

MAINTENANCE
DES BALAIS,
PORTE-BALAIS,
COLLECTEURS
ET BAGUES
COLLECTRICES



Acteur majeur de l'industrie mondiale, Mersen vous offre son expertise globale, issue d'une expérience reconnue des machines électriques tournantes depuis plus de 120 ans.

Ce guide s'adresse à tous les professionnels de la maintenance industrielle. Les règles d'entretien préventif varient nécessairement selon le type et la puissance des machines, les conditions particulières de service, la durée des périodes de fonctionnement et d'arrêt...

Ce guide regroupe les opérations d'entretien essentielles et vous fournit des éléments de "check list" applicables, en totalité ou en partie, à vos cas particuliers.

01

ENTRETIEN PRÉVENTIF

Voir fiche technique TDS-08

L'entretien préventif permet de maintenir les machines et les équipements en bon état de fonctionnement.

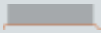
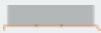
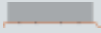
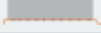
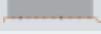
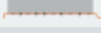
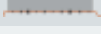

Toute consigne d'entretien préventif sans démontage de machine comporte normalement et dans l'ordre chronologique :

- des vérifications en fonctionnement, pendant la phase de ralentissement et jusqu'à l'arrêt de la machine
- des opérations à l'arrêt :
 - nettoyages
 - mesures ou contrôles électriques et mécaniques
 - vérifications avant remise en route (dans le respect des spécifications établies par le fournisseur de la machine électrique)

Contrôles en fonctionnement

Graduation des étincelles selon les échelles "Commutation Indicator Mersen" et "Westinghouse".

GÉNÉRATRICES ET MOTEURS

Représentation (coupe axiale - balai sur collecteur)	Indice Commutation Indicator Mersen	Indice Westinghouse	Désignation
	1	1	Noir
	2	1 ¼	Perles intermittentes
	3	1 ½	Quelques perles
	4	1 ¾	Nombreuses perles
	5	2	Projections intermittentes
	6	2 ¼	Quelques projections
	7	2 ½	Nombreuses projections
	8	3	Projections importantes et continues

× perle * projection ● fusant

Les limites acceptables, habituellement admises, sont :

- Régime normal : 1 à 3 sur Commutation Indicator (1 à 1 ½ Westinghouse).
- Régime de pointe - Surcharge : 4 sur Commutation Indicator (1 ¾ Westinghouse).

En cas de doute, nous sommes à votre disposition pour toute assistance technique. Courriel : infos.amiens@mersen.com

Vérifications au ralentissement et jusqu'à l'arrêt de la machine

- Surveiller les vibrations et les bruits qui peuvent apparaître à faible vitesse et qui sont sensibles,
 - soit sur la carcasse,
 - soit au niveau des roulements ou des paliers,
 - soit sur les balais.
- Noter s'il se produit des battements aux joints élastiques de l'accouplement.
- Au moyen d'un repère positionné sur l'arbre de la machine, vérifier que le rotor s'arrête toujours en position aléatoire.
- Aussitôt la machine arrêtée, mesurer la température du collecteur / de chacune des bagues collectrices.

Mesures et contrôles à l'arrêt

MACHINE ÉLECTRIQUE

- Mesurer la résistance d'isolement des différents circuits avant et après soufflage pour être en mesure d'établir une comparaison lors de l'intervention.
- Mesurer l'entrefer en 4 points à 90° de décalage (3 - 6 - 9 et 12 heures) avec un jeu de cales appropriées et comparer la moyenne obtenue sur les 4 axes avec la valeur d'origine communiquée par le constructeur. L'écart obtenu indiquera le jeu approximatif interne des paliers.

PORTE-BALAIS ET BALAIS

- Guidage des balais (**voir fiche TDS-04**) :
Vérifier le jeu entre les porte-balais et les balais.
- En cas de mauvais coulisement, examiner l'intérieur des cages des porte-balais.



- Vérifier que la distance "d" entre les porte-balais et la partie mobile (collecteur ou bagues) est adaptée (2,5 à 3 mm pour la plupart des machines), voir schéma ci-contre.
- Poussée des systèmes de pression des porte-balais (**voir fiche TDS-11**) :
Vérifier à l'aide d'un dynamomètre que les pressions sont bien égales sur tous les balais* (voir tableau page suivante).



* Toutefois un écart maximal de 10 à 15 % reste acceptable.

PRESSIONS BALAIS CONSEILLÉES (en kPa)

Groupes de nuances de balais	Sur bague	Sur collecteur	
		Machines stationnaires	Machines de traction
Electrographitiques	18-20	18-20	35-45
Electrographitiques imprégnées résine	18-20	18-25	35-55
Carbographitiques & Résine-graphite	n/a	18-20	n/a
Graphitiques tendres	*	*	n/a
Métallo-graphitiques	Vitesses normales	18-20	*
	Vitesses < 1 m/s	25-27	n/a

Nota : 1 kPa = 10 cN/cm², soit environ 10 g/cm².

* Nous consulter

- Vérifier que les porte-balais sont toujours correctement fixés avec l'angle prévu.
 - Noter s'il y a de la poussière de cuivre déposée sur les porte-balais ou sur les systèmes de fixation (lorsque les balais utilisés ne contiennent pas de cuivre, bien entendu).
 - Mesurer la hauteur de tous les balais d'une même ligne pour voir s'il y a des usures anormales.
 - **Vérifier que les arêtes des balais sont intactes**, sans brûlure ni écaillage, et que les faces ne portent ni marques de vibrations ou d'électroérosion, ni brûlures, ni traces de ravinement.
 - **Vérifier que les câbles des balais ne sont ni oxydés, ni brûlés, ni effilochés.**
 - **Après remise en place des balais, vérifier :**
 - qu'ils coulissent normalement, avec un jeu convenable pour éviter aussi bien les coincements que les battements
 - que les systèmes de pression sont bien positionnés sur le milieu des têtes des balais et que les plaquettes amortisseuses sont en bon état
 - que les câbles des balais ne sont pas pincés par les systèmes de pression
-  • Vérifier, surtout pour les balais inclinés, qu'ils n'ont pas été montés (ou remontés) à l'envers dans les porte-balais. Même chose pour les balais jumelés à plaquette métallique.
- **Prendre soin d'éliminer la patine établie** si l'on désire changer la nuance de balai.
-  Sur une même machine, ne jamais utiliser des balais de nuances différentes et a fortiori de fabricants différents.
- Positionnement des balais : en règle générale nous déconseillons le quinconçage (décalage axial), mais il peut s'avérer judicieux pour une répartition symétrique du courant et de la température. Dans le cas où le chevauchement (décalage tangentiel) est nécessaire pour assurer la commutation, vérifier qu'il est correctement effectué.
 - Vérifier que l'espacement entre deux pôles consécutifs est identique tout autour du collecteur.

● Dégraissage (voir fiche TDS-18)

Sur des collecteurs peu gras, un nettoyage soigneux au chiffon propre et sec est préférable. Dans le cas où il subsiste un film gras, on peut utiliser, **après avoir relevé ou retiré les balais**, un chiffon propre imbibé **sans excès** d'un solvant sec, non chloré, à évaporation rapide et ne laissant pas de résidus.

● Faux-rond

Vérifier le faux-rond avec le CL-Profiler. La valeur optimale est d'environ 0,01 mm et ne doit jamais excéder 0,03 mm.

● Rugosité (voir fiche TDS-02)


Nous parlons ici de rugosité arithmétique R_a , un paramètre de rugosité internationalement reconnu et utilisé.

R_a = valeur moyenne arithmétique des valeurs absolues des variations du profil dans le tronçon de mesure.

S'assurer que la rugosité sur patine établie est toujours supérieure à $0,4 \mu\text{m}$. Dans le cas contraire, dépolir les surfaces, de préférence avec une pierre abrasive à rectifier grain "M" (moyen).

Après pierrage ou usinage, nous recommandons les rugosités suivantes :

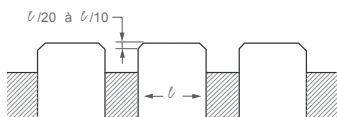
- $R_a = 0,9$ à $1,8 \mu\text{m}$ pour les collecteurs des machines industrielles
- $R_a = 0,5$ à $1,0 \mu\text{m}$ pour les petits collecteurs des machines de puissance inférieure à 1 kW
- $R_a = 0,75$ à $1,25 \mu\text{m}$ pour les bagues acier ou bronze

 Les rugosités dépassant $2 \mu\text{m}$ occasionnent des usures de balai excessives.

En outre, l'étape de pierrage doit permettre d'obtenir un nombre de pics de 100 pics / cm.

● Examen des lames de collecteurs

- Contrôler que le cassage d'angle des lames est correct (voir fiche TDS-03).



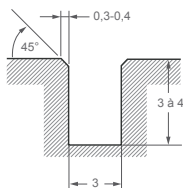
- Vérifier que le fraisage des micras est suffisant et qu'il n'y a pas de parcelles le long des lames.



- Contrôler l'absence d'amorces de piqûres, d'ombrages sur les lames ou de brûlures sur les arêtes (premiers signes de difficultés de commutation).
- Si la patine paraît un peu trop épaisse, nous recommandons de passer la pierre à rectifier grain "M" sur le collecteur / les bagues avant la remise en route de la machine.

● Examen de l'hélice des bagues.

Examiner les arêtes d'hélice sur les bagues hélicées : une arête coupante sur un bord d'hélice provoque toujours une usure rapide des balais, des taches ou des brûlures du métal.



Nettoyages

- Aspirer le maximum de résidus. Souffler à l'air comprimé sec le rotor et le stator, dans les 2 sens, c'est-à-dire côté collecteur (ou bagues collectrices) et côté opposé. Pour être efficace, un soufflage doit évacuer toute la poussière à l'extérieur de la machine.



Un simple déplacement de la poussière à l'intérieur de la machine peut être plus nuisible qu'utile.

- Entretenir les filtres de façon régulière.
- Essuyer les isolants avec un chiffon sec.

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



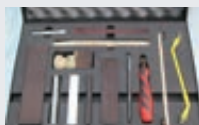
PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES EN CAS D'ARRÊT PROLONGÉ DES MACHINES

- Protéger les collecteurs / les bagues collectrices contre les chocs et les projections d'huile à l'aide de feuilles de matériau isolant non poreux.
- Relever tous les balais, surtout si la machine doit séjourner en atmosphère humide, saline ou corrosive, et interposer entre les balais et les parties mobiles (collecteurs / bagues collectrices) une feuille de matériau isolant non poreux.

Les informations contenues dans ce dépliant 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 dépliant.

OUTILS DE MAINTENANCE

- Pierres à rectifier et accessoires
- Pierres ponce, bandes abrasives
- Pierres à poignée
- Fraiseuses à micas
- Disques diamantés
- Grattoirs, limes à chanfreiner, scies
- Outils de finition
- Bâtis (chariots conçus pour utiliser pierres abrasives ou outils de coupe)



Valise d'outils de rectification



CL-Profiler

Profil collecteur
réalisé avec le CL-Profiler

APPAREILS DE MESURE

- Profilomètre CL-Profiler (sonde Viroti classique ou double)
- Outil de mesure de diamètre DiaMeter
- Dynamomètres
- Stroboscopes
- Rugosimètres
- Dispositifs de surveillance de l'usure des balais
- Boîtiers d'alarme
- Commutation Indicator (mesure du niveau de commutation)



CL-DynamoMeter



Rugosimètre



Commutation Indicator

Pour plus d'informations, consulter notre brochure
" Appareils et outils pour l'entretien des machines électriques "

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

Le rodage consiste à donner à la face frottante d'un balai neuf le rayon de courbure du collecteur ou de la bague, ainsi qu'une rugosité convenable, de façon à ce que le bon contact mécanique et électrique du balai soit assuré dès sa mise en service.

Le rodage des balais doit dans tous les cas être réalisé avec le plus grand soin, d'autant plus que :

- la vitesse périphérique du collecteur ou des bagues est importante,
- le rayon de courbure du collecteur est plus petit - surtout s'il s'agit de balais divisés (voir fig. 1). En cas de rodage incorrect, ce balai risque en effet de porter sur le collecteur uniquement par sa tranche médiane, qui supportera alors toute la charge du courant. Les conséquences risquent d'être graves, pour le collecteur comme pour le balai.

REMARQUE : Les balais neufs sont parfois fournis avec une face frottante préformée, c'est-à-dire avec une face courbe usinée au rayon demandé. Cette courbure n'est qu'approchée et ne dispense pas des opérations de rodage. L'avantage du préformage est de raccourcir sensiblement le temps de rodage.

Méthodes de rodage

- Pour les collecteurs ou les bagues collectrices de petit ou moyen diamètre (jusqu'à \varnothing 500 mm environ), le rodage des balais peut se faire sur des meules abrasives de diamètre égal à celui du collecteur ou de la bague collectrice. Cette méthode est rapide, mais approchée, elle se justifie pour les grandes séries de moteurs d'un même type.

Pendant le rodage, il faut naturellement que le balai soit maintenu fermement contre la meule, non pas à la main, mais par l'intermédiaire d'un porte-balais fixé à 2,5 - 3 mm de la meule.

 **Après le rodage, il faut souffler soigneusement la face frottante pour en éliminer les grains d'abrasifs qui auraient pu s'y fixer.**

- Le rodage se fait le plus souvent sur la machine elle-même, selon divers procédés dépendant de son type et de son importance :

A

RODAGE À LA TOILE AU CARBURE DE SILICIUM GRAIN MOYEN (GRAIN 80)

Positionner la toile sur tout ou partie du collecteur (ou de la bague collectrice) avec des pinces appropriées ou à la main. Une fois les balais neufs mis en place dans les porte-balais et appuyant sur la toile, faire osciller le rotor jusqu'à rodage complet des faces frottantes (voir fig. 2).

Sur les machines lourdes, s'il faut roder les balais ligne par ligne par va-et-vient de la toile tenue à la main (voir fig. 3), il faut éviter de lever la toile sous les balais (voir fig. 4) ce qui conduirait, après rodage, à des surfaces trop réduites et mal définies.



FIG. 1



FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4

B RODAGE À LA PIERRE PONCE MERSEN

Il se pratique sur les grosses ou très grosses machines, qui doivent toujours tourner sous tension nulle ou très réduite pendant le ponçage.

Les poussières de ponce, agissant comme abrasif, usent le balai exactement au profil du collecteur.

La méthode est bonne quand on n'en abuse pas, car le ponçage use le métal du collecteur / des bagues collectrices.

Elle n'est applicable que pour les rodages ne nécessitant qu'une usure réduite des balais. Il est utile, après ponçage, de rétablir la rugosité au moyen de la pierre à rectifier, grain "M".



Après rodage à la toile ou à la pierre ponce, il faut retirer les balais des porte-balais et souffler le collecteur et les faces frottantes des balais pour éliminer toutes les poussières abrasives et les poussières de balais.

REMARQUES

- On fournit parfois des balais neufs avec face frottante non préformée, mais quadrillée, destinés surtout aux machines à grande vitesse. Ces faces frottantes spéciales ne dispensent pas du rodage.



- Les balais, même bien rodés, risquent de vibrer dès la mise en route si les collecteurs / bagues collectrices ont été rectifiés au diamant, c'est-à-dire polis "brillants".

Nous recommandons toujours de **dépolir** préalablement les surfaces "brillantes" avec une pierre à rectifier grain "M" ou une toile au carbure de silicium grain 80 (à 100 maximum), afin de faciliter dès le départ l'accrochage du graphite sur les pistes de frottement et d'accélérer ainsi la formation de la patine.

- Quand on remplace des balais pièce par pièce sur des grosses machines, on peut, à la rigueur, mettre en service des balais pré-rodés ou à face préformée sans parfaire le rodage, mais uniquement si le nombre de balais remplacés est inférieur à 20 % du nombre de balais total et si les balais neufs sont répartis uniformément tout autour du collecteur.

L'auto-rodage des balais neufs s'effectue alors en service sans perturber le fonctionnement des autres balais.

Pour plus d'informations, consulter notre guide technique "Balais pour moteurs et générateurs" et notre fiche technique TDS-01 "Le devoir du bon balai".

04

L'EXAMEN DE LA PATINE, UN OUTIL DE DIAGNOSTIC

Fiche technique TDS-13

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

Types de patines

PATINES CONFORMES

INTENSITÉ DE LA COLORATION

● P2 - P6 : patines normales

- De coloration uniforme, marron clair (P2) à marron foncé (P6)
- Fonctionnement satisfaisant de la machine et des balais
- **Face frottante balai correspondante** : FF2 (surface homogène, uniforme)



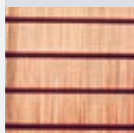
FF2

PATINES NON CONFORMES NÉCESSITANT UN SUIVI

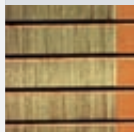
ASPECT DU DÉPÔT

● P12 : Patine striée

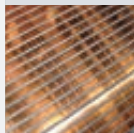
- Raies ou bandes plus ou moins larges, alternativement claires et foncées, sans usure de cuivre
- Causes les plus fréquentes : humidité excessive, vapeurs huileuses ou gaz agressifs dans l'air ambiant, balais sous-chargés



P2



P6



P12

● P14 : Patine décapée

- P14a : sur collecteur / P14b : sur bague collectrice
Comme P12, mais avec des bandes décapées de 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.
- Face frottante balai correspondante : FF14 (surface striée)



FF14

● P16 : Patine tartinée

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

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
- Face frottante balai correspondante : FF24 (arête écaillée)

● P26 - P28 : Lames tachées au milieu ou sur les bords

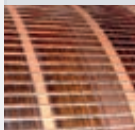
- Ombrage sur le milieu des lames (P26) ou frangeant les deux bords de lames (P28)
- Cause la plus fréquente : rectifications défectueuses du collecteur
- Face frottante balai correspondante : FF26 (surface piquée)



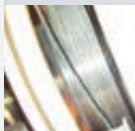
FF24



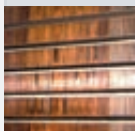
FF26



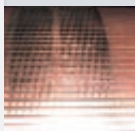
P14a



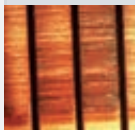
P14b



P16



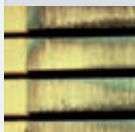
P22



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

TACHES DUES À 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

Brûlures

● B6 : Brûlures par étincelles sur bords de lames, plus ou moins sévères

● B8 : Brûlures au centre des lames

● B10 : Patine "trouée"

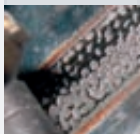
- Petites taches claires, en nombre variable et réparties au hasard sur piste normalement patinée
- Cause : étincelles sous balais
- Face frottante balai correspondante : FF6 (surface ou arête brûlée)



FF6



P42



P44



P62



B6



B8

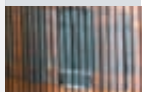


B10

Taches

Aspects particuliers de certains types de taches :

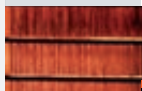
- **T10 : Image de balai sur collecteur (ghosting)**
- **T11 : Image de balai sur bague collectrice**
 - Tache foncée ou noire reproduisant la face frottante du balai sur le collecteur ou la bague collectrice
 - Cause la plus fréquente : surcharge accidentelle ou marquage électrolytique lors d'un arrêt prolongé de la machine
- **T12 : Frange foncée due à une lame saillante L2**
- **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**



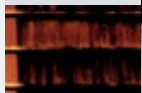
T10



T11



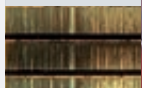
T12



T14



T16



T18

Défauts des lames de collecteurs

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

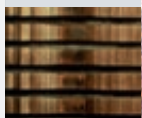


Usures de lames de collecteurs

- **R2 : Vue d'un collecteur permettant d'apprécier l'usure du métal piste par piste malgré 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, une qualité inadaptée, des pollutions diverses...**



R2



R4



MERSEN SERVICES, DES PRESTATIONS AU SERVICE DE VOTRE MACHINE ÉLECTRIQUE

Service Maintenance Moteurs

- Expertises techniques sur site (applications, mécaniques, électriques, ingénierie / environnement)
- Usinage et rectification in situ des collecteurs et des jeux de bagues collectrices de vos machines électriques tournantes (toutes puissances)
- Ré-ingénierie et modernisation de vos composants, développement de systèmes innovants (re-design, solutions de retrofit)

Formations

- Formations techniques Inter entreprises et Intra entreprise (dans les centres de formation Mersen ou sur site client)
- Programmes adaptés à vos besoins
- Séminaires techniques sur les machines électriques tournantes (tous segments de marché)

Assistance technique

- Assistance permanente auprès des constructeurs ainsi que des utilisateurs et réparateurs

MERSEN
Des expertises, une énergie

EXPERT MONDIAL DES
SPÉCIALITÉS ÉLECTRIQUES
ET DES MATÉRIAUX AVANCÉS

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

WWW.MERSEN.COM

