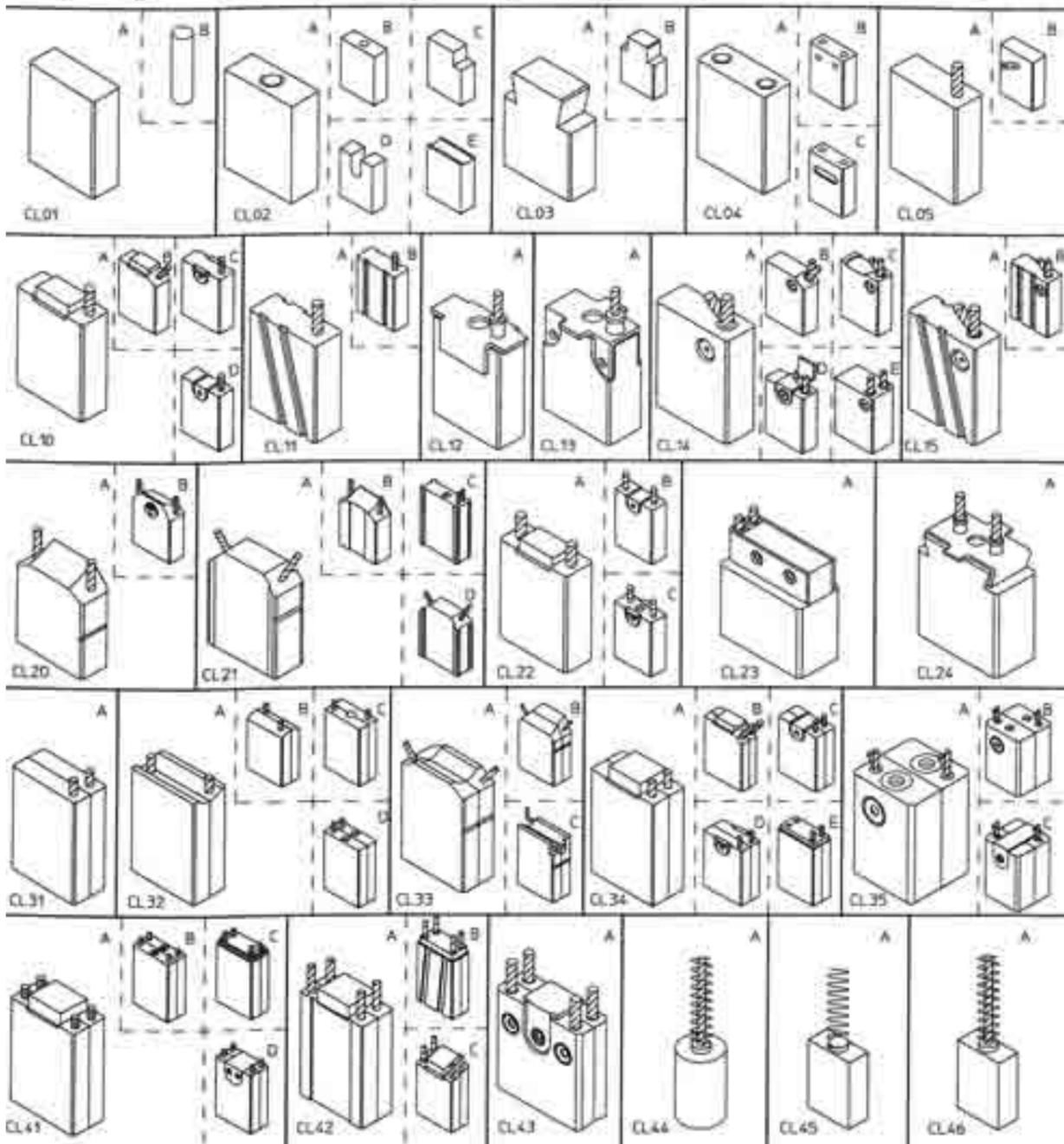
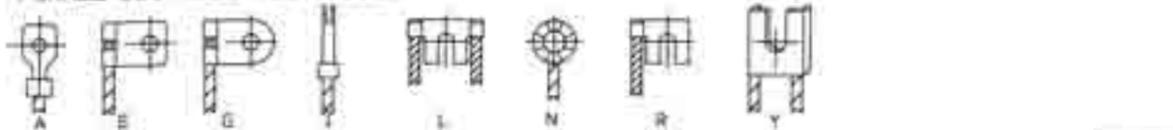
POUR NOUS PERMETTRE DE FOURNIR LE BALAI LE MIEUX ADAPTÉ AUX BESOINS SPÉCIFIQUES DE VOTRE APPLICATION, IL SUFFIT DE NOUS RETOURNER CE DOCUMENT SOIGNEUSEMENT REMPLI.

CARTE DES FIGURINES

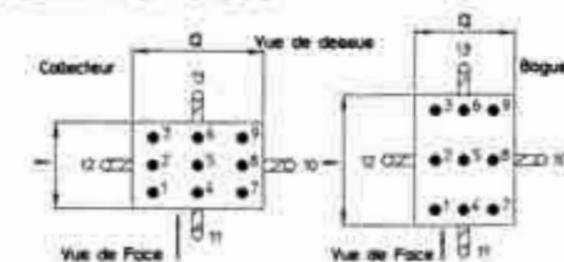
FORMES DES NOUVELLES COSSES (recommandées)



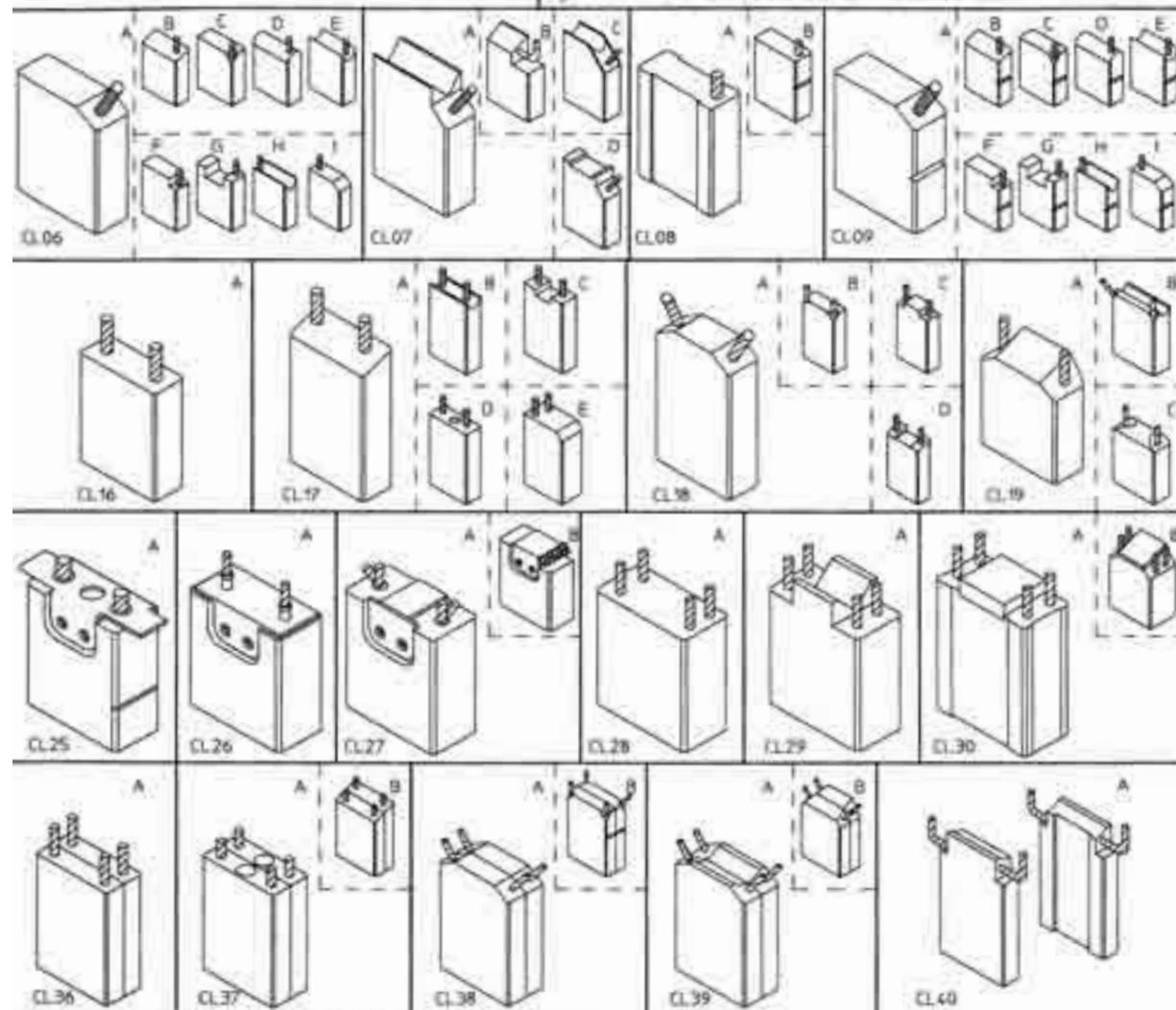
FORMES DES ANCIENNES COSSES



IMPLANTATION CABLE



Figures selon norme NEPA (National Electrical Manufacturers Association) N° CS-1-1995



Formes spéciales

SANDWICH

Figurine ci-dessus avec suffixe "S"
Attention nombre de tranches multiplié par 2

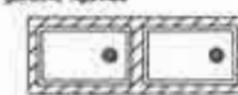
CL.47

Représentation 1 figurine par gaine

Exemples

Boîte vissée
2 gaine=2 figurines

Boîte soudée
1 gaine=1 figurine



OCCURRENCE DES TERMES TECHNIQUES DANS CE GUIDE

• Balais chevauchés.....	5
• Balai composé.....	5, 20
• Balai sandwich.....	5, 6, 20
• Cassage d'angle des lames, chanfreinage des arêtes (collecteurs et bagues) ...	3, 29
• Carbographe (nuance).....	10, 14, 23
• Charge admissible, sous-charge, surcharge.....	4, 6, 25, 27
• Charge de rupture à la flexion.....	14, 15
• Chute de tension au contact.....	5
• Coefficient de frottement "μ" / Frottement.....	4, 6, 7
• Commutation, commutateur.....	3, 5, 6, 11, 26, 29
• Densité apparente.....	14, 15
• Densité de courant.....	6, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17
• Dimensions "t", "a", "r".....	18
• Distribution du courant.....	5, 6
• Dureté shore.....	14, 15
• Electrographite (nuance).....	9, 14, 23
• Etat de surface / Rugosité.....	3, 4, 22, 23, 29
• Faux rond, déformation collecteur.....	3, 4, 23, 25, 29
• Fraisage des micas.....	3, 23, 28, 29, 30
• Graphite tendre (nuance).....	10, 15, 23
• Guidage des balais, porte-balais.....	4, 22
• Huiles et hydrocarbures.....	7, 25, 27
• Humidité.....	5, 6, 7, 25
• Imprégnation.....	7, 9, 12
• Métallo-graphite (nuance).....	12, 15, 23
• Patine.....	5, 6, 7, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30
• Positionnement balai.....	18, 31
• Poussières.....	6, 7, 8, 29
• Pression des balais.....	4, 5, 6, 13, 16, 22, 23, 29, 30
• Résine-graphite (nuance).....	11, 15, 23
• Résistivité.....	6, 14, 15
• Rodage des balais.....	22
• Taux de métal.....	12, 15
• Température.....	5, 9, 11, 12, 13
• Vapeurs ou gaz corrosifs.....	7, 25
• Vibrations.....	4, 5, 10, 30
• Vitesse (périphérique).....	4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 23

LISTE DES FICHES TECHNIQUES MERSEN (disponibles aussi sur www.mersen.com)

EN COMPLÉMENT DU PRÉSENT GUIDE TECHNIQUE, NOUS POUVONS VOUS FOURNIR D'AUTRES DOCUMENTS. N'HÉSITEZ PAS À NOUS CONSULTER.

TDS-01	LE DEVOIR DU BON BALAI	TDS-13	ASPECTS DE PATINES
TDS-02	ÉTATS DE SURFACE DES COLLECTEURS ET DES BAGUES - RUGOSITÉ	TDS-14	ÉTINCELLES AUX BALAIS
TDS-03	CHANFREINAGE DES ARÊTES DE LAMES DES COLLECTEURS USINAGE DES RAINURES HÉLICOÏDALES DES BAGUES	TDS-15	USURE DES BALAIS
TDS-04	TOLÉRANCES SUR LES DIMENSIONS "t" ET "a" DES BALAIS ET DES PORTE-BALAIS	TDS-16	NORMALISATION DES DIMENSIONS DE BALAIS
TDS-05	PERTES DANS LES BALAIS	TDS-17	HUMIDITÉ DE L'AIR
TDS-06	CALAGE DES BALAIS SUR LA LIGNE NEUTRE	TDS-18	DÉGRAISSAGE DES COLLECTEURS ET DES BAGUES
TDS-07	BALAIS SANDWICH - BALAIS COMPOSÉS	TDS-19	RODAGE DES BALAIS
TDS-08	ENTRETIEN PRÉVENTIF	TDS-20	BALAIS POUR BAGUES
TDS-09	BALAIS CHEVAUCHÉS	TDS-21	PONTS DE CUIVRE ENTRE LAMES DE COLLECTEUR
TDS-10	RAYURES SUR BAGUES	TDS-22	IMAGES DE BALAIS SUR BAGUES DE MACHINES ASYNCHRONES / GHOSTING
TDS-11	PRESSION SUR LES BALAIS	TDS-23	LES SILICONES
TDS-12	VENTILATION	TDS-24	POUSSIÈRES D'USURE DE BALAIS
		TDS-25	MACHINES SOUS-CHARGÉES

MERSEN EST L'EXPERT MONDIAL DES SPÉCIALITÉS ÉLECTRIQUES ET DES MATÉRIAUX AVANCÉS

NOS MARCHÉS :

Energie : • Eolien • Hydroélectricité • Photovoltaïque • Nucléaire • Thermique • Pétrole et gaz

Transport : • Ferroviaire • Urbain • Aéronautique et aérospatial • Ports et marine • Véhicules électriques

Industrie électronique : • Polysilicium • Electronique de puissance • Semi-conducteurs • Semi-conducteurs III / V • Tirage de la fibre optique

Chimie et pharmacie : • Chimie organique • Chimie minérale • Chimie fine et pharmacie

Industries de procédés : • Métallurgie • Mines • Pétrole et gaz • Ciment • Papier • Caoutchouc et plastique • Traitement de l'eau • Industrie d'assemblage • Industrie du moule • Industrie de transformation du verre • Frittage • Fabrication et utilisation de fours

Autres marchés : • Construction résidentielle et commerciale • Transmissions des données • Ascenseurs • Chariots élévateurs



EXPERT MONDIAL DES SPÉCIALITÉS
ÉLECTRIQUES ET DES MATÉRIAUX
AVANCÉS

EUROPE

FRANCE

Mersen France Amiens SAS
10, avenue Roger Dumoulin
80084 Amiens
France
Tél.: +33 3 22 54 45 00
infos.amiens@mersen.com

ASIE

CHINE

Mersen Pudong Co., Ltd.
No 2 Building, 72 Jinwen
Road Zhuqiao Pudong
Shanghai
201323 Chine
Tél.: 86 21 58106360
sales.pudong@mersen.com

INDE

Mersen India Pvt. Ltd.
5, Bommasandra industrial
Area
Anekal Taluk
562 158 Bangalore
Inde
Tél.: +91 80 3094 6121 à 27
sales.ea.india@mersen.com

AMERIQUE DU NORD

USA

Mersen USA Bn Corp.
400 Myrtle Avenue
Boonton NJ 07005
U.S.A.
Tél.: +1 973 334 07 00
contact.ea.usa@mersen.com

CANADA

Mersen Canada Dn Ltée
225 Harwood Boulevard
Vaudreuil-Dorion
Quebec J7V 1Y3
Canada
Tél.: +1 450 455 5728
contact.ea.dorion@mersen.com

AMERIQUE DU SUD

BRESIL

Mersen do Brasil Ltda.
Rua Anita Maria Botti
Pedroso, 3
13315-000 - Cabreuva - SP
Brésil
Tél.: +55 11 2348 2360
vendas.ea.brasil@mersen.com

