

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)
Band: 60-61 (1992-1993)
Heft: 3

Artikel: Armatures revêtues de résine époxy
Autor: Hermann, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-146297>

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: 15.03.2025

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

BULLETIN DU CIMENT

MARS 1992

60e ANNEE

NUMERO 3

Armatures revêtues de résine époxy

Protection des armatures contre la corrosion. Acier d'armature revêtu de résine époxy: propriétés, applications, expériences.

La norme SIA 162 dit: «Le béton d'enrobage sera de qualité et d'épaisseur suffisantes pour assurer une bonne adhérence entre l'acier et le béton, ainsi qu'une protection efficace à long terme de l'armature contre la corrosion.» Pour les structures et éléments d'ouvrage situés de manière durable à l'abri des intempéries, des

Conséquences visibles de la corrosion due aux chlorures sur la haute cheminée d'une installation d'incinération des ordures, assainie de façon non appropriée. (photo: TFB)



2 variations de température et d'humidité, ainsi que d'autres effets nuisibles, l'enrobage des barres d'armature passive sera de 20 mm au moins. Dans tous les autres cas, cet enrobage sera d'au moins 30 mm (surfaces coffrées) ou 35 mm (surfaces non coffrées).

Et pourtant, elles rouillent!

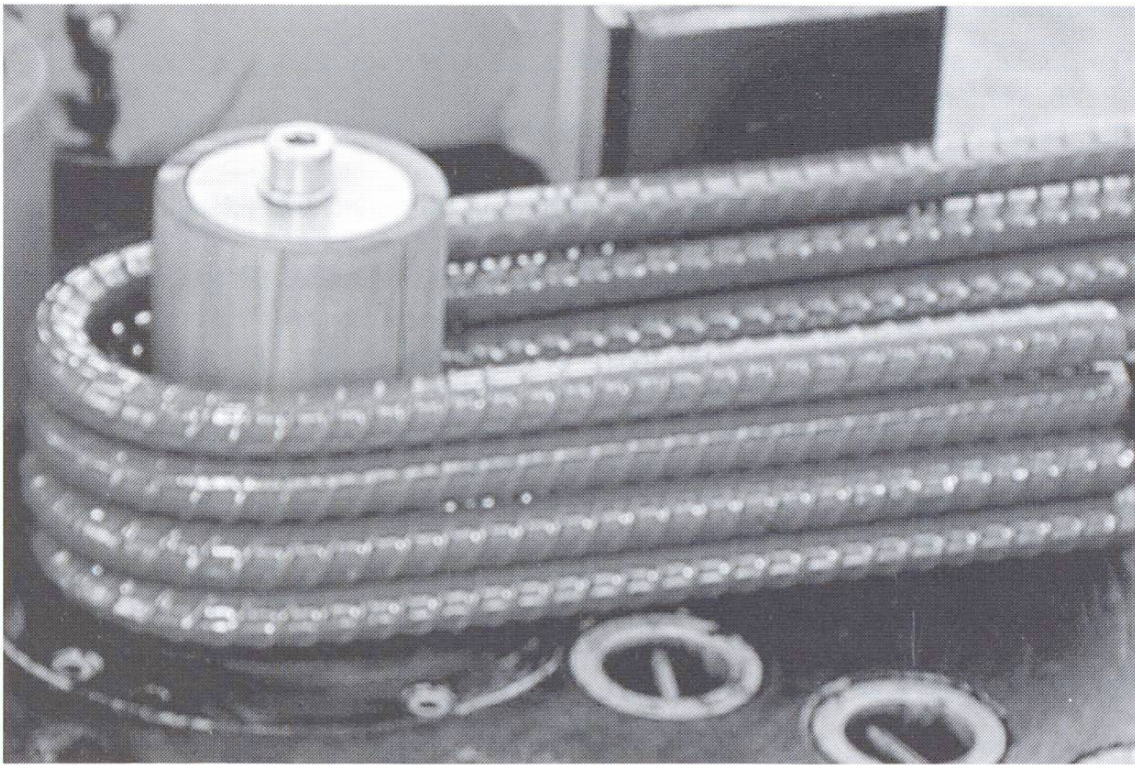
L'alcalinité élevée du béton protège l'acier d'armature contre la corrosion, car elle engendre par oxydation une couche superficielle qui empêche la désagrégation du fer. Voilà la théorie! Malheureusement, la réalité revêt souvent un autre aspect. Les dégâts dus à la corrosion ne se produisent pas seulement dans des conditions d'environnement extrêmes, mais également lorsque ces conditions ont tout d'abord été jugées non critiques et contrôlables. Les éléments en béton armé particulièrement menacés sont ceux sur lesquels s'exercent, non seulement l'action de la pluie, du gel et des fortes variations de température, mais également celle des chlorures des sels de déverglaçage. Ce sont donc les ouvrages d'art du réseau routier.

Dans ce domaine, des mesures de protection particulières s'imposent. Des mesures telles que

- enrobage du béton de plus forte épaisseur
- air entraîné dans le béton
- augmentation de la résistance de l'enrobage à la diffusion de chlorures et de dioxyde de carbone
- scellement ou enduction de la surface du béton
- utilisation d'aciers d'armature zingués
- protection cathodique contre la corrosion
- utilisation d'acier inoxydable.

Ces mesures ne garantissent malheureusement pas une protection contre la corrosion sûre dans tous les cas. Les scellements ou revêtements des surfaces de béton par exemple ne sont pas très durables et ne peuvent ponter que de façon insuffisante les fissures apparaissant. Avec les aciers d'armature zingués enrobés de béton, l'agression par les chlorures peut bien être freinée à court terme, mais non jugulée. De plus, en cas de pliage après coup des barres zinguées, des fissures apparaissent. De bonnes expériences ont parfois été faites avec la protection cathodique; son utilisation se limite toutefois à des ouvrages spéciaux, en raison de son coût élevé. Et la protection «idéale» en acier inoxydable est presque toujours trop coûteuse.

Aux Etats-Unis et au Canada, où l'on utilise des armatures revêtues de résine synthétique depuis bientôt 20 ans, on mise de plus en plus sur cette forme de protection, surtout là où des dégâts dus à la corrosion par des chlorures sont possibles. Cela à l'instigation de la



Le contrôle de l'aptitude au pliage sur un mandrin dont le diamètre est le quadruple ou le sextuple de celui des barres fait partie des nombreuses opérations de surveillance de la qualité des aciers d'armature revêtus. L'absence de fissures prouve que le revêtement adhère bien. (photo: Von Roll)

Federal Highway Administration (FHWA), qui – comme de nombreuses organisations locales – prescrit impérativement l'utilisation d'armatures revêtues de résine époxy pour les nouveaux ponts routiers. Le domaine où les armatures revêtues de résine époxy peuvent être utilisées judicieusement est cependant beaucoup plus vaste. Il englobe de façon générale les éléments d'ouvrage de forme très élancée, ou qui sont exposés à des agents agressifs.

Le comportement à la corrosion des armatures revêtues

Sur l'acier revêtu, la couche de résine époxy constitue une barrière physique contre l'environnement corrosif, à la condition toutefois que le revêtement soit durable et témoigne d'une résistance élevée à la diffusion d'eau, d'oxygène et de chlorures. De nombreuses expertises prouvent que ces conditions sont remplies. Il n'en reste pas moins qu'il faut compter avec la corrosion, même avec des armatures revêtues de résine époxy. On ne peut en effet pas empêcher complètement les défauts et les dommages mécaniques lors de la fabrication, du transport et de la mise en place, même en travaillant très soigneusement. La piqûre, une forme de corrosion typique des ouvrages en béton armé soumis à l'action des chlorures, apparaît alors. Mais en comparaison d'un acier non revêtu, la réduction du volume total de l'acier désagrégé est de facteur 10 au moins.

Aux USA, environ 5 % des fers à béton utilisés actuellement sont revêtus. En se fondant sur une expérience de presque 20 ans, on

4 peut établir que la durabilité de l'effet protecteur se maintient, même lorsque le béton est soumis de façon accrue à l'action des chlorures. Mis à part un cas isolé en Floride, dû à une utilisation non appropriée, aucun dégât n'a été constaté.

Au Canada, deux parapets de pont réalisés avec des armatures revêtues de résine époxy ont été examinés en détail récemment. Après avoir subi pendant neuf ans l'action de la corrosion, du gel et des chlorures, ils n'ont révélé que des traces de rouille superficielles, même aux endroits où le revêtement était endommagé.

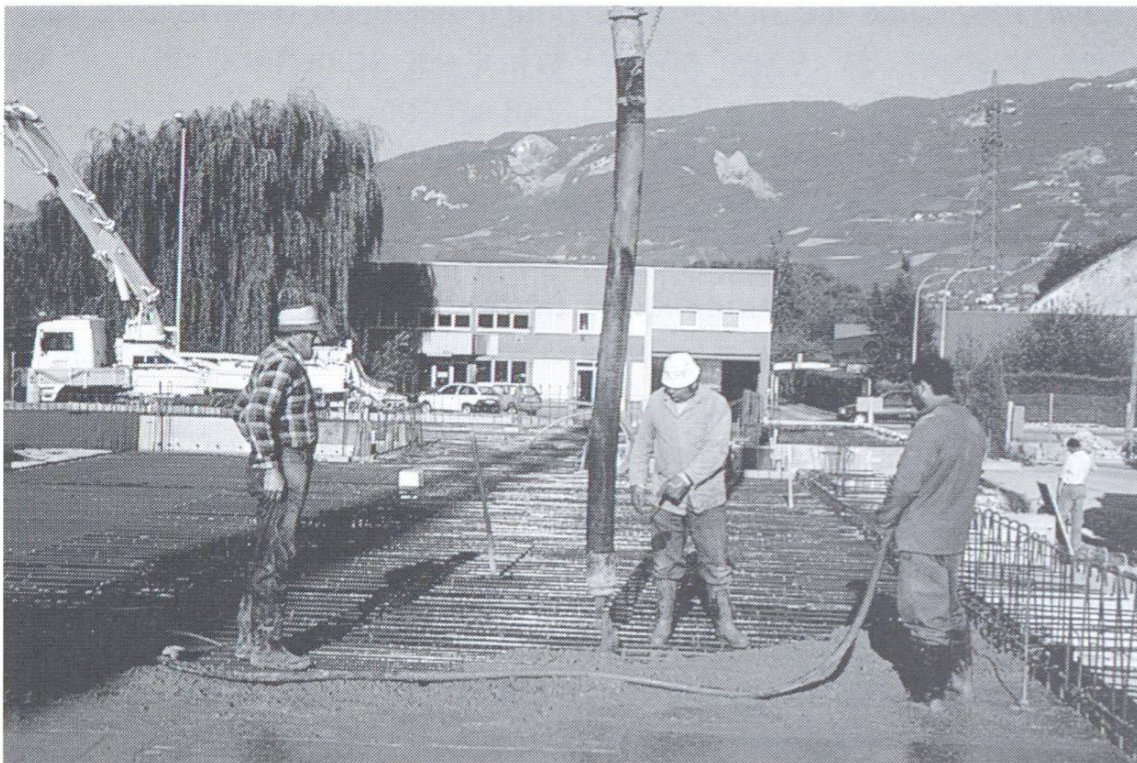
Les armatures revêtues en Suisse

Les «Directives pour l'utilisation d'armatures passives revêtues de résine époxy» [1] de l'Office fédéral des routes sont en vigueur en Suisse depuis décembre 1991. Elles ont force obligatoire pour les ouvrages d'art ou des parties d'ouvrages d'art particulièrement exposés à la corrosion, et faisant partie du réseau des routes nationales et principales. Une annexe comprend des indications sur l'assurance de la qualité et des prescriptions détaillées concernant les essais.

Dans l'unique installation de revêtement de Suisse, située au Tessin, l'acier d'armature traditionnel est nettoyé par sablage, chauffé à 240°C par induction, puis revêtu de poudre de résine époxy par giclage électrostatique. Les barres revêtues sont ensuite refroidies jusqu'à la température ambiante dans un bain d'eau à passage continu. Avant d'être façonnées (coupe et pliage) ou transportées à

Pose de l'armature pour les bordures du pont de la N8, près de Spiezwiler – le premier ouvrage réalisé en Suisse avec des fers à béton revêtus. (photo: Von Roll)





Bétonnage de la dalle de fond dans une fromagerie. Avec les armatures revêtues, la mise en place du béton est la même que pour les armatures classiques. (photo: Von Roll)

l'entrepôt, elles passent par les contrôles prescrits, par exemple la surveillance continue de l'épaisseur de la couche. D'autres essais sont effectués périodiquement par le laboratoire d'essai officiel (EMPA).

Les aciers revêtus doivent répondre à de hautes exigences [1]:

- pas plus de six pores par mètre courant
- surface d'un défaut ne dépassant pas 25 mm^2
- épaisseur de la couche entre 0,130 et 0,300 mm (90 % des valeurs mesurées)
- épaisseur minimale de la couche de 0,080 mm pour les arêtes des nervures longitudinales et transversales
- adhérence élevée (examen de l'aptitude au pliage)
- résistance élevée à l'eau et aux solutions de chlorure de calcium, d'hydroxyde de sodium et d'hydroxyde de calcium.

Les aciers d'armature revêtus sont également contrôlés quant à la sollicitation sous polarisation anodique et cathodique, la résistance à l'abrasion, aux chocs et aux intempéries, ainsi que la résistance à l'empreinte. Le comportement des aciers d'armature revêtus noyés dans du béton contenant des chlorures est analysé au moyen d'essais d'entreposage. Finalement, des essais d'arrachement selon norme SIA 162/1 renseignent sur l'adhérence au béton des armatures revêtues.

D'une façon tout à fait générale, on considère que le comportement des armatures revêtues est très semblable à celui des armatures

6 classiques. Dans les «Directives pour l'utilisation d'armatures passives revêtues de résine époxy» [1], il est également dit que les prescriptions de la norme SIA 162 sont en principe applicables. Il y a toutefois des dérogations. Les longueurs d'ancrage ainsi que les longueurs des joints à recouvrement en résultant doivent par exemple être augmentées de 25 %.

Des considérations économiques peuvent rendre judicieux l'utilisation dans un même élément d'ouvrage d'une armature revêtue et d'une armature non revêtue. La chose est admissible si des mesures efficaces permettent d'exclure tout contact électrique entre les deux sortes d'armature. C'est pourquoi l'on demande aux fabricants d'armatures revêtues d'offrir des systèmes complets. Ces systèmes doivent comprendre des ligatures, des écarteurs, des chevalets et des paniers de support, tous revêtus, ainsi qu'un matériau (vernis à deux composants) servant à la réparation des défauts et au revêtement des extrémités de barres sectionnées.

L'isolation électrique est assurée même si des barres revêtues et des barres non revêtues se touchent, si les contraintes aux points de contact ne blessent pas le revêtement. Dans les couches d'armature liées, on évitera les armatures mixtes de grande surface s'il existe un risque élevé de blesser le revêtement en résine époxy, par exemple en marchant sur l'armature. Il faut en outre veiller à ce que l'armature revêtue puisse être mise en place sans forcer. Les dégâts causés au revêtement doivent être réparés au fur et à mesure avec le matériau prévu à cet effet.

Pose de l'armature revêtue pour le tablier inférieur du pont CFF à Bodio.

(photo: Von Roll)



7 Premières expériences en Suisse

En Suisse, les aciers d'armature revêtus de résine époxy ont été utilisés pour la première fois en décembre 1988, pour le pont de la route d'évitement de Spiezwiler (ouvrage J4c) franchissant la N8, au bord du lac de Thoune. Le projet et l'exécution de l'armature revêtue résultent de l'étroite collaboration du maître de l'ouvrage (Office des ponts et chaussées du canton de Berne), de l'Office fédéral des routes, du fabricant (Von Roll) et de l'Institut des matériaux de construction, de chimie des matériaux et de corrosion de l'EPF de Zurich.

Cet ouvrage sert également à un essai de longue durée. A cet effet, on a réalisé les bordures du pont pour une moitié avec de l'acier revêtu, et pour l'autre avec de l'acier normal. Le revêtement de barres d'armature choisies à différentes distances du tablier a été intentionnellement blessé. La moitié des fers à béton soumis à l'essai et l'armature non revêtue sont en outre couplés électriquement dans le tablier au moyen de fils de liaison.

Les premiers résultats obtenus à l'aide d'installations de mesure incorporées prouvent que tous les endroits blessés, où pourrait apparaître de la corrosion, sont actuellement à l'état passif. Calculés sur la base du courant passant entre l'armature non revêtue et les fers à béton dont le revêtement a été blessé, les taux de pertes sont au maximum de 0,005 mm par année.

En Suisse, on a utilisé jusqu'à aujourd'hui des aciers d'armature revêtus pour plus de 150 ouvrages, dans le bâtiment et le génie civil, par exemple pour de nouveaux bâtiments industriels à ambiances agressives (zingueries, fromageries industrielles), des éléments de façades et de balcons, des parties de ponts et de passages souterrains, des tunnels, des piliers et parois de galeries et des bassins de décantation de stations d'épuration des eaux usées.

Revêtu, l'acier d'armature coûte 50 à 60 % plus cher à l'achat et à la pose que non revêtu. Pour les ouvrages sujets à la corrosion, ces coûts élevés devraient toutefois être largement compensés par une plus grande durabilité et des frais d'entretien et de réparation réduits.

Kurt Hermann

8 Bibliographie

- [1] «Directives pour l'utilisation d'armatures passives revêtues de résine époxy», Office fédéral des routes, Berne (1991).
- [2] *Elsener, B.*, «Einsatz epoxidbeschichteter Stähle», Documentation SIA **D 021**, 17–25 (1988).
- [3] *Schiessl, P.*, «Beschichten von Betonstählen», Bautenschutz – Bautensanierung **10**, 62–65 (1987).
- [4] *Rehm, G. und Fielker, E.*, «Bautechnische Eignung von kunststoffbeschichteter Bewehrung», Bautenschutz – Bautensanierung **10**, 79–86 (1987).
- [5] *Thielen, G.*, «Einsatzbereiche pulverbeschichteter Bewehrung im Betonbau», Bautenschutz – Bautensanierung **10**, 87–89 (1987).
- [6] *Isecke, B.*, «Praktische Erfahrungen mit epoxidbeschichteten Bewehrungsstählen in den USA», Bautenschutz – Bautensanierung **10**, 72–78 (1987).
- [7] *Rehm, G.*, «Kunststoffbeschichtete Bewehrung im Stahlbetonbau», Betonwerk + Fertigteil-Technik **53**, 6–13 (1987).
- [8] Documentation pour le colloque «Optimar – Epoxy-beschichteter Betonstahl», organisé par Von Roll SA le 20 septembre 1990, à Giornico et Bodio.

Traduction française: Liliane Béguin

Pro domo

Pendant près de six ans, Monsieur Bruno Meyer, ing. dipl. EPF, s'est occupé du «Bulletin du ciment» en tant que rédacteur responsable. Son style était le reflet de sa compétence professionnelle et de son engagement personnel. Nous lui devons une multitude d'intéressants articles traitant de l'application pratique des ciments et bétons, dans des domaines allant de la construction industrielle aux arts plastiques.

Monsieur Bruno Meyer va se consacrer à d'autres tâches, hors de notre institut. Nous souhaitons qu'elles lui apportent satisfaction et succès, et nous le remercions pour le travail accompli. Son successeur est Monsieur Kurt Hermann, dr ès sciences, au service du TFB depuis septembre 1991 en tant que rédacteur technique. Monsieur Hermann est chimiste et dispose d'une longue expérience de journaliste dans la presse technique.

*Prof. Willy Wilk
Directeur du TFB*

TFB

Pour tous autres renseignements s'adresser au
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES
DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE
Case postale 5103 Wildegg Téléphone 064 57 72 72
Lindenstrasse 10 Téléfax 064 53 16 27