



TRANSPORTS

GUIDE TECHNIQUE CAPTAGE DE COURANT



- Bandes de pantographes
- Patins 3^{ème} rail



1

INTRODUCTION : QU'APPELLE-T-ON CAPTAGE DE COURANT ? **p.3**

2

CAPTAGE DE COURANT PAR PANTOGRAPHE **p.4**

Nuances utilisées pour le captage par pantographe p.5

- Familles de tensions p.5
- Comment choisir la bonne nuance pour une bande de pantographe ? p.6
 - Courant à capter p.6
 - Densité linéaire de courant en continu p.6
 - Courant à l'arrêt p.7
- Les nuances Mersen pour le captage par pantographe p.8
- Pourquoi existe-t-il une limite à la teneur en cuivre ? p.9
- Pourquoi est-ce nécessaire de maintenir une température basse ? p.9

Les différents types de bandes de pantographes p.10

Durée de vie des bandes de pantographes p.11

3

CAPTAGE DE COURANT PAR TROISIÈME OU QUATRIÈME RAIL **p.12**

Caractéristiques des patins pour les capteurs de courant p.13

Les nuances Mersen pour les patins p.13

Les différents types de patins p.14

4

COMPRENDRE LES NUANCES POUR LE CAPTAGE DE COURANT **p.15**

La fabrication des nuances de captage p.15

Les avantages du graphite pour le captage p.16

Principaux facteurs influençant la performance des bandes de pantographes ou des patins p.17

Aspects typiques de bandes de pantographes en service p.18

5

L'OFFRE MERSEN POUR LE CAPTAGE DE COURANT **p.20**

Notre gamme de solutions p.20

Ce que nous avons à cœur de garantir à nos clients p.20

L'innovation au quotidien p.21

6

ANNEXES **p.22**

Comment commander des bandes ou des patins 3^{ème} rail p.22

Formulaire « Bandes de pantographes » p.23

Formulaire « Patins 3^{ème} rail » p.25

Profils carbone p.27

Profils des étriers en aluminium p.28

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'APPELLE-T-ON CAPTAGE DE COURANT ?

Les locomotives électriques, les métros et les tramways ont besoin de courant électrique pour se déplacer.

Le transfert de puissance doit être sûr et fiable, que ce soit à l'arrêt (pour la puissance auxiliaire) ou en mouvement.

La transmission de puissance se fait soit par des lignes aériennes (caténaires), soit par des rails au sol.

Les systèmes au courant alternatif utilisent toujours des fils aériens, les systèmes au courant continu utilisent soit une caténaire, soit un troisième rail.

IL EXISTE 2 TYPES DE SYSTÈMES DE CAPTAGE DE COURANT :

Les systèmes avec pantographes

- Réseaux ferrés (locomotives électriques, rames automotrices)
- Réseaux urbains (trains légers, tramways, certains métros)



© Leonid Andronov | Dreamstime.com

Les systèmes par troisième ou quatrième rail

- Réseaux urbains (métros, trains légers, véhicules légers automatisés)
- Monorails (Grande-Bretagne)



© Richie0703 | Dreamstime.com

02

CAPTAGE DE COURANT PAR PANTOGRAPHE

4

L'électricité servant à alimenter les moteurs électriques de traction est captée par un pantographe glissant sur un fil de caténaire.

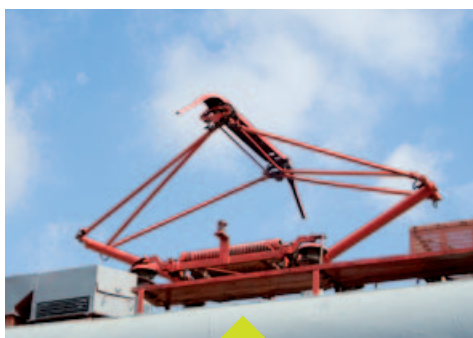
Une caténaire est une ligne aérienne de contact utilisée pour fournir de l'électricité à une unité électrique telle qu'une locomotive électrique ou une rame automotrice électrique (toutes deux équipées de pantographes).

Un pantographe est un système de bras articulés fixé sur le toit de la locomotive. Il se déploie et s'allonge sur un axe vertical. Son rôle est de transférer le courant de la caténaire à la motrice. Les principaux éléments d'un pantographe sont un cadre, des bras, une tête de captage et une commande de levage.



Pantographe monobras

© Contact srl



Pantographe de type diamant

© Meoita Dreamstime.com

Il existe deux types de pantographes : monobras et double-bras (aussi dit "diamant").

Le pantographe monobras (parfois dit « en Z ») est le plus répandu de nos jours ; sa conception a évolué pour lui permettre d'être plus compact et plus réactif aux vitesses élevées.

Le pantographe monobras est utilisé sur les systèmes de tramways urbains basse vitesse jusqu'aux trains très haute vitesse (tels que le TGV).

Le pantographe se connecte généralement sur un système de caténaires à un ou deux fils, la voie agissant comme retour de masse.

Le courant est capté par les **bandes de contact** montées sur la tête de pantographe.

Leur nombre et leur type dépendent du type et de l'intensité du courant à transmettre, mais aussi de l'état de la caténaire.

Les bandes doivent être choisies et conçues en fonction du courant à transmettre à la fois lorsque le véhicule se déplace et lorsqu'il est à l'arrêt.

NUANCES UTILISÉES POUR LE CAPTAGE PAR PANTOGRAPHE

FAMILLES DE TENSION

Haute tension Courant Alternatif

- 25 kV @ 50 ou 60 Hz
- 15 kV @ 16,7 Hz

	Haute vitesse	Standard
Puissance de la locomotive	8-20 MW	4-10 MW

➡ **En général on utilisera des nuances en graphite pur.**
On proposera des nuances imprégnées pour des réseaux où les caténaires sont en mauvais état.

Basse tension Courant Continu

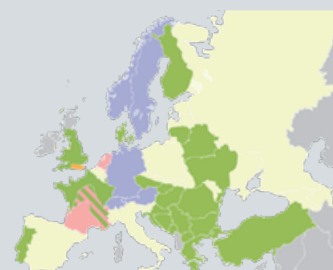
- 3,0 kV
- 1,5 kV

	Haute vitesse	Standard
Puissance de la locomotive	8-12 MW	3-4 MW

➡ **On choisira des nuances imprégnées**

Certaines locomotives de fret anciennes ou très puissantes utilisent des bandes en cuivre pur, elles sont progressivement remplacées par des bandes en graphite imprégné.

Exemple de répartition des deux familles de tension en Europe :



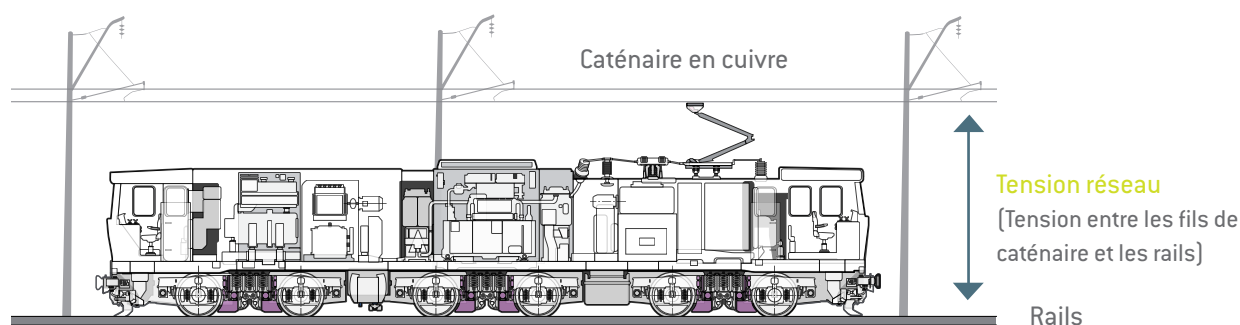
Haute tension AC

- 25 kV AC
- 15 kV AC

Basse tension DC

- 3,0 kV DC
- 1,5 kV DC
- 750 V DC
- 1,5 kV + 25kV

© @wikimedia



COMMENT CHOISIR LA BONNE NUANCE POUR UNE BANDE DE PANTOGRAPHE ?

1

Le premier paramètre à prendre en compte est le courant à capter

Le courant à capter dépend de la puissance de la locomotive et de la tension du réseau.

$$\text{Courant à capter (A)} = \frac{\text{Puissance de la locomotive (W)}}{\text{Tension du réseau (V)}}$$



Quand la tension est basse, le courant est élevé

La puissance de la locomotive est une valeur fixe, donc :

- plus la tension est élevée plus le courant est faible
- moins la tension est élevée plus le courant est fort

On peut calculer la valeur de courant à capter à l'aide de la formule ci-dessus, mais dans la plupart des cas elle est donnée dans le cahier des charges fourni par le client.

Le courant est l'un des paramètres utilisés pour calculer la densité linéaire de courant en continu (j).

La valeur à considérer est le courant capté par chaque pantographe (I_p), il faut donc diviser le courant par le nombre de pantographes actifs.

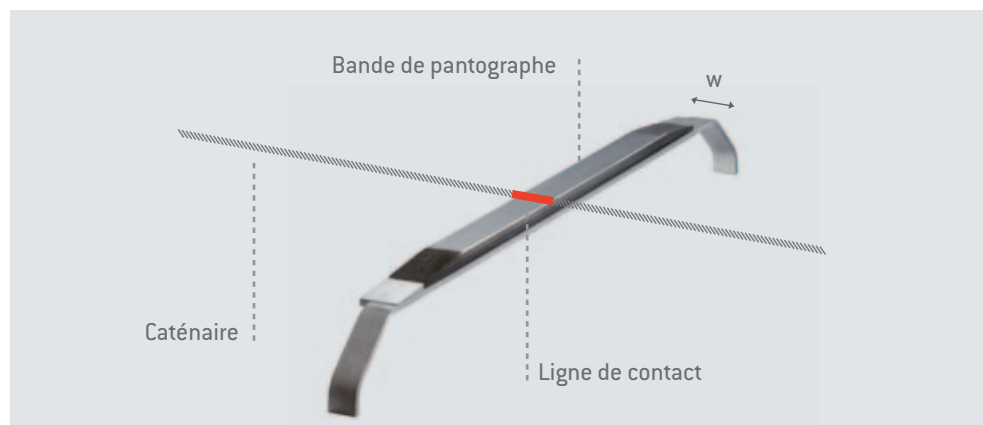
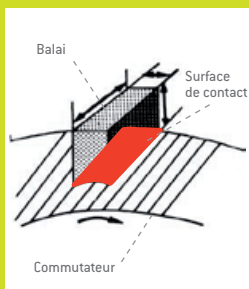
2

Le paramètre clé pour le choix de la nuance est la densité linéaire de courant en continu (j)

La densité linéaire de courant en continu (j) est le courant circulant dans la ligne de contact entre la bande et la caténaire. Elle s'exprime en A/mm.

A NOTER !

Pour un balai, c'est la densité de courant en A/cm² que l'on prendra en compte



COMMENT CHOISIR LA BONNE NUANCE POUR UNE BANDE DE PANTOGRAPHE ?

Un paramètre clé pour le choix de la nuance :
la densité linéaire de courant en continu (j) par bande.

Calcul de j pour votre cas spécifique

On calculera j à l'aide
de la formule suivante

$$j = \frac{n}{k} \times \frac{I_p}{w}$$

j	Densité linéaire de courant en continu pour la bande (A/mm)
n	Coefficient de distribution de courant n = 1 si 1 bande par pantographe n = 0,6 si 2 bandes par pantographe n = 0,4 si 3 bandes par pantographe n = 0,3 si 4 bandes par pantographe
k	Coefficient de caténaire k = 1 si caténaire simple k = 1,5 si caténaire double
I _p	Courant en continu par pantographe (A)
w	Largeur de la bande (mm)



Le coefficient de distribution de courant sert à ajuster le calcul de la répartition de courant entre les bandes montées sur un même pantographe. La première bande est traversée par plus de courant que les autres bandes, il faut tenir compte de cette situation défavorable pour choisir la nuance. Par exemple, sur 2 bandes, la première recevra 60 % du courant total capté par le pantographe.

3

Le dernier paramètre à prendre en compte est le courant à l'arrêt

La pré-sélection d'une nuance doit être confirmée ou ajustée en fonction des conditions de captage à l'arrêt.

Le courant à l'arrêt est fonction du réseau, il dépend de la pression appliquée sur la bande de pantographe, de la température maximum autorisée par l'opérateur du réseau... (pour en savoir plus sur la nécessité d'avoir une température basse, merci de vous référer à la page 9 de ce guide).

Mersen soumet ses nuances à des tests de captage à l'arrêt et obtient ainsi leurs caractéristiques en mouvement et à l'arrêt, qui sont reprises dans le tableau en page 8 et dans nos fiches nuances.

Nos fiches nuances complètes sont disponibles sur demande par courriel à l'adresse infos.amiens@mersen.com.

LES NUANCES MERSEN POUR LE CAPTAGE PAR PANTOGRAPHE

Chaque nuance a été créée pour supporter une densité linéaire de courant donnée. Pour sélectionner la bonne nuance, il faut considérer la densité linéaire de courant en continu (j) et choisir une nuance offrant une valeur de $j_{\max}$ supérieure ou égale à j .

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de $j_{\max}$ pour chacune des nuances Mersen (colonne « Densité linéaire de courant en continu maximale »).

Mersen a développé une large gamme de nuances satisfaisant aux conditions de fonctionnement les plus exigeantes. Nous vous recommandons de contacter notre Service d'Assistance Technique à la Clientèle pour définir correctement les nuances à utiliser dans chaque cas.

Le tableau ci-dessous indique les caractéristiques principales¹ de quatre de nos nuances.

NUANCE	Description	$j_{\max}$ Densité linéaire de courant en continu maximale ² A/mm	Densité relative Selon la CEI60413	Résistivité $\mu\Omega\cdot m$ Selon la CEI60413	Résistance à la flexion MPa Selon la CEI60413	Résilience Charpy kJ/m ² Selon la CEI60413
AR129	Graphite pur	6	1.70	30.0	30	0.8
P5696	Graphite imprégné métal (22% Cu)	12	2.25	6.0	70	1.2
P2805	Graphite imprégné métal (28% Cu)	19	2.40	3.5	70	2.2
P3210	Graphite imprégné métal (32% Cu)	22	2.50	2.2	85	2.5

¹ Valeurs indicatives

² Ces valeurs ont été définies en soumettant les matières à une température d'interface graphite / étrier de 160°C.

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

Courriel : infos.amiens@mersen.com

POURQUOI EXISTE-T-IL UNE LIMITE À LA TENEUR EN CUIVRE ?

Le pourcentage de cuivre est limité par les contraintes techniques définies par les clients :

- La masse maximale de la bande afin d'assurer la stabilité mécanique du pantographe et une faible formation d'arcs électriques
- La température maximale à l'arrêt
(voir plus bas pourquoi il est nécessaire de conserver une température basse)

Ces deux exigences sont contradictoires

Pour limiter la masse de la bande, **la densité du carbone imprégné doit être basse**

➡ Faible taux de cuivre

Pour limiter la température de la caténaire, **la résistivité du graphite imprégné doit être basse**

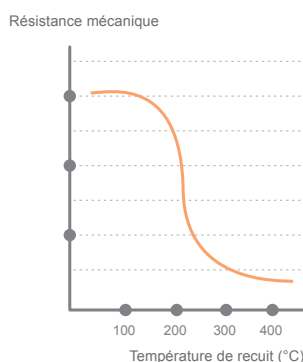
➡ Taux de cuivre élevé

POURQUOI EST-CE NÉCESSAIRE DE MAINTENIR UNE TEMPÉRATURE BASSE ?

Parce que la température influence la résistance mécanique de la caténaire

- Le matériau le plus couramment utilisé pour les caténaires est le CuAl (cuivre électrolytique)
- Sa résistance mécanique diminue de moitié à des températures supérieures à 200°C (voir schéma ci-contre)

➡ **Risque de rupture de caténaire**



Les conditions thermiques les plus difficiles sont à l'arrêt pour l'alimentation des auxiliaires (air conditionné, lumière, ventilation, chauffage...).



L'exigence standard pour la température d'échauffement des fils aériens à l'arrêt est en général de 110°C maximum *

* Peut varier en fonction des spécifications du client

LES DIFFÉRENTS TYPES DE BANDES DE PANTOGRAPHES

Une bande de pantographe est constituée d'un profil en carbone ou en métal monté sur un étrier support.

Le rôle de l'étrier est de donner une résistance mécanique à la bande de carbone, de résister à la flexion et de faire passer le courant. L'étrier peut être en aluminium, en acier galvanisé ou en cuivre afin de résister aux attaques atmosphériques et aux impacts.



A NOTER

Nos bandes collées sont certifiées DIN6701-1 (norme allemande spécifique au collage des composants utilisés sur les véhicules ferroviaires).

Bande pour dispositif de descente automatique (système ADD)



Ce dispositif permet la descente du pantographe en cas d'impact assez fort pouvant endommager la tête de pantographe. La tête de pantographe est maintenue en contact avec le fil de caténaire par pression pneumatique. Lorsque la bande dépasse un niveau d'usure donné, ou si elle est gravement endommagée, la pression d'air chute et la tête de pantographe descend et s'éloigne du fil, évitant ainsi des dégâts supplémentaires.

BANDE SOUDÉE

- Un traitement au cuivre électrolytique facilite le soudage.



BANDE COLLÉE

- Divers profils en métal léger (aluminium)
- Résistance à la corrosion
- Cuivrage



BANDE KASPEROWSKI

(assemblage mixte cuivre / carbone)

- Etrier en cuivre
- Assemblage : la bande carbone est soudée et sertie
- La transmission de courant se fait par l'intermédiaire de l'étrier en cuivre
- Le graphite sert de lubrifiant
- Haute résistance mécanique et électrique



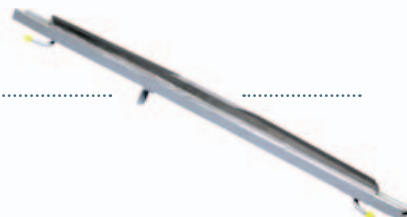
BANDE AVEC CORNE INTÉGRÉE

- Facilité d'installation et de démontage



BANDE POUR DISPOSITIF DE DESCENTE AUTOMATIQUE (SYSTÈME ADD)

- Adaptable à la majorité des bandes
- Détection d'impact et / ou d'usure



DURÉE DE VIE DES BANDES DE PANTOGRAPHES

L'usure des bandes est fonction de trois facteurs :

- Electrique (c'est le principal facteur d'usure)
- Mécanique
- Environnemental

La durée de vie peut également être influencée par :

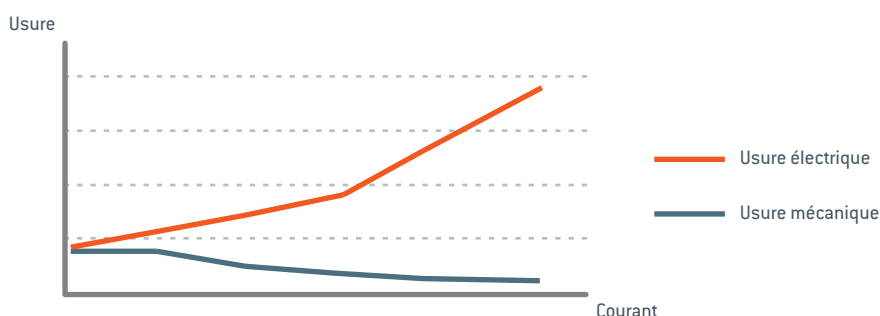
- Le type de pantographe et de tête de pantographe
- La conception de la bande

Facteurs électriques

- Intensité électrique
- Courant de régénération lors du freinage

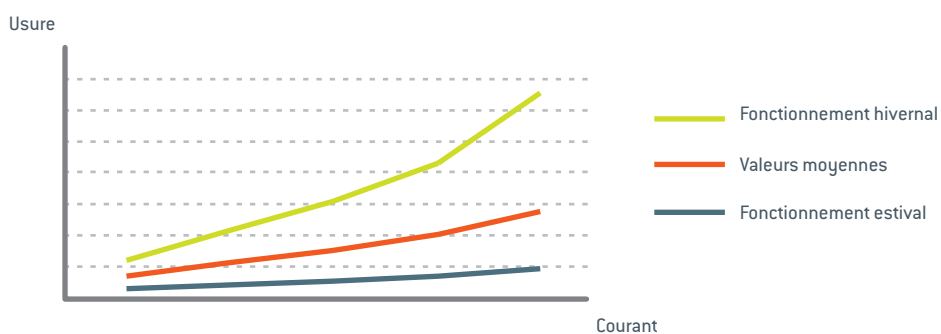
Facteurs mécaniques

- Vitesse du véhicule
- Pression
- Battement de la caténaire
- Etat du fil de caténaire
- Fondations de la voie ferrée
- Exploitation mixte avec des bandes métalliques



Facteurs environnementaux

- Environnement (température ambiante, humidité, glace / givre, brouillard salin...)



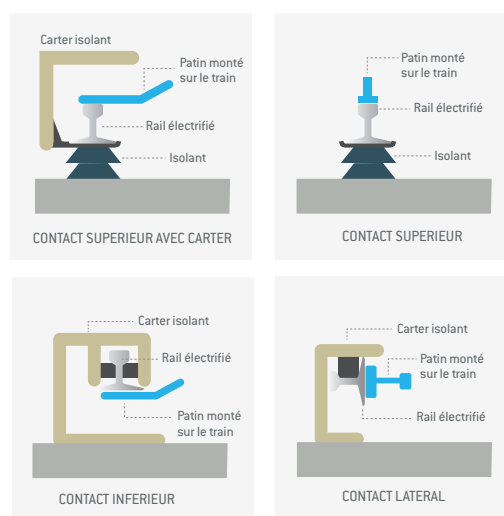
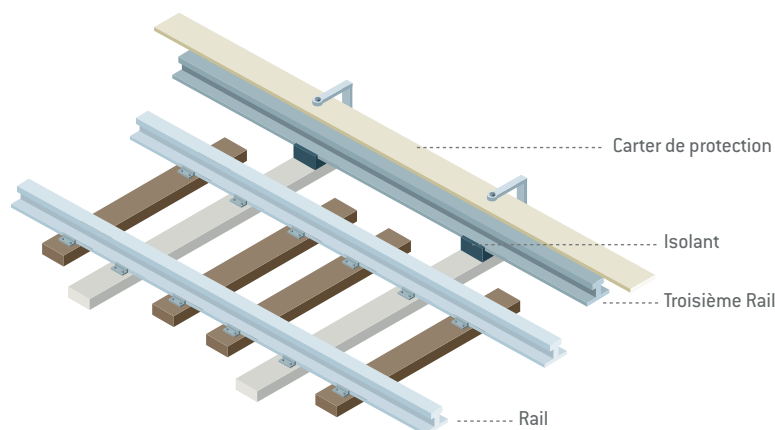
Troisième Rail

Le troisième rail permet de fournir de la puissance électrique à un train par l'intermédiaire d'un conducteur rigide discontinu placé le long des rails ou entre les rails. Il est majoritairement utilisé dans les transports publics.

Grâce à sa large section, le troisième rail peut transmettre des courants élevés. Il est utilisé lorsqu'il est impossible d'utiliser une ligne aérienne.

Les troisièmes rails sont plus compacts que les fils aériens et peuvent être montés dans les tunnels de faible diamètre, ce qui est très important pour les métros.

Les systèmes de captage par troisième rail peuvent être conçus pour un contact supérieur, inférieur ou latéral (voir schéma ci-dessous). Le courant est capté par un patin positif qui vient en contact avec le troisième rail, il retourne à la terre grâce à un contact placé entre la roue en acier et le rail. Des systèmes de retour de courant à la terre sont nécessaires.



Quatrième Rail

Le Métro de Londres (Grande-Bretagne) est l'un des rares réseaux à utiliser un système avec quatrième rail. Le courant est capté par un patin positif en contact avec le troisième rail ; il retourne à la terre grâce à un patin négatif en contact avec le quatrième rail.

Certains systèmes possèdent également un patin de mise à la terre qui ne transmet pas de courant, mais fait en sorte que le véhicule soit à la même tension que le sol.

Alimentation électrique par le sol

C'est une méthode moderne de captage par troisième rail pour les tramways.

Le troisième rail est composé de sections courtes, chaque section est alimentée en courant uniquement lorsque le tramway passe dessus. Le rail n'est donc pas mis sous tension, il ne présente aucun danger pour les piétons et les animaux.

CARACTÉRISTIQUES DES PATINS POUR LES CAPTEURS DE COURANT

(également appelés patins 3^{ème} rail ou patins 4^{ème} rail)

IDÉALEMENT ADAPTÉS AUX CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT SUIVANTES...

- Arrêts fréquents
- Accélérations / décélérations fréquentes
- Freinage à récupération d'énergie
- Forte exposition à la poussière



... LES PATINS DOIVENT PRÉSENTER LES QUALITÉS SUIVANTES :

- Résistance aux impacts mécaniques
- Capacité à endurer de fortes charges de courant à l'accélération et à la décélération
- Bonnes propriétés de glissement
- Préservation du rail

LES NUANCES MERSEN POUR LES PATINS

NUANCE	Description	Densité relative Selon la CEI60413	Résistivité $\mu\Omega.m$ Selon la CEI60413	Résistance à la flexion MPa Selon la CEI60413	Résilience Charpy kJ/m ² Selon la CEI60413
AR129	Graphite pur	1.70	30.0	30	0.8
P6252	Graphite imprégné métal [22% Cu]	2.25	6.0	70	1.2

Valeurs indicatives

Notre Service d'Assistance Technique à la Clientèle est à votre disposition pour toute question.
Courriel : infos.amiens@mersen.com

LES DIFFÉRENTS TYPES DE PATINS

Un patin est constitué d'une pièce de carbone montée sur un étrier.

Le rôle de l'étrier est de protéger le profil carbone des chocs, de résister à la flexion et de faire passer le courant.

L'étrier peut être en aluminium, en acier inoxydable ou en cuivre.

CONCEPTION AVEC EMBOUTS MÉTALLIQUES

- Assemblage : embouts métalliques
- Application : pour créer une patine sur un rail neuf ou pour nettoyer la surface d'un rail en mauvais état grâce au contact avec les pièces en bronze



MODÈLE SOUDÉ

- Assemblage : sertissage, soudage
- Application : tous réseaux



MODÈLE MOULÉ

- Assemblage : inserts carbone moulés
- Application : pour créer une patine sur un rail neuf ou pour nettoyer la surface d'un rail en mauvais état grâce au contact avec les pièces en bronze



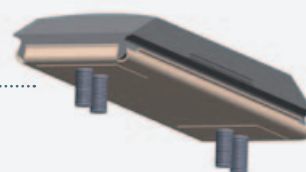
Lauréat du Trophée
de l'Innovation

I-TRANS



EcoDesign

- Assemblage : clipsé
- Applications : tous réseaux
- Remplacement uniquement de la pièce en carbone
- Élimination des problèmes de corrosion de l'étrier et des vis
- Excellente tenue aux chocs, aux vibrations et aux sollicitations mécaniques



COMPRENDRE LES NUANCES POUR LE CAPTAGE DE COURANT 04

15

LA FABRICATION DES NUANCES DE CAPTAGE



LES AVANTAGES DU GRAPHITE POUR LE CAPTAGE

Les patins 3^{ème} rail en acier, en fonte, en cuivre ou en bronze endommagent le rail mécaniquement du fait de leur masse relativement élevée.

Par rapport aux matériaux métalliques, le carbone présente de nombreux avantages bénéfiques aux systèmes des utilisateurs. C'est pourquoi un nombre croissant de réseaux de chemins de fer et de tramways / métros sont maintenant passés à ce matériau partout dans le monde.

LES AVANTAGES DU CARBONE POUR LES PANTOGRAPHES ET LES SYSTÈMES TROISIÈME RAIL

Comportement au frottement et auto-lubrification

- Elimination ou réduction du graissage
- Augmentation de la durée de vie des fils caténaux et des rails grâce à la formation de patine
- La patine donne au 3^{ème} rail une capacité de dégivrage
- Réduction des coûts de maintenance

Très faible étincelage

- Réduction de la formation d'arcs électriques
- Réduction des piqûres ou brûlures par étincelles
- Prévention des interférences radioélectriques

Réduction de la masse

- Contact stable
- Captage de courant de meilleure qualité

Résistance

- Aux températures élevées : aucune tendance à fondre, même après des périodes de captage à l'arrêt prolongées
- Aux chocs thermiques
- Aux attaques chimiques

Autres avantages

- Bonne conductivité électrique et thermique
- Capacité à fonctionner à hautes vitesses (supérieures ou égales à 300 km/h)
- Bruit audible négligeable entre les surfaces de frottement
- Bonnes caractéristiques de résistance à la corrosion

PRINCIPAUX FACTEURS INFLUENÇANT LES PERFORMANCES DES BANDES DE PANTOGRAPHES OU DES PATINS 3^{ÈME} RAIL

1 SURCHARGE DE COURANT

Les fiches techniques de nos nuances de carbone donnent la densité linéaire de courant linéaire maximale recommandée par bande de pantographe. Cette valeur peut être dépassée sur une courte période. Sur des temps plus longs, une surcharge peut provoquer des problèmes techniques. Le courant à l'arrêt est en général un facteur limitant pour une nuance de carbone.

2 PRESSION DE CONTACT

La pression de contact est déterminée par les spécifications du pantographe et doit être contrôlée régulièrement.

- Des valeurs trop basses peuvent provoquer une surchauffe, de l'étincelage et par conséquent une usure rapide de la bande
- Des valeurs trop hautes peuvent causer des dommages mécaniques et augmenter l'usure de la bande de pantographe

3 MASSE DE LA BANDE

La masse de la tête de pantographe est déterminée par le fabricant du pantographe. Il est essentiel qu'elle ne soit pas trop élevée si l'on veut assurer un bon contact entre la bande de captage et le fil de caténaire. Si la tête de pantographe est trop lourde, le contact sera instable, ce qui réduira la durée de vie de la bande.

4 LARGEUR DE LA BANDE CARBONE

Une section trop faible peut causer des difficultés à faire passer le courant. Cependant, on peut être amené à utiliser une bande de section réduite pour des raisons de poids.

5 MAUVAIS ASSEMBLAGE

Un assemblage de mauvaise qualité est susceptible de provoquer un mauvais contact électrique, et donc de l'échauffement et éventuellement une désolidarisation de la bande et de l'étrier.

6 UTILISATION SIMULTANÉE DE MATÉRIAUX DIFFÉRENTS

Nous recommandons de ne jamais placer des bandes de nuances différentes ou de mélanger des bandes en carbone avec des bandes en métal sur une même tête de pantographe ou sur des pantographes connectés électriquement. Nous conseillons également de ne pas mélanger des nuances provenant de fabricants différents, car leurs propriétés mécaniques et électriques ne sont pas identiques.

7 CONDITIONS CLIMATIQUES

Les bandes de pantographes doivent faire face à une grande variété de conditions climatiques. Leurs performances et leurs durées de vie en dépendent. Par exemple, la formation de givre sur le fil de caténaire ou sur le troisième rail peut provoquer un contact intermittent et des arcs électriques néfastes aux bandes. Mersen propose un design « spécial hiver » supportant de telles conditions extrêmes.

8 QUALITÉ DU RÉSEAU

L'état des fils de caténaire et le manque de maintenance peuvent affecter la qualité du contact entre la bande de pantographe et le fil de caténaire. Un fil très rugueux augmentera l'usure de la bande et pourra même causer des dégâts mécaniques. L'utilisation de bandes métalliques peut augmenter la rugosité du fil de caténaire.

9 DESAXEMENT IRRÉGULIER DU FIL DE CATÉNAIRE

Un désaxement irrégulier du fil de caténaire peut provoquer une usure inégale ou des stries sur la largeur de la bande. Dès que la bande présente des rainures, le mouvement du fil se trouve limité, exposant le fil à des dommages mécaniques.

ASPECTS TYPIQUES DE BANDES DE PANTOGRAPHES EN SERVICE

Types de marques

Surface homogène, brillante, quelques porosités et stries d'usure

Surface brûlée

- Surcharge de courant prolongée
- Dommages dus à des arcs électriques

Vérifier sur les caractéristiques de la nuance qu'elle est apte à fonctionner dans ces conditions en mouvement et à l'arrêt.

Voir « Principaux facteurs influençant les performances des bandes de pantographes ou des patins » page précédente.

Casse partielle ou complète de la bande

- Impact mécanique
- Pression de contact
- Conditions climatiques
- Etat du fil de caténaire
- Mode de fixation
- Mauvais assemblage
- Température excessive

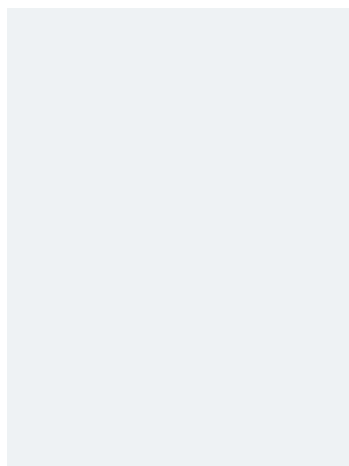
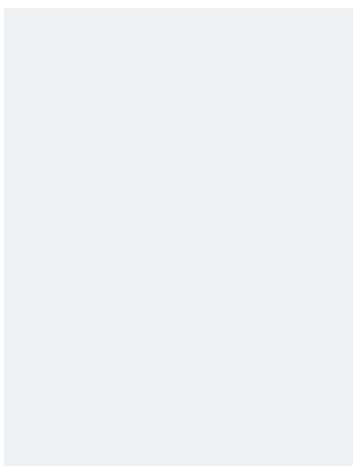
Déterminer la cause de l'avarie et proposer une solution adaptée.

Voir « Principaux facteurs influençant les performances des bandes de pantographes ou des patins » page précédente.

Marques n'affectant pas le fonctionnement de la bande



Marques affectant le fonctionnement de la bande



ASPECTS TYPIQUES DE BANDES DE PANTOGRAPHES EN SERVICE

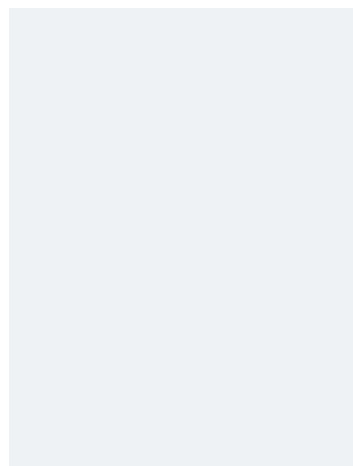
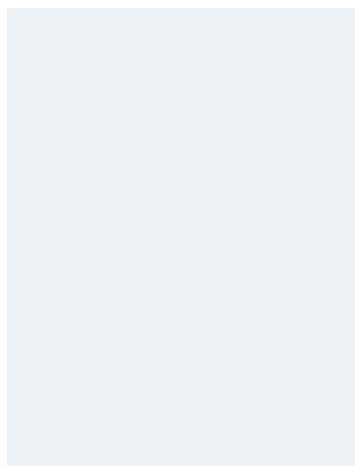
Détérioration de l'étrier

- Dommages dus à des arcs électriques
- Mauvais contact entre la bande en carbone et l'étrier métallique
- Mauvais trajet de courant (brûlure des étriers métalliques)

Usure inégale sur la longueur de la bande

- La surface n'est utilisée qu'en partie
- Désaxement irrégulier du fil de caténaire
- Etat du réseau

Corrosion



NOTRE GAMME DE SOLUTIONS

- Une large gamme de bandes de pantographes et d'étriers, que vous pourrez retrouver en pages 27 et 28
- Bandes extrudées et usinées
- Matières en carbone pur ou imprégnées métallique (cuivre), TOUTES SANS PLOMB
- Etriers en aluminium, en cuivre ou en acier
- Bandes serties, soudées ou collées
- Bandes avec cornes intégrées
- Offre complète avec dispositif de descente automatique (système ADD) pour détection d'impact et / ou d'usure
- Bande Kasperowski (assemblage mixte cuivre / carbone)
- Grand choix de patins 3^{ème} rail
- Patins 3^{ème} rail EcoDesign (système démontable et recyclable)

CE QUE NOUS AVONS À COEUR DE GARANTIR À NOS CLIENTS

✓ FIABILITÉ

- Stabilité mécanique
- Résistance à la corrosion
- Captage de courant en toute sécurité
- Détection des avaries

✓ AMÉLIORATION DE LA DURÉE DE VIE DES BANDES, DES FILS DE CATÉNAIRES ET DES RAILS

- Masse réduite
- Faible coefficient de friction
- Résistance élevée à la combustion

✓ CAPACITÉ DE CHARGE ÉLECTRIQUE

- Bonne répartition du courant dans la bande
- Pertes électriques faibles

✓ SOLUTIONS RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT

- Solutions EcoDesign
- Nuances sans plomb
- Bruit réduit
- Absence d'interférences radioélectriques

✓ SOLUTIONS À MAINTENANCE RÉDUITE

- Montage et démontage faciles
- Conception à cornes intégrées

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

Courriel :
infos.amiens@mersen.com

L'INNOVATION AU QUOTIDIEN

Chez Mersen, toutes nos innovations sont le fruit d'une étroite collaboration avec nos clients. Nous intégrons dans notre réflexion leurs défis, leurs environnements de travail et leurs applications, et prouvons par les faits notre capacité à développer des solutions uniques répondant aux besoins spécifiques des acteurs majeurs de chacun de nos marchés.

Cet esprit anime nos équipes de R&D et nous permet de créer en permanence des solutions innovantes répondant dès aujourd'hui aux différents défis industriels de demain.

Un ensemble de bancs de tests pour le captage de courant

- Propriétés thermiques des bandes et des patins sous charge électrique
- Dilatation et retrait sous des températures extrêmes
- Tests de flexion
- Appareils de thermographie infrarouge
- Validation des dispositifs de descente automatique (systèmes ADD)
- Résistance au cisaillement
- Endurance mécanique
- Résistance électrique d'un assemblage
- Essais de captage à l'arrêt



Les experts Mersen sont membres du CENELEC (Comité Européen de Normalisation en Electronique et en Electrotechnique) et de la CEI (Commission électrotechnique internationale). Nos bandes collées peuvent être certifiées selon la norme CENELEC EN50405 sur demande.

La R&D appliquée au terrain

Toujours présent pour répondre à de nouveaux défis, Mersen a fourni les bandes de pantographes et les ensembles de retour de courant montés sur le TGV qui a battu le record du monde de vitesse sur rails en 2007 (574,8 km/h).



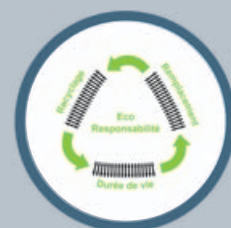
Soucieux de la préservation de l'environnement, nous veillons à inclure une approche environnementale dans chacune de nos innovations. Nous avons notamment développé et **breveté un patin 3^{ème} rail EcoDesign** composé d'éléments réutilisables et offrons à nos clients des prestations de reconditionnement et de recyclage.

Partenariats

Mersen travaille en partenariat avec les universités, les laboratoires, les fabricants de première monte et tous ses autres clients pour pouvoir offrir des solutions innovantes adaptées aux besoins du marché.



Lauréat du trophée de l'innovation



COMMENT COMMANDER DES BANDES OU DES PATINS 3^{ÈME} RAIL ?

Les 4 caractéristiques principales des bandes et des patins

■ LA RÉFÉRENCE DE PIÈCE GRAVÉE SUR LA BANDE OU SUR LE PATIN, AINSI QUE SA NUANCE

■ DIMENSIONS DE LA BANDE DE CAPTAGE

- Longueur
- Largeur
- Epaisseur
- Rayon
- Profil

■ TYPE DE CONCEPTION

- Profil de l'étrier
- Connexions électriques
- Connexions mécaniques
- Système ADD

■ ASSEMBLAGE

- Sertissage
- Soudage
- Collage
- Kasperowski (assemblage mixte cuivre / carbone)

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

Courriel :
infos.amiens@mersen.com

Il existe également d'autres moyens pour définir une bande ou un patin :

- **Un échantillon**, même usé, nous permettra généralement d'identifier le type de conception et de relever les principales caractéristiques dimensionnelles, à l'exclusion toutefois de l'épaisseur d'origine.
- **Un plan**

Les caractéristiques de l'application

Les caractéristiques de l'application aideront nos experts à déterminer la nuance appropriée à vos besoins.

BANDES DE PANTOGRAPHERS FORMULAIRE

● Client :

Nom :

Courriel :

Téléphone :

Adresse :

● Nom du projet :

● Pays d'exploitation :

● Type de véhicule : ☐ Locomotive ☐ Tramway ☐ Rame automotrice

Informations techniques nécessaires à la conception de la bande :

● Caténaire :

☐ Monofilaire ☐ Bifilaire

Tension		kV
Section du fil de contact		mm ²

● Pantographe :

Fournisseur du pantographe		
Nombre d'unité(s) de traction		pc(s)
Nombre de pantographe(s) par unité de traction		pc(s)
Nombre de bandes par pantographe		pc(s)
Force de contact sur la caténaire - à l'arrêt		N
Force de contact sur la caténaire - en fonctionnement		N

● Courant maximal capté par pantographe :

A l'arrêt		A	En fonctionnement		
		A	pic	Durée max du pic	_____ min
En continu		A	En fonctionnement		
		A	pic	Durée max du pic	_____ min

● Conditions de fonctionnement :

☐ EN50125 ☐ classe T1 ☐ classe T2 ☐ classe T3 ☐ classe TX

☐ ou spécifiques : Température mini : _____ °C

Température maxi : _____ °C



BANDES DE PANTOGRAPHES FORMULAIRE

● **ADD (dispositif de descente automatique) :**

☐ Détection d'usure ☐ Détection d'impact

Pression d'air mini		ℓ/min
Pression de fonctionnement du circuit pneumatique		bars minimum
		bars maximum
Fuite d'air minimum permettant d'activer l'ADD		ℓ/min

● **Type d'assemblage de la bande graphite sur l'étrier métallique :**

- ☐ Soudage
☐ Collage
☐ Sertissage
☐ Bande Kasperowski (assemblage mixte cuivre / carbone)

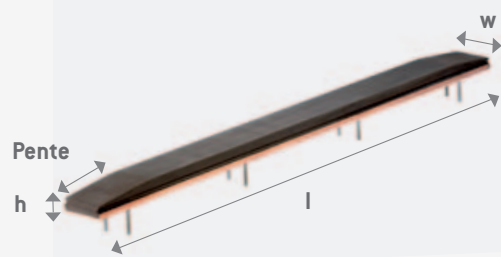
● **Cornes intégrées :** ☐ Oui ☐ Non

● **Profil de la bande de captage :**

- ☐ Droite
☐ Rayon : ☐ 10m ☐ 20m ☐ Autre _____ (préciser)
☐ Queue d'aronde : _____ mm (préciser)
☐ Pente ? Si oui, préciser l'angle _____° et la longueur _____ mm

● **Dimensions de la bande de captage :**

- ☐ Longueur (l) : _____ mm
☐ Hauteur (h) : _____ mm
☐ Largeur (w) : _____ mm



● **Masse maximale de la bande de pantographe :** _____ kg

● **Nuance utilisée :** _____

● **N° de votre plan :** _____ (à joindre au Formulaire)

● **Spécifications techniques :** ☐ Non ☐ Oui (à joindre au Formulaire)

● **Echantillon client :** ☐ Non ☐ Oui Quantité : _____ pc(s)

● **Certifications internationales :**

☐ EN50405 ☐ STI ☐ DIN6701-2 ☐ Autre _____ (préciser)

● **Besoins prévisionnels :** _____ pcs par an



PATINS 3^{ÈME} RAIL FORMULAIRE

● **Client :**

Nom :

Courriel :

Téléphone :

Adresse :

● **Nom du projet :**

● **Pays d'exploitation :**

● **Type :** ☐ Transfert de puissance ☐ Transfert de signaux

Informations techniques nécessaires à la conception des patins :

● **3^{ème} ou 4^{ème} Rail :**

Matériau du rail : ☐ Acier ☐ Aluminium

Etat : (merci d'indiquer si le 3^{ème} rail est abîmé) _____

● **Courant maximal capté par le patin 3^{ème} rail :**

En continu		A	En fonctionnement		
		A	pic	Durée max du pic	_____ min

● **Conditions de fonctionnement :** ☐ Humidité

● **Limite d'usure :** ☐ Oui ☐ Non

● **Type de montage entre le profil carbone et l'étrier métallique :**

☐ Patin soudé et serti

☐ Patin EcoDesign

● **Profil du patin 3^{ème} rail :**

☐ Queue d'aronde : _____ mm (préciser)

☐ Pente ? Si oui, préciser l'angle _____° et la longueur _____ mm

☐ Témoin de limite d'usure ? si oui, précisez sa hauteur _____ mm



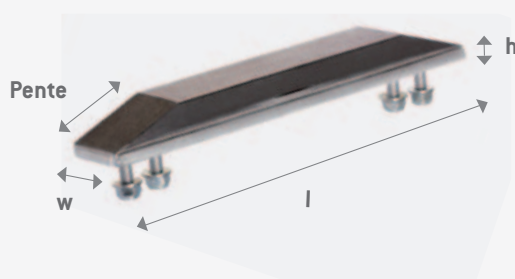
PATINS 3^{ÈME} RAIL FORMULAIRE

● **Dimensions du patin 3^{ème} rail :**

☐ Longueur (l) : _____ mm

☐ Hauteur (h) : _____ mm

☐ Largeur (w) : _____ mm



● **Nuance utilisée :** _____

● **N° de votre plan :** _____ (à joindre au Formulaire)

● **Spécifications techniques :** ☐ Non ☐ Oui (à joindre au Formulaire)

● **Echantillon client :** ☐ Non ☐ Oui Quantité : _____ pc(s)

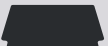
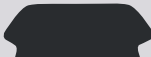
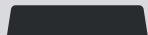
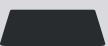
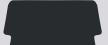
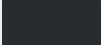
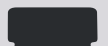
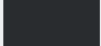
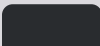
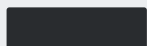
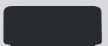
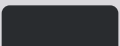
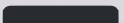
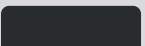
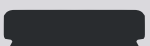
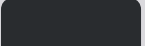
● **Besoins prévisionnels :** _____ pcs par an



PROFILS CARBONE

FORMES STANDARD

27

A	B	C	D	E	F	K
 A30-200	 B30-255	 C36-260	 D15-225	 E48-320	 F22-215	 K59-225
 A30-240	 B30-300	 C36-260G	 D27-170	 E59-270	 F24-200	
 A35-220	 B33-230G	 C37-230	 D40-240	 E59-295	 F27-190	
 A35-220G	 B40-250	 C38-220	 D41-290	 E59-295G	 F27-200	
 A41-220	 B60-260G	 C42-260		 E59-295		
 A50-260		 C50-180		 E59-320G		
 A60-220		 C60-220				
 A60-260						

Les figurines ci-dessus représentent des profils de bandes standard, nous pouvons vous en proposer qui soient adaptés à vos besoins. Interrogez nos experts.



QUE REPRÉSENTENT CES RÉFÉRENCES ?

- Lettre = forme
- Deux premiers chiffres = largeur de contact minimale avec la caténaire en mm
- Trois derniers chiffres = hauteur totale en mm x 10
- G (éventuel) = Rainure (éventuelle)

PROFILS DES ÉTRIERS EN ALUMINIUM

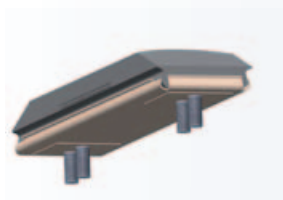
BANDES COLLÉES			
U	V	W	X
 U61-250L	 V35-155L	 W46-150L	 X31-195L
	 V35-180L	 W50-150	 X47-174L
	 V57-150L		 X56-167L
	 V61-150L		



QUE REPRÉ-
SENTENT CES
RÉFÉRENCES ?

- Lettre = forme
- Deux premiers chiffres = largeur de graphite maximale en mm
- Trois derniers chiffres = hauteur entre la base de l'étrier et celle du patin carbone en mm **x 10**
- L (éventuel) = Ailes (éventuelles)

Les figurines ci-dessus représentent des profils d'étriers standard, nous pouvons vous en proposer qui soient adaptés à vos besoins. Interrogez nos experts.



OCCURRENCE DES TERMES TECHNIQUES DANS CE GUIDE

• Alimentation électrique par le sol.....	3, 12
• Assemblage mixte cuivre / carbone.....	10
• Assemblage de bande (type d').....	15, 17, 18, 21
• Bande avec dispositif de descente automatique ADD.....	10
• Bande à cornes intégrées.....	10
• Bande collée.....	10
• Bande soudée.....	10, 14
• Bande Kasperowski.....	10
• Captage de courant.....	3-5, 12, 16
• Caténaire.....	4-7, 9, 11, 17
• Conditions climatiques.....	17, 18
• Courant à capter.....	4-7, 8, 11, 12, 17, 18, 19
• Courant à l'arrêt.....	4, 7, 9, 17, 18, 21
• Courant en continu par pantographe (I_p).....	7
• Densité linéaire de courant en continu maximale (j_{max}).....	6-7, 8, 13, 17
• Désaxement du fil de caténaire.....	17, 19
• Détection d'usure ou d'impact.....	10, 11, 14, 16, 17, 18-19
• Durée de vie.....	11, 16, 17
• Etat du réseau.....	5, 6, 17, 19
• Etriers.....	10, 14, 17, 19, 27
• Fil de caténaire / Ligne aérienne.....	3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 17
• Force de contact.....	8, 10, 11, 17, 18
• Masse des bandes.....	9, 16, 17
• Nuances.....	5, 6, 8, 13, 15-17, 20
• Nuances en carbone pur.....	8, 13
• Pantographe.....	3, 4-7, 9, 10, 11, 16, 17, 21
• Patin 3 ^{ème} rail EcoDesign.....	14, 21
• Profil des bandes carbone.....	17
• Quatrième rail.....	3, 12
• Rame automotrice (EMU).....	3, 4
• Surcharge de courant.....	17, 18
• Température caténaire / Température bande.....	8, 9, 16, 18, 21
• Teneur en cuivre dans les nuances.....	5, 9
• Tension.....	5, 6, 12
• Transfert de puissance.....	3, 4, 12
• Troisième rail.....	3, 12-14, 16, 17
• Types de bandes.....	10
• Types de patins 3 ^{ème} rail.....	14

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	ETATS DE SURFACE DES COLLECTEURS ET DES BAGUES - RUGOSITÉ	TDS-14	ETINCELLES AUX BALAIS
TDS-03	CHANFREINAGE DES ARÊTES DE LAMES DES COLLECTEURS USINAGE DES RAINURES HÉLICOÏDALES DES BAGUES	TDS-15	USURE DES BALAIS
TDS-04	TOLERANCES SUR LES DIMENSIONS "t" ET "a" DES BALAIS ET DES PORTE-BALAI	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	DEGRAISSAGE DES COLLECTEURS ET DES BAGUES
TDS-07	BALAI SANDWICH - BALAIS COMPOSÉS	TDS-19	RODAGE DES BALAIS
TDS-08	ENTRETIEN PREVENTIF	TDS-20	BALAI POUR BAGUES
TDS-09	BALAI CHEVAUCHES	TDS-21	PONTS DE CUIVRE ENTRE LAMES DE COLLECTEUR
TDS-10	RAYURES SUR BAGUES	TDS-22	IMAGES DE BALAI SUR BAGUES DE MACHINES ASYNCHRONES / GHOSTING
TDS-11	PRESSIION SUR LES BALAIS	TDS-23	LES SILICONES
TDS-12	VENTILATION	TDS-24	POUSSIERES D'USURE DE BALAI
		TDS-25	MACHINES SOUS-CHARGÉES

MERSEN EST L'EXPERT MONDIAL DES SPÉCIALITÉS ÉLECTRIQUES ET DES MATÉRIAUX EN GRAPHITE.

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

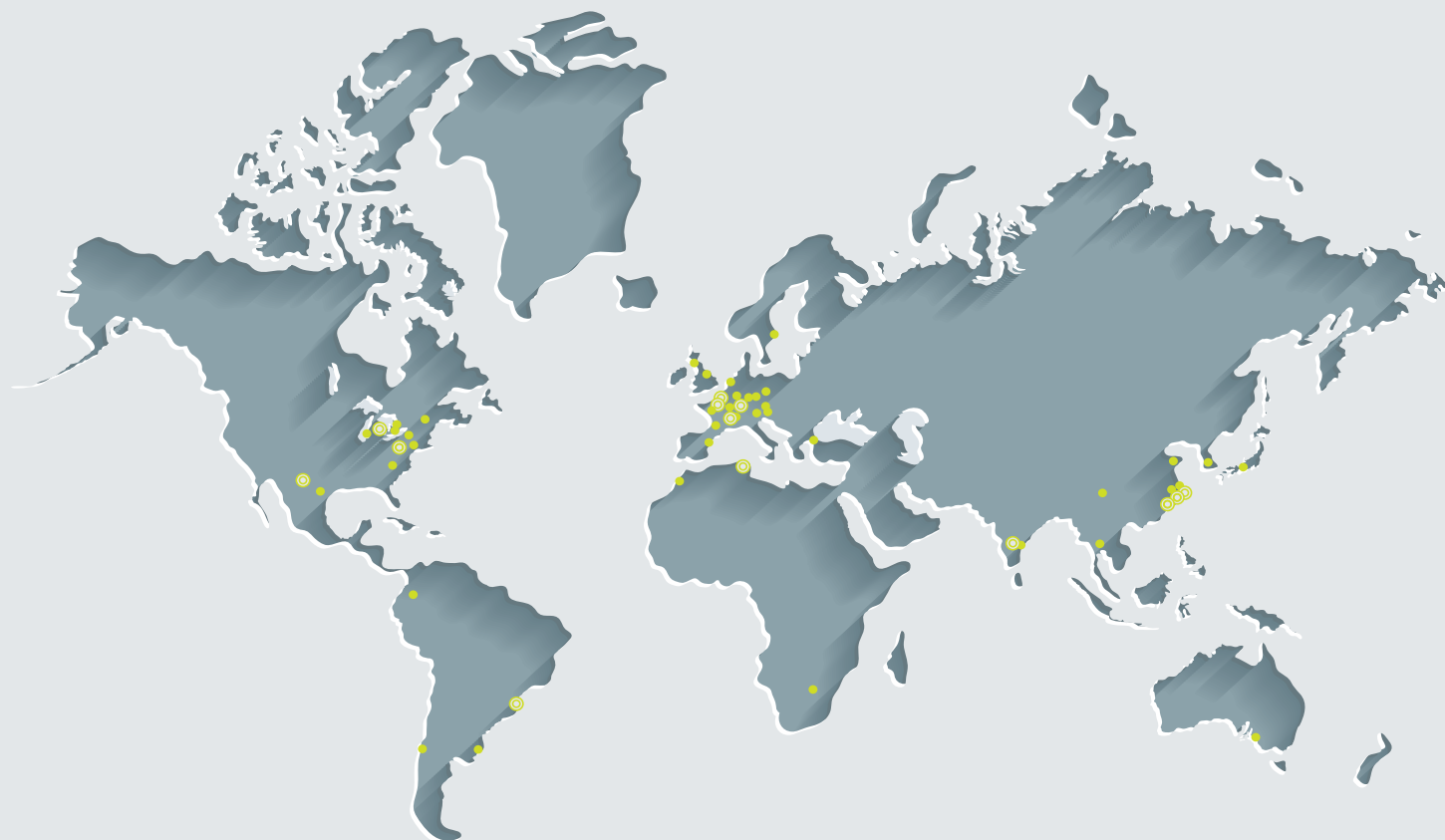
Industries de procédés : • Métallurgie • Mines • Pétrole et gaz • Ciment • Papier • Caoutchouc et plastique •

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





MERSEN EST L'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

AFRIQUE DU SUD

MERSEN SOUTH AFRICA,
(Pty) Ltd.
Corner Commando and
Wright Street
Industria West
2092 Johannesburg
Afrique du Sud
Tél. : +27 114740000
craig.williams@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 to 27
sales.ea.india@mersen.com

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

AMÉRIQUE DU SUD

BRÉSIL

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

