

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 54 (1928)
Heft: 24

Artikel: Les nouvelles Halles de Francfort-sur-le-Main
Autor: Andreae, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41906>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Société « E. O. S. », par l'intermédiaire de la ligne Montcherand—Malapalud—Peuffeyre.

Tout l'appareillage à 13 500 et à 40 000 V est installé dans des cellules aménagées de part et d'autre du couloir central du poste. La commande des interrupteurs peut avoir lieu soit à la main, au moyen des volants disposés dans les parois latérales de ce couloir, soit électromagnétiquement et à distance, au moyen du courant produit par les excitatrices de l'usine de Montcherand.

Enfin, ces interrupteurs sont munis de relais à action directe provoquant leur déclenchement automatique en cas de surintensité. Les appareils de commande à distance et de signalisation, ainsi que tous les instruments de



Fig. 12. — Poste de Montcherand.
Vue du couloir central.

mesure pour le poste de Montcherand, sont concentrés sur une série de panneaux disposés en pupitres et montés sur le podium de commande de l'usine génératrice de Montcherand. Seuls les appareils de commande à distance et de mesure pour le compensateur synchrone, ainsi que pour les deux régulateurs d'induction du poste, ont été montés sur un tableau spécial établi à proximité de ces machines dans le poste même.

Les panneaux installés dans l'usine sont au nombre de neuf, comportant l'appareillage suivant :

Panneaux 1, 2 et 3 ; pour les 3 transformateurs principaux de 5000 kVA (dont un reste inoccupé pour le moment) :

- a) la manette de commande du disjoncteur à 13 500 V
- b) » » » » » » » » 40 000 »

- c) un voltmètre pour le circuit à 40 000 V
- d) un ampèremètre pour le circuit à 40 000 V
- e) » » » » » » » » 13 500 V.

Panneau 4, pour les 2 départs souterrains à 13 500 V reliant l'usine de Montcherand avec le poste :

- a) la manette de commande du disjoncteur du 1^{er} dép.
- b) » » » » » » » » 2^e »
- c) l'ampèremètre correspondant au 1^{er} départ
- d) » » » » 2^e »

Panneau 5, pour l'arrivée de la ligne à 58 000/116 000 V de la Peuffeyre, ainsi que pour le synchroniseur automatique :

- a) la manette de commande du disjoncteur principal à 120 kV.
- b) un wattmètre indiquant la puissance fournie sur la ligne.
- c) un voltmètre avec les fiches permettant son branchement sur les phases 1, 2 ou 3 de la ligne.
- d) un synchroniseur automatique avec un tableau complet des fiches nécessaires pour pouvoir effectuer la mise en parallèle automatique des diverses usines entre elles suivant toutes les combinaisons possibles et à travers l'un ou l'autre des transformateurs principaux de l'usine de Montcherand.

Panneaux 6 et 7, pour les départs des 4 feeders à 40 kV partant actuellement du poste de Montcherand :

- a) les manettes de commande des disjoncteurs de deux feeders.
- b) un jeu de 3 ampèremètres pour chacun de ces feeders.

Panneaux 8 et 9, en réserve pour les extensions éventuelles.

Enfin, un tableau spécial porte un ampèremètre et un phasemètre pour le compensateur synchrone, un poussoir déterminant l'arrêt du compensateur, ainsi que tous les appareils de signalisation pour le poste. Ces derniers agissent sur onze clapets actionnant une sirène et fonctionnent notamment en cas de suréchauffement de l'huile dans les transformateurs principaux, dans les régulateurs d'induction et dans les paliers du compensateur synchrone.

La fourniture et l'installation de toute la partie électrique du poste de Montcherand ont été effectuées par la Société *Brown Boveri & Cie*, à Baden.

(A suivre.)

Les nouvelles Halles de Francfort-sur-le-Main.

Les figures qui accompagnent cette note sont assez explicites pour nous épargner de longs commentaires sur ces grandioses installations. Aussi ne relèverons-nous que quelques points :

D'abord la toiture de la grande halle : elle est constituée par 15 voûtes en berceau, sur plan rectangulaire de

37,50 × 14 m, du système *Zeiss-Dyvidag*¹, si habilement aménagées qu'elles franchissent toute la largeur de la halle sans aucun appui intermédiaire, bien qu'elles n'aient que 7,5 cm d'épaisseur. Les figures 5 et 6 montrent l'excellent parti que l'architecte a su tirer de ce système de couverture pour l'éclairage, la ventilation et l'exploitation de la halle, haute de 17 m. (Voir les illustrations aux pages 288, 289 et 290).

Les transports dans les halles et les caves sont exécutés principalement au moyen de tracteurs à accumulateurs, de 1000 kg de charge utile et de 1,8 m² de surface utile qui peut être portée à 2,8 m² par l'adjonction de rallonge ; les wagonnets remorqués ont une surface utile de 2,5 m² et peuvent transporter 1500 kg. Ces tracteurs sont équipés de deux moteurs assez puissants pour véhiculer la pleine charge, dans les deux sens, sur les plans inclinés à 1 : 7.

Les transports verticaux sont effectués par des *monte-charges* électriques d'une force de 2200 kg dont les cabines ont une surface de plancher de 7 m² et sont donc accessibles aux tracteurs. Du côté nord de la grande halle deux monte-charges établissent la communication entre les caves et le rez-de-chaussée et, du côté sud, deux autres relient les caves avec les quais et aussi avec les passerelles qui conduisent à la halle « d'importation » dans laquelle ces passerelles sont desservies aussi par deux monte-charges. Le bâtiment d'administration est pourvu de deux ascenseurs.

Chauffage à air chaud au moyen de 24 distributeurs dans la grande halle qui débitent par heure 120 000 m³ d'air représentant 1 900 000 calories ; en outre, des tuyaux de chauffage disposés sur les galeries longitudinales débitent 370 000 calories à l'heure. La halle « d'importation » est chauffée par 28 appareils à air chaud.

Le bâtiment d'administration est chauffé à la vapeur à basse pression et une installation spéciale distribue l'eau chaude à discrétion.

Dans la halle « d'importation » 196 000 m³ d'air sont véhiculés à l'heure par la centrale de ventilation.

Frigorifique. Le bâtiment comprend 6 étages de 3000 m² de plancher. Trois compresseurs à ammoniaque, d'une puissance totale de un million de frigories à l'heure, actionnés chacun par un moteur asynchrone de 136 ch, 720 tours/min. Condenseurs à ruissellement situés sur le toit et alimentés en eau par une pompe centrifuge à 5 étages débitant 15 m³ à l'heure. Le frigorifique est pourvu de 4 monte-charges, d'une force de 2200 kg,

¹ Voir une description de ce système dans le *Génie Civil* du 9 juin dernier, page 565.

desservant les 6 étages, sur une hauteur de 29 m.

L'éclairage est assuré par 4000 lampes et un poste spécial de transformation de 800 kVA alimente les deux halles en énergie électrique.

Le développement des voies ferrées est tel que 130 wagons peuvent être déchargés simultanément.

Rehaussement du barrage d'Assouan.

Divers projets existent pour un second rehaussement du barrage d'Assouan qui porterait le niveau amont de l'eau à la cote 120,00 m s.m. au lieu de 113,00 m, cote actuelle. Ce rehaussement permettrait de retenir et d'accumuler 4755 mil-

lions de mètres cubes au lieu de 2420 millions à l'état actuel. Ce second rehaussement offre certaines difficultés au point de vue statique et constructif et il soulève aussi quelques problèmes économiques, tels que la combinaison de l'irrigation avec l'aménagement de la chute pour son utilisation comme force motrice. Le gouvernement égyptien, pour être éclairé sur certaines questions, pour connaître les avantages et les risques offerts par les divers projets de rehaussement en particulier celui de l'Anglais Sir Murdoch Macdonald, ingénieur du premier rehaussement (de la cote 106,00 à 113,00 exécuté de 1907 à 1912), a nommé une commission internationale d'experts dans laquelle la technique suisse a l'honneur d'être représentée par M. H. E. Gruner, ingénieur-conseil à Bâle, bien connu chez nous. Les autres membres sont MM. B. E. Binnie, ingénieur-conseil à Londres et Hugh Cooper, ingénieur-conseil à New York, tous deux connus par de grands travaux hydrauliques.

Cette commission s'est réunie le 7 novembre de cette année au Caire et compte terminer son travail vers la fin de décembre.

Le Caire, novembre 1928.

C. ANDREAE.



CAMILLE MARTIN.

Cliché de la *Schweiz. Bauzeitung*.

NÉCROLOGIE

Camille Martin.

Nous empruntons la note suivante au « Journal de Genève ».
Red.

Camille Martin a été l'introducteur chez nous d'une science nouvelle, l'urbanisme. Sans doute, depuis que l'homme a bâti des villes, il a pratiqué par la force des choses un urbanisme empirique. Ce n'est que vers la fin du siècle dernier que, parti d'Allemagne sauf erreur, et aussi de Belgique, un mouvement s'est créé relatif à l'art de bâtir les villes. Camille Martin en a été l'introducteur par le premier ouvrage qu'il publia, en 1902, et qui d'ailleurs était une traduction d'un ouvrage portant ce titre même : *l'Art de bâtir les villes*, par Camille Sitte ; le jeune traducteur y inséra de son chef quelques additions à l'œuvre de l'auteur.

Martin avait fait des études d'architecte, mais il n'a pratiqué cet art que très passagèrement. L'archéologie l'avait



Fig. 7. — Bâtiment d'administration des Halles de Francfort.

SOCIÉTÉS

Société suisse des ingénieurs et des architectes.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité central du 20 octobre 1928, à Sion.

1. Le Comité central prend acte d'un rapport de la « Commission pour l'étude de la régularisation du lac Léman » (Professeur Rohn, président ; MM. M. Brémond (Genève), A. Studer (Neuchâtel), A. Paris (Lausanne), E. Payot (Bâle), tous ingénieurs. A l'instigation des Sections de Genève et de Vaud, le Comité central décide d'adresser au Conseil fédéral une lettre se référant audit rapport lequel, en raison du caractère international de l'affaire, ne sera publié que plus tard.

2. Le Comité central prend acte d'un rapport du secrétaire de la Société sur la protection des titres professionnels dans les autres pays. L'examen de cette question est confié à une commission spéciale.

3. Le Comité central prend connaissance des décisions de la « Commission des concours », conformément à son procès-verbal du 13 octobre 1928. Les résultats des délibérations de cette Commission seront publiés dans les organes de la Société.

4. Deux commissions sont nommées pour l'étude des questions « Travaux gratuits des ingénieurs » et « Protection des inventions ».

5. La Société sera représentée officiellement au « World Engineering Congress », à Tokio, en octobre 1929, par M. J. Gastpar, ingénieur, membre de la Société, représentant de la maison Sulzer Frères, à Kobé.

6. Au cours d'une conférence entre le Comité central et une vingtaine d'ingénieurs et d'architectes domiciliés en Valais, l'opportunité de la création d'une Section valaisanne a été reconnue et un comité d'initiative composé de MM. H. Peter, ingénieur, président (Brigue) ; J. Couchepin, ingénieur (Martigny) ; Dr H.-A. Détraz (Chippis) ; J. Dubuis, ingénieur (Sion) ; J. Dufour, architecte (Sion) ; A. de Kalbermatten, architecte (Sion), se chargera des travaux préparatoires à cette création.

Extrait du procès-verbal de la séance du 13 octobre 1928, de la « Commission des concours ».

Communiqué adressé aux organes de la Société, avec l'assentiment du Comité central.

1. *Concours pour un asile de vieillards à Zurich.* — A la question posée, savoir : si le jury s'est inspiré de l'esprit des normes de la Société en recommandant au maître de l'ouvrage de charger de l'étude des plans l'auteur du projet N° 81 acheté bien que non conforme au programme — il est répondu par 10 « non » et 1 « oui », 1 abstention.

Le résultat de cette votation est fondé sur les considérations suivantes :

Le promoteur d'un concours vise à connaître la meilleure solution possible, dans le cadre des conditions posées par lui et le jury. Les concurrents, eux, visent à obtenir l'exécution de l'ouvrage, mais d'après les normes et principes de la Société, et ne peuvent l'espérer que s'ils se conforment aux stipulations du programme. Celui qui les enfreint rompt le contrat conclu entre le promoteur, du fait de l'ouverture du concours, et le concurrent, du fait de sa participation au concours. *En conséquence, le jury aurait dû, conformément à la teneur des §§ 7, 8 et 14 des normes et des §§ 15 et 17 de la « notice additionnelle », qui étaient en vigueur à la date du verdict (17 avril 1928), recommander l'achat du projet N° 81 mais non recommander l'auteur pour exécuter les études ultérieures.*

Ce cas corrobore le désir généralement exprimé par les architectes, de réduire au minimum les restrictions imposées par le programme.

2. *Concours pour un asile de vieillards, à Lucerne.* — Ce concours fit surgir la question de la légitimité des récompenses attribuées à deux projets émanant de deux auteurs associés pour l'exploitation d'un même bureau et qui ont signé chacun un projet.

La Commission a admis cette légitimité, à une grande majorité. Ce cas et la discussion à laquelle il a donné lieu au sein de la Commission ont montré la nécessité de stipuler, à l'avance, dans les programmes, si des associés, d'un même bureau sont admis à concourir individuellement.

3. *Concours pour l'hôtel de ville d'Amriswil.* — Le cas sera examiné par le « groupe du nord-est » de la Commission.

4. *Palais de la Société des Nations, à Genève.* — La Commission partage l'avis de la Section de Genève de la S. I. A. de « classer » cette déplorable affaire.

Zurich, le 5 novembre 1928.

Programmes provisoires des conférences élaborés par quelques sections.

Section d'Argovie.

Novembre 1928 : « Revision des Aargauischen Baugesetzes ». — Novembre ou décembre : « Unfallstatistik und Rationalisierung der Betriebe » ; Herr Ingenieur P. Beuttner, Luzern. — Janvier 1929 : « Die Regulierung der Wasserstände vom Genfersee » ; Herr Ingenieur K. Burkard, Aarau. Février 1929 : « Die neue Landeskarte ».

Section de Bâle.

14 ou 28 novembre 1928 : « Hauswassermesser » ; Ing. A. Linder, Basel. — 12 décembre : « Unfallstatistik und Rationalisierung der Betriebe » ; Ing. P. Beuttner, Luzern. — 16 janvier 1929 : « Reiseindrücke aus Aegypten » ; Arch. W. Brodtbeck, Liestal. — 30 janvier : « Gewässerkorrektion im Baselland » ; Ing. J. Rapp, Basel. — 13 février : « Neue Berlinerbauten » ; Arch. O. Salvisberg, Berlin. — 6 mars : ou : « Zwei neuere Freiburgerbrücken » ; Ing. H. Bindschädler, Zürich ; ou : « Gründungen im Grundwasser in Biel » ; Ing. Jos. Cron, Binningen. — 20 mars : « Das Bauhaus Dessau und seine Bestrebungen » ; Arch. H. Wittwer, Basel.

Section de Berne.

16 octobre 1928 : « Zusammenarbeit zwischen Eisenbahn und Automobil in den Vereinigten Staaten von Nordamerika » Bauer Ing. bei der Automobil Handelskammer der U. S. A. — « Zusammenarbeit zwischen Eisenbahn und Automobil in der Schweiz » ; Hohl Robert, Ing., bei der SESA, Zürich.

26 octobre : « Neue Wege der Beleuchtungstechnik » ; José Guanter, Dipl. Ing., Zürich. — 8 novembre : « Die Psychotechnik und deren Anwendung für technische Berufe » ; Dr Carrard, Directeur des psychot. Institutes Zürich.

Conférences dont la date n'est pas encore fixée : « Urheber und Erfinderrrecht » ; Dr Homberger, Fürsprecher, Bern. — « Turbulente Störungen in der Turbine » ; Dr Oertli, Ing., BKW, Bern. — « Unfallstatistik und Rationalisierung der Betriebe » ; Beuttner, Ing., bei der SUVAL, Luzern.

Section de Zurich.

24 octobre 1928 : Hauptversammlung : « Indien und seine Bauwerke » mit Lichtbildern ; Dr M. Hürlimann, Zürich-Berlin. — 7 novembre : « Die Wirtschaftlichkeit der Psychotechnik » mit Lichtbildern ; Dr A. Carrard, Zürich. — 21 novembre : « Die schweizerische Kartenfrage » mit Lichtbildern ; Prof. Ed. Imhof, Zürich-Erlenbach. — 5 décembre : « Klein-Kältemaschinen im Haushalt und Kleingewerbe » mit Lichtbildern ; Prof. Rob. Stücker, Stuttgart. — 19 décembre : « Brennstoffeinspritzfragen beim Dieselmotor » ; Dr Eichelberg, Winterthur.

BIBLIOGRAPHIE

La science des plans de villes, ses applications à la construction, à l'extension, à l'hygiène et à la beauté des villes, par A.-Augustin Rey, Membre du Conseil Supérieur des habitations, Paris, Justin Pidoux, Astronome honoraire de l'observatoire de Genève et Charles Barde, Architecte. — Volume 21 × 28, 500 pages, 440 figures environ et 9 planches, 1928. Fr. 35.— Payot & Cie, éditeurs, à Lausanne.

Il y a une trentaine d'années, M. Ch. Barde fonda à Genève avec le concours de quelques personnes — architectes, ingénieurs et économistes — une société de propagande pour l'amélioration du logement. M. Barde ne tarda pas à se convaincre que les questions d'orientation et d'insolation jouaient dans ce domaine un rôle prépondérant. En collaboration avec Justin Pidoux, le savant astronome adjoint de l'Observatoire de Genève, il présenta au Congrès de l'hygiène de Genève, en septembre 1906, un travail important sur ce sujet. Ils virent alors s'adjoindre à eux l'architecte français Augustin Rey qui, chargé par le gouvernement français de diverses études en Amérique, avait déjà publié de nombreuses brochures sur ces questions. Depuis lors, ils n'ont cessé de poursuivre l'étude approfondie des conditions dans lesquelles doit se faire le développement des agglomérations.

Le lecteur trouvera le résumé de leurs travaux dans l'ouvrage que nous lui présentons aujourd'hui. Les auteurs y examinent non seulement les détails techniques de construction, mais tous les éléments constitutifs d'une cité moderne, conçue suivant les lois d'une hygiène rationnelle et dans le but d'en rendre le séjour agréable à ses habitants comme à ses hôtes de passage.

Les problèmes étudiés dans ce livre intéressent les municipalités, les services de construction municipaux, les architectes — et surtout ceux qui ont à s'occuper des lotissements — les services des ponts et chaussées et les services de salubrité. Le législateur, l'économiste et tous ceux qui désirent se tenir au courant des questions sociales y puiseront aussi un enseignement précieux et des idées neuves.

Voici un résumé de la table des matières de cet ouvrage : *Principes scientifiques de la salubrité des villes. Données astronomiques sur l'insolation*: Le soleil. L'insolation. De l'héliothermie. Distribution de l'ombre et de la lumière sur les façades. — *La science des plans des villes. Ses éléments fondamentaux*: Le problème des voies publiques. Le problème des places publiques. Les plantations. Les bâtiments. Le problème de la hauteur des bâtiments. Le problème du terrain et les principes fondamentaux du lotissement. Le problème des transports et de la circulation. Le problème des canalisations de la ville souterraine. La beauté des villes. Le problème des quartiers. — *Les plans des villes nouvelles. Les cités-jardins. Les agglomérations et leurs extensions.* — *Les transformations des villes anciennes.*

Nomographie, par M. Fréchet, Directeur de l'Institut de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Strasbourg, et H. Roulet, Ingénieur des constructions civiles, Professeur à l'Ecole nationale technique de Strasbourg. Un volume in-16, 79 figures. — Collection Armand Colin, Paris. — Prix : relié 10 fr. 25 ; broché 9 francs.

Cet ouvrage, conçu dans un esprit nouveau, s'adresse aux nombreux techniciens (expérimentateurs, ingénieurs, financiers, etc.) qui ont à déterminer ou à utiliser fréquemment des relations entre plus de deux quantités.

Grâce aux méthodes développées dans ce petit livre, ils pourront représenter graphiquement de semblables relations.

M. Fréchet, bien connu en France et à l'étranger par ses travaux remarquables dans les divers domaines de l'analyse, et qui a consacré une partie de son enseignement aux applications des mathématiques (interpolation, statistique, etc..) a été bien inspiré en confiant à un ingénieur, M. Roulet, la rédaction de son cours sur la nomographie.

Leçons sur la géométrie des espaces de Riemann, par E. Cartan, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Un volume in-8 raisin (25 × 16) de 273 pages. 1928. 60 fr. — Gauthier-Villars & Cie, éditeurs, à Paris.

Cet ouvrage est la reproduction d'un cours professé pendant le premier semestre 1925-1926 à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Voici le sommaire de la table des matières :

Coordonnées cartésiennes, vecteurs, multivecteurs, tenseurs. — Les coordonnées curvilignes en géométrie euclidienne. — Les espaces de Riemann localement euclidiens. — Espaces de Riemann et espaces euclidiens tangents et osculateurs. — Surfaces géodésiques ; l'axiome du plan et l'axiome de libre mobilité. — Géométries non euclidiennes. Espace sphérique, espace elliptique, espace hyperbolique. — Les identités de Bianchi. — Les coordonnées normales de Riemann. — Note I : Sur l'axiome du plan et les géométries cayleyennes. — Note 2 : Sur la courbure riemannienne linéaire.

Etude théorique et pratique sur le transport et la manutention mécaniques des matériaux et marchandises dans les usines, les magasins, les chantiers, les mines, etc., par GEORG VON HANFFSTENGEL. — Traduit de la troisième édition allemande par Georges LEHR, ingénieur, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. — Tome II : *Wagons pour marchandises, culbuteurs de wagons, voies à deux rails à traction continue, transporteurs aériens.* — Un volume in-8 (16 × 25) de 388 pages, avec 555 figures. — Librairie polytechnique Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liège. — Prix : 60 fr. broché ; 71 fr. relié.

Pour la rédaction de cet ouvrage, M. von Hanffstengel s'est assuré le concours de spécialistes hautement qualifiés qui ne se sont pas bornés à décrire les différents types d'appareils mais en exposent les fondements théoriques et les caractéristiques « économiques ». Naturellement ces auteurs, parfaitement familiarisés avec la matière qu'ils traitent, étaient capables de différencier l'essentiel de l'accessoire et d'éliminer ces fastidieux détails de construction qui, trop souvent présentés d'une façon obscure, rendent illisibles tant d'autres ouvrages similaires. Résumé de la table des matières : Wagons pour marchandises en vrac ; wagons à déchargement à bras ; wagons à déchargement rapide ; wagons à déchargement automatique. — Culbuteurs de wagons. — Voies à deux rails, à traction continue, installations de triage par câbles. — Transporteurs aériens : à bras (1 et 2 rails) ; à double câble ; monocâbles ; électriques.

Pour le doreur, l'argenteur, le nickelleur. (Recettes, formules, procédés, « trucs » et tours de main), par J. de Thellesme, ingénieur civil. — Volume 12 × 18, VIII — 194 pages, 26 figures. Broché 15 fr. — Dunod, éditeur à Paris.

La métallisation trouve dans l'industrie de multiples applications. Sa technique, très particulière, devait trouver une place dans la si utile collection des *Pour le...*

Véritable guide du praticien, l'ouvrage de M. de Thellesme étudie les modes d'obtention de tous les dépôts métalliques : or, argent, nickel, aluminium, cuivre, zinc, etc. Les procédés par fusion employés en zincage et en étamage, les méthodes si économiques de métallisation au frotté et au trempé, les