

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin technique de la Suisse romande
<b>Band:</b>	66 (1940)
<b>Heft:</b>	25
<b>Artikel:</b>	L'Eternit: l'évolution de ses procédés de fabrication
<b>Autor:</b>	Frey, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-50679">https://doi.org/10.5169/seals-50679</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

## ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 12 francs  
Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs  
Etranger : 12 francs

Prix du numéro :  
75 centimes.

Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie  
F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Paraisant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. —

**COMITÉ DE PATRONAGE.** — Président: R. NEESER, ingénieur, à Genève ; Vice-président: M. IMER, à Genève ; secrétaire: J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg*: MM. L. HERTLING, architecte ; A. ROSSIER, ingénieur ; *Vaud*: MM. F. CHENAUX, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève*: MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. ODIER, architecte ; CH. WEIBEL, architecte ; *Neuchâtel*: MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur ; *Valais*: M. J. DUBUIS, ingénieur ; A. DE KALBERMATTEN, architecte.

**RÉDACTION :** D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

Publicité :  
**TARIF DES ANNONCES**

Le millimètre  
(larg. 47 mm.) 20 cts.  
Tarif spécial pour fractions  
de pages.

Rabais pour annonces  
répétées.



**ANNONCES-SUISSE S.A.**  
8, Rue Centrale,  
LAUSANNE  
& Succursales.

**CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE**  
A. STUCKY, ingénieur, président ; M. BRIDEL ; G. EPITAUX, architecte ; M. IMER.

**SOMMAIRE :** *L'Eternit. L'évolution de ses procédés de fabrication*, par M. H. FREY, ingénieur. — *Un exemple d'urbanisme dans le passé : Carouge*, par M. MARCEL MUELLER-ROSSELET, architecte S. I. A. — *Création d'occasions de travail pour ingénieurs et architectes. — Lutte contre le chômage des ingénieurs-mécaniciens et électriciens. — Société suisse des ingénieurs et des architectes : Assemblée générale du 14 décembre, à Berne. — Ordonnances et communications concernant le commerce des fers de construction.* — **BIBLIOGRAPHIE.** — **CARNET DES CONCOURS** — **AVIS A NOS ABONNÉS.** — **SERVICE DE PLACEMENT.**

## L'Eternit

### L'évolution de ses procédés de fabrication

par M. H. FREY, ingénieur,  
directeur de la Société anonyme « Eternit », à Niederurnen.

L'industrie de l'« Eternit » est jeune et pourtant fière de sa tradition qui date aujourd'hui de quarante ans. Son histoire, qui peut encore être suivie dans tous ses détails, est intéressante parce qu'elle montre comment une seule idée créatrice peut être le point de départ de toute une industrie, à condition cependant qu'elle soit assistée d'un sens pratique et d'une volonté assidue de perfectionnement continual du procédé primitif. Car le meilleur constructeur ne peut rien sans nouvelles idées, et beaucoup de bonnes idées n'ont abouti à aucun résultat, faute de réalisation soigneuse. Ce qui est arrivé à l'origine pour les plaques « Eternit » planes se répète plus tard, lorsque les autres produits ont été créés ; pour chacun l'idée de l'inventeur a dû être complétée par un long travail d'adaptation.

Un produit lancé se répand d'abord lentement ; car, d'une part, il n'est pas connu du consommateur et, d'autre part, le producteur n'a pas encore mis à profit toutes les expériences acquises au cours de la première fabrication. Cette période préparatoire est suivie d'un développement rapide qui se ralentit ensuite seulement lorsqu'on s'approche du point de saturation du marché.

Cette évolution est plus ou moins la même pour chaque entreprise nouvelle. L'histoire de l'Eternit se distingue pourtant par un trait caractéristique : la coopération

internationale bien comprise. Leurs intérêts communs dans l'achat de l'amiante, matière première rare, dont la production est contrôlée par trois ou quatre groupes de mines seulement, ont rapproché les fabricants d'Eternit. De cette première organisation d'achat est résulté une collaboration technique très heureuse. Au cours de réunions annuelles, les chefs de fabrication de onze pays européens ont eu l'occasion d'échanger les expériences faites dans plus de vingt usines. Ainsi les progrès réalisés dans un pays furent mis à la disposition de tous les autres et il est intéressant de constater combien chaque nation, dans une constante émulation, a contribué au développement de cette industrie qui, aujourd'hui, produit en Europe chaque année 50 000 000 de m<sup>2</sup> de produits.

La première invention a été faite en Autriche, où l'on dispose encore de la plus grande expérience dans la fabrication des ardoises Eternit. Les Italiens ont concentré leurs efforts sur les tuyaux. Les plaques ondulées, les gaines de ventilation, les différents procédés de coloration, les plaques décoratives ont trouvé leurs principaux promoteurs tantôt en Angleterre, tantôt en Hollande, en Belgique et en France.

Le marché restreint de l'Usine Eternit en Suisse n'a pas été favorable à de grandes initiatives dans le domaine de la fabrication ; cependant, on a effectué à Niederurnen plusieurs perfectionnements de détails très appréciés et surtout une machine pour la fabrication des tuyaux système Herzog, se prêtant notamment aux petites productions et qui a servi à introduire les tuyaux Eternit dans presque tous les grands pays de l'Europe. La plus impor-

tante contribution de l'Usine suisse — et cela correspond bien au rôle que doit jouer notre pays — est cependant d'avoir conçu et organisé la collaboration internationale. A une époque où le prestige de l'organisation internationale est très bas, il convient de relever combien l'industrie de l'Eternit a tiré profit d'une coordination d'efforts de pays différents. Le succès des produits Eternit et la supériorité de cette marque, par rapport à d'autres produits en amiante-ciment, proviennent de cette confiance et de ce travail en commun.

Citons quelques dates : l'Eternit a été fabriqué pour la première fois à Vöcklabruck, en Autriche, en 1898. La demande du brevet allemand fondamental a été déposée par l'Autrichien Hatschek, le 27 mars 1900. Cette demande ne fut acceptée qu'après un premier refus, en 1902. Des contestations retardèrent l'enregistrement du brevet jusqu'en 1905.

La seconde usine qui fabriqua de l'Eternit fut celle de Poissy, près de Paris, et la troisième celle de Niederurnen, en Suisse, où elle fut fondée le 22 septembre 1903.

Les premiers produits de la jeune industrie furent les *ardoises* Eternit et les *plaques planes*, auxquelles vinrent s'ajouter, plus tard, les *plaques ondulées*, les *tuyaux* et les *pièces moulées*. Chacun de ces produits marque le point de départ d'un nouvel essor de l'industrie de l'Eternit dont nous allons donner l'évolution.

#### Fabrication de la pâte Eternit.

Le premier stade de la fabrication des produits Eternit est la préparation de la pâte. Celle-ci se compose d'environ 15 % d'amiante finement désagrégée et de 85 % de ciment Portland de bonne qualité, mais à prise lente. On connaissait déjà depuis 1892 des mélanges d'amiante et des liants, en particulier celui d'amiante et de ciment. L'idée de Hatschek, qui créa l'Eternit, consista à mélanger les deux matières premières avec un grand excès d'eau, jusqu'à 1000 %, permettant de ce fait d'utiliser pour la fabrication la machine à carton (fig. 1), c'est-à-dire un appareil qu'il connaissait de par son activité dans l'industrie du papier.

Les deux bacs *a* contiennent la pâte, soit des fibres d'amiante et de ciment en suspension dans l'eau. Dans chacun de ces bacs tourne un cylindre tamiseur *b* (fig. 2)

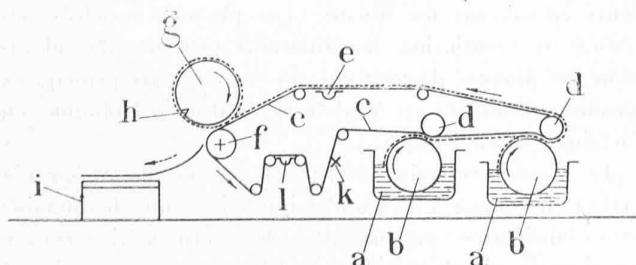


Fig. 2. — Schéma de la machine à carton :

*a*) Bac à matière. — *b*) Cylindres tamiseurs dits « pêcheurs ». — *c*) Feutre sans fin. — *d*) Cylindre presseur. — *e*) Aspirateur. — *f*) Cylindre entraîneur. — *g*) Cylindre à format avec sa rainure. — *h*) Rainure. — *i*) Table recevant la plaque fabriquée. — *k*) Batteur. — *l*) Tuyau de rinçage.

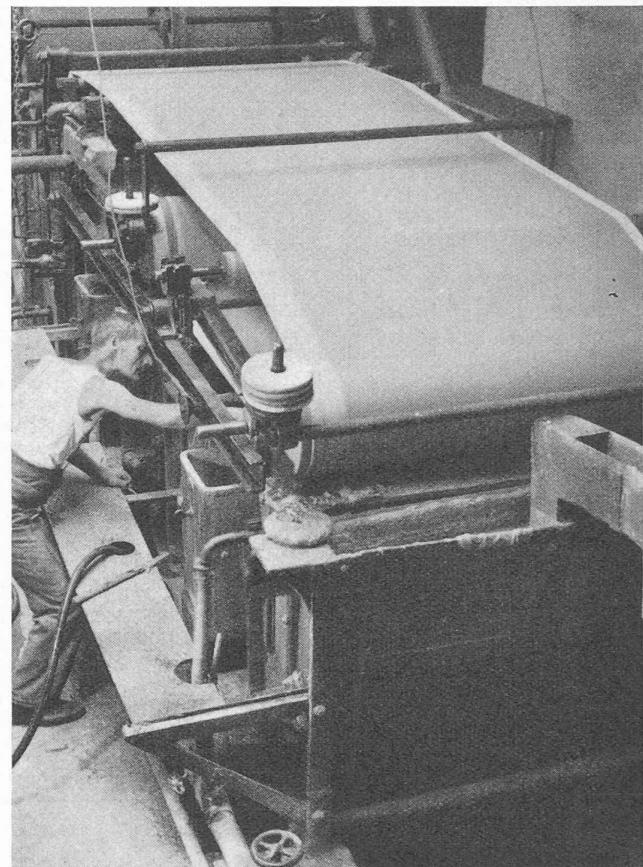


Fig. 1. — Machine à carton. — Contrôle du cylindre tamiseur.

qui laisse couler une grande partie de l'excès d'eau en ne retenant qu'une couche mince de fibres d'amiante et de ciment. Au cours de leur rotation, ces cylindres acheminent cette pellicule vers le feutre sans fin *c*. La fonction des tamis *b* peut être comparée à une pêche de fibres et de grains de ciment dans les bacs *a* ; c'est pourquoi on les appelle aussi « cylindres pêcheurs ». Le feutre est pressé contre les tamis par les cylindres presseurs *d*

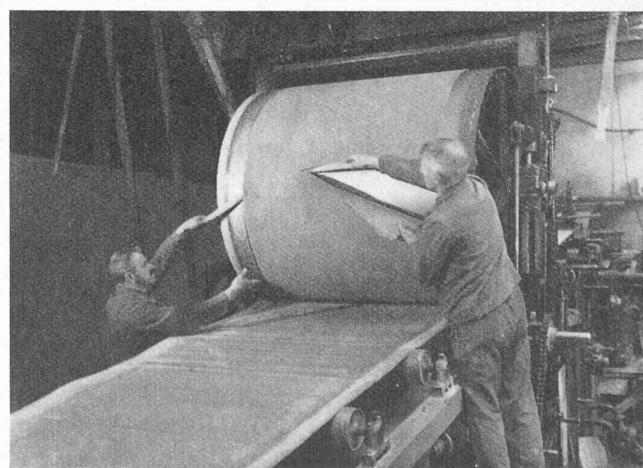


Fig. 3. — Machine à carton. La plaque est coupée sur le cylindre à format.

de manière à ce que la pellicule adhère au feutre. Le feutre passe ensuite sur un rouleau porteur et un aspirateur *e* pour arriver au cylindre entraîneur *f*. Ce dernier porte le cylindre de format *g*, qui comprime le feutre au point que la pellicule, dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 0,75 mm, se détache de celui-ci pour s'enrouler sur le cylindre *g* jusqu'à ce que l'épaisseur voulue de la plaque fabriquée soit obtenue. Ainsi, pour une plaque de 5 mm, il faut 7 à 10 tours du cylindre à format, pour une plaque de 20 mm entre 28 et 40 tours. L'épaisseur voulue atteinte, on coupe la plaque le long de la rainure *h* (fig. 3) et la plaque se détache et glisse sur la table *i*. La largeur du feutre, qui est normalisée à 1,20 m, détermine la largeur de la plaque fabriquée, alors que la circonférence du cylindre correspond à sa longueur, d'où la dénomination de « cylindre à format ». On a plusieurs cylindres à format, ayant 2,50, 3 et 4 m de circonférence, pour la fabrication des différentes longueurs standard. L'aspirateur *e* sert à sécher la pellicule ; le feutre passe au-dessus d'un petit bac relié à une pompe à vide. L'air est sucé à travers la pellicule et le feutre, enlevant une partie de l'excès d'eau. Libéré de la pellicule, le feutre retourne aux cylindres pêcheurs en passant sur quelques rouleaux qui le centrent et règlent sa tension et où il subit un rinçage par action d'un tuyau perforé *l* et du batteur *k*. Il faut, en effet, pour maintenir sa perméabilité, régénérer le feutre, enlever les derniers restes de ciment qui, après sa prise, le rendraient dur et boucheraient ses pores.

La machine à carton, telle que décrite (fig. 2), construite par Hatschek ou plutôt adaptée à la fabrication de l'Eternit, était d'une conception entièrement mûrie. Depuis sa première exécution, qui date de plus de quarante ans, des centaines de ces machines ont été mises en activité dans le monde ; on a bien augmenté la vitesse du feutre, ajouté un troisième bac à matière, mais la machine la plus moderne ne se distingue de la première par aucun élément essentiel.

Cependant, l'utilisation de cette machine à carton n'était-elle pas en contradiction avec les principes les plus éprouvés de l'application du ciment ? Noyer le ciment dans 1000 % d'eau, « pêcher » dans l'eau un produit de ciment, c'est-à-dire l'Eternit qui prétend être un béton idéal ! Cela explique l'opposition et les critiques que les propositions de Hatschek ont suscitées chez les meilleurs ingénieurs de son temps. Ne s'était-il pas engagé dans une voie absolument sans issue ? Mais il appartint au génie de réaliser ce qui, auparavant, semblait impossible.

Il y a lieu de remarquer que l'eau qui a passé par le cylindre tamiseur est récupérée et rentre de nouveau dans la fabrication. Cette eau est donc saturée de chaux, en sorte qu'un lessivage du ciment n'est pas à craindre. En outre, c'est le meilleur moyen pour orienter les fibres d'amiante dans le sens voulu, tout en les mêlant intimement au ciment. Lors de leur passage par le cylindre pêcheur les fibres bouchent peu à peu les trous du tamis.

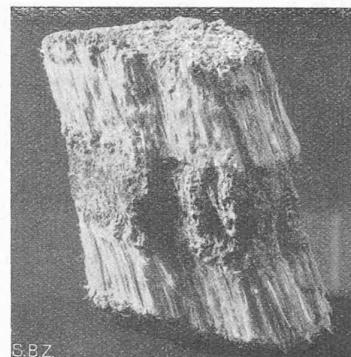


Fig. 4. — Bloc d'amiante dans lequel se trouve intercalée une couche de serpentinite.

(Cliché « Schweizerische Bauzeitung ».)

Il en résulte une répartition de la matière strictement uniforme car les trous bouchés font dévier l'eau vers la partie du tamis non encore obstruée. Le cylindre ne cesse de continuer son mouvement rotatif, par lequel les fibres sont couchées sur le tamis, puis étalées bien régulièrement sur le feutre. Les fibres d'amiante entrant dans la machine à carton ont un diamètre d'environ  $\frac{1}{1000}$  de mm avec une très grande surface (les fibres contenues dans 1 cm<sup>3</sup> d'Eternit ont une surface d'environ 20 m<sup>2</sup>), surface qui doit être entièrement mouillée, puis enrobée de ciment. On ne peut y arriver qu'avec un grand excès d'eau.

Il n'est pas moins vrai que cet excès d'eau est très gênant et la seconde partie du cycle de fabrication n'est qu'une lutte contre cet excès : le cylindre tamiseur, les cylindres presseurs, l'aspirateur, la pression du cylindre à format ont tous pour but d'évacuer l'eau. Pour certains produits de très haute résistance, on a même recours à des presses hydrauliques spéciales, allant jusqu'à 400 atmosphères, pour compléter le séchage de la pâte. Par le procédé Hatschek, on se sert de l'excès d'eau uniquement pour l'orientation et le mélange des fibres d'amiante et du ciment ; une fois ce but atteint, tout est mis en œuvre pour se défaire de cette eau et pour réparer ce mal nécessaire.

A part la machine à carton, qui constitue le centre de la fabrication, il y a lieu de mentionner plusieurs machines accessoires. Il faut d'abord préparer la matière première. L'amiante est un minéral dont les cristaux sont composés de fibres très fines. Il est fourni, par l'exploitant de la mine, dégagé de sa gangue, qui est la serpentinite (fig. 4), mais le fabricant d'Eternit doit désagréger ces cristaux et en séparer les fibres élémentaires ce qui a lieu dans le broyeur d'amiante (fig. 5). L'amiante, étalée sur une pierre de base, est écrasée par deux meules roulant à la fois autour d'un arbre vertical et d'un arbre horizontal. La rotation autour de l'arbre vertical se traduit par une vitesse tangentielle qui augmente avec la distance à l'axe, la rotation autour de l'arbre horizontal, au contraire, s'y oppose. Il en résulte un glissement des meules sur le matelas d'amiante, qui provoque la désa-

grégation de la matière. Le travail du broyeur nécessite un contrôle très minutieux. Si, d'une part, il faut pousser le broyage aussi loin que possible, il importe, d'autre part, d'éviter la pulvérisation de la fibre. Ainsi à chaque qualité d'amiante doit correspondre un temps de broyage optimum, que l'on détermine par de longs essais.

Les cristaux d'amiante écrasés passent par un désintégrateur, où ils sont battus. Les fibres en sortent entièrement séparées. Elles ont l'aspect de l'ouate. Un ventilateur les souffle dans les silos où elles sont stockées par catégories.

Le mélange de l'amiante et du ciment a lieu dans le hollander (fig. 6), une machine bien connue dans l'industrie du papier. Sa tâche première est le délayage des fibres dans de l'eau. L'eau contenant les fibres est chassée par rotation d'un cylindre muni de lames en acier à travers une fente de 2-3 mm. Par le brassage énergique en circuit fermé qui en résulte et qui dure 20 minutes, la surface entière des fibres est mouillée et leur séparation achevée. C'est seulement à ce moment-là que l'on ajoute le ciment. Le mélange se fait rapidement, en 5 minutes environ, le ciment ayant une forte tendance à adhérer aux fibres mouillées. C'est aussi dans le hollander que se fait le dosage si important pour la bonne qualité de l'Eternit. Par un pesage minutieux, on détermine le rapport le plus avantageux non seulement entre l'amiante et le ciment, mais encore entre les différentes sortes de fibres. C'est également à ce moment-là que l'on

ajoute les oxydes de métaux, lorsqu'on fabrique l'Eternit rougeâtre ou foncé.

Le hollander est vidé par intermittence dans une citerne qui alimente continuellement la machine à carton. Le dernier accessoire de celle-ci sont les cônes de décantation de l'eau récupérée (fig. 7). Le ciment et les fibres qu'elle contient sont renvoyés au hollander et l'eau clarifiée sert au rinçage du feutre.

Examinons maintenant le produit de cette fabrication. La feuille fraîche est d'une plasticité remarquable. Quand on la déchire (fig. 8), on découvre les fibres d'amiante bien enveloppées de ciment, constituant une vraie armature. Cette comparaison avec le béton armé est d'autant plus justifiée que la résistance des fibres d'amiante, de  $4\text{-}5000 \text{ kg/cm}^2$ , approche de très près celle des armatures en acier du béton. Par rapport à ces dernières, les fibres d'amiante ont l'avantage d'être très finement et régulièrement réparties, supprimant ainsi toute hétérogénéité de la matière, la résistance à la traction simple, pour les tuyaux par exemple, atteint  $350\text{ à }400 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Ardoises Eternit et plaques planes.

A l'exception des tuyaux, tous les produits Eternit sont issus de la machine à carton et subissent ensuite un parachèvement plus ou moins long. Pour les ardoises et plaques celui-ci est très simple. Les feuilles fraîches sont disposées par couches séparées les unes des autres par des

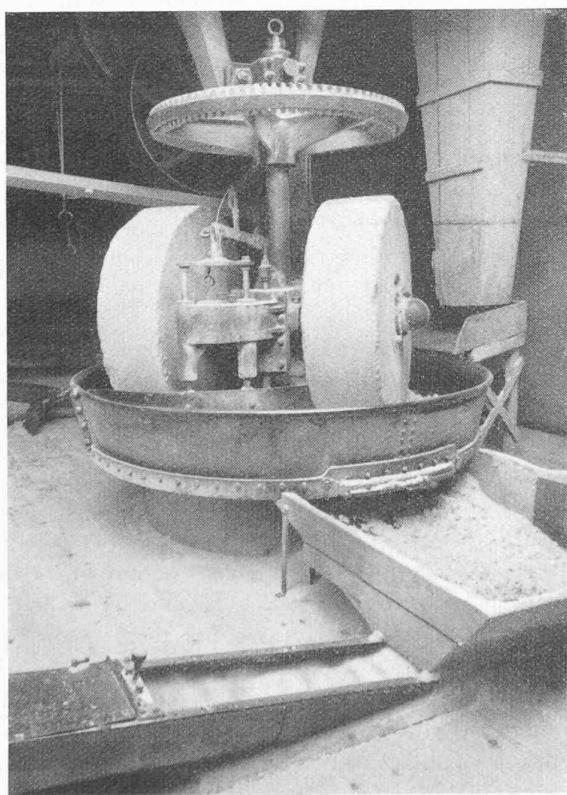


Fig. 5. — Broyeur d'amiante.

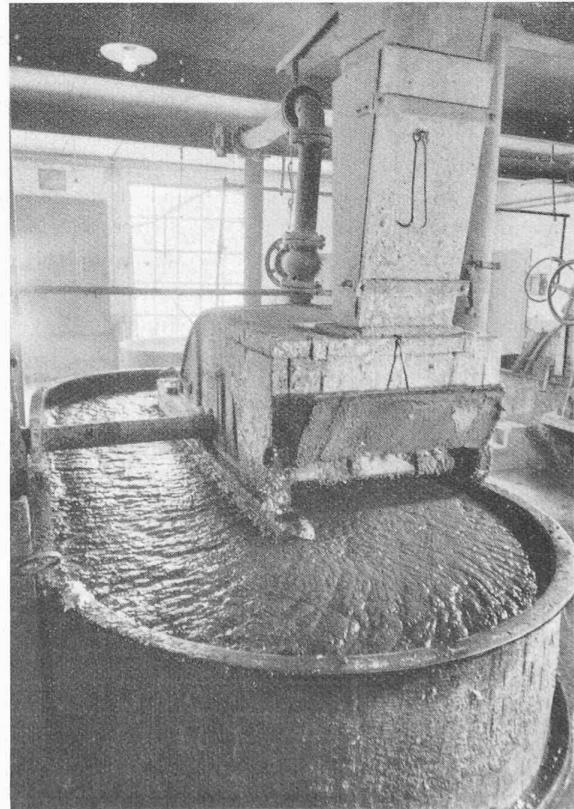


Fig. 6. — Hollander contenant le mélange amiante-ciment et eau.

tôles huilées. Lorsqu'il s'agit de la fabrication d'ardoises, la pile que l'on obtient ainsi est soumise à une forte pression allant jusqu'à 400 atmosphères (fig. 9). La pâte perd environ 10 % d'eau. Cette pression confère aux ardoises, comparées aux autres produits Eternit, la porosité minimum, la plus grande résistance mécanique et insensibilité aux intempéries. Pour les plaques planes, au contraire, on désire conserver une plus grande porosité, car elle augmente leur pouvoir isolant. C'est pour cette raison que la pression est généralement supprimée. Environ 24 heures après la mise en couches, la prise du ciment est terminée, les ardoises et plaques peuvent être sorties des tôles. Il va sans dire que le durcissement du ciment continue. Au bout de 4 semaines, l'Eternit est prêt à être expédié. Mais des essais faits avec des tuyaux ont montré, qu'au cours des années, la résistance de l'Eternit s'accroît encore de plus de 35 %.

Pour obtenir les ardoises et les plaques grises, il ne reste plus qu'à couper l'Eternit aux formats voulus, ce qui se fait à l'aide d'estampeuses et de meules à émeraude. Mais la plus grande difficulté que l'on rencontre dans la fabrication des ardoises est celle de leur coloration. Le procédé primitif consistait à ajouter des couleurs à la pâte pendant l'opération du mélange dans le hollander. Le résultat fut très peu encourageant. Le ciment enlevait en effet tout éclat à la couleur. On obtenait seulement des tons ternes et grisâtres. Puis les efflorescences, qu'on ne peut entièrement éviter — l'Eternit étant un produit poreux à base de ciment —, ont souvent nui à l'aspect de ces ardoises. Aujourd'hui, l'addition de couleurs à la pâte ne se fait que comme procédé de coloration auxiliaire ; les efforts des fabricants d'Eternit, par contre, ont tous été dirigés vers la recherche d'un enduit coloré notamment à base de chloride de fer. Malgré les progrès incontestables réalisés par ce procédé au cours des années, les grandes difficultés rencontrées n'ont jamais été entièrement surmontées. Ces enduits doivent résister aux intempéries et ne pas laisser traverser les efflorescences. Quiconque a déjà observé la neige gelée glisser d'un toit en rabotant la couverture, a pu se rendre compte combien un enduit doit adhérer

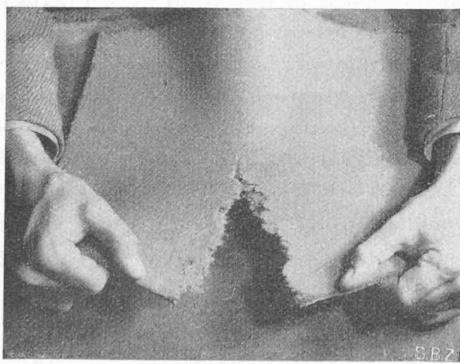


Fig. 8. — Feuille fraîche d'Eternit montrant sa plasticité et l'armature des fibres d'amiante.

(Cliché « Schweizerische Bauzeitung »)

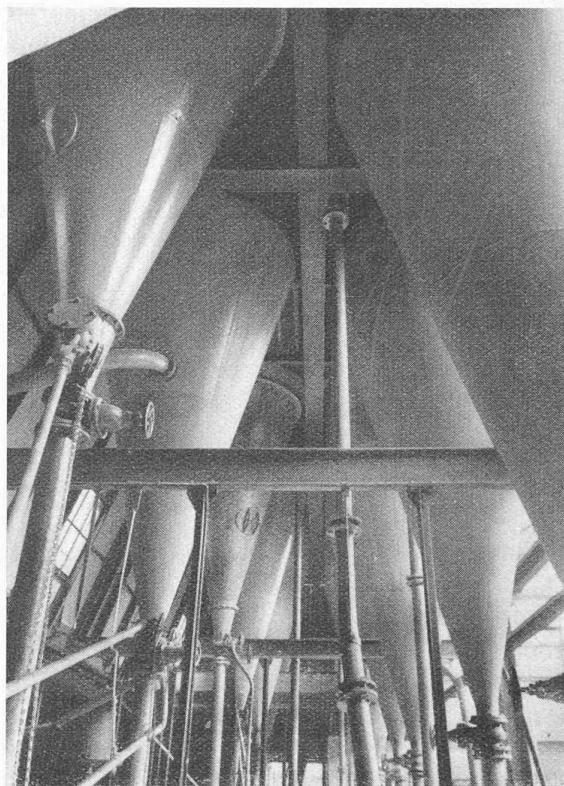


Fig. 7. — Cônes de décantation de l'eau récupérée.

à une ardoise pour ne point céder. De même pour empêcher toute efflorescence, il faut un enduit sans aucun pore.

Ces conditions n'ont été remplies qu'avec un procédé entièrement nouveau, appelé type 35, qui consiste à

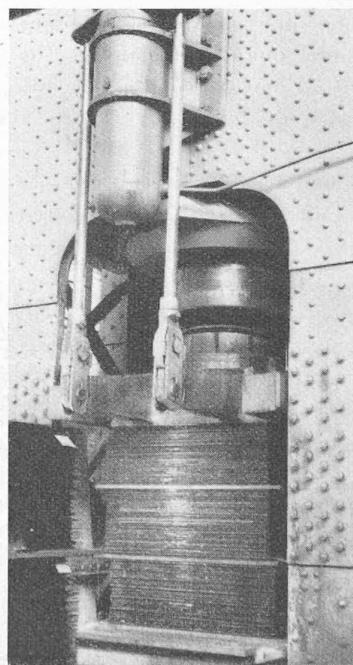


Fig. 9. — Presse hydraulique servant à évacuer l'eau.

mélanger aux couleurs des matières à point de fusion relativement bas. Les ardoises sont alors passées au four électrique d'où elles ressortent émaillées. Cet émail est excessivement dur et ne peut être enlevé même par grattage avec une palette métallique. Pendant la fusion dans le four, les pores se ferment hermétiquement, en sorte que les efflorescences ne peuvent plus se produire.

Les premières toitures recouvertes avec ces ardoises type 35, l'ont été en 1934, à Niederurnen. Elles n'ont point changé depuis, leurs tons chauds n'ont rien perdu de leur premier éclat.

La coloration des *plaques planes* s'est heurtée aux mêmes difficultés que celles des ardoises. Elles sont toutefois généralement moins exposées aux intempéries, par contre, les exigences quant à leur ton et à leur brillant sont plus grandes. Le nom de plaques d'*« Eternit émaillé »*, telles qu'elles furent fabriquées dès le début, c'est-à-dire à partir de 1920, n'est pas tout à fait justifié. L'enduit coloré est appliqué sur les feuilles fraîches sortant de la machine à carton, et le procédé rappelle plutôt le « *fresco* » qu'un émaillage. Les plaques émaillées *spéciales*, par contre, dont la fabrication a commencé en 1938, portent leur nom à juste titre. Leur coloration est appliquée sur des plaques ayant déjà fait leur prise et correspond à celle des ardoises type 35, notamment en ce qui concerne le durcissement au four électrique, naturellement avec les soins nécessaires pour obtenir une surface brillante.

#### Les plaques ondulées.

Les premières plaques ondulées ont été fabriquées à Niederurnen en 1912, sur la proposition d'un revendeur pour les exportations. Par la suite, de grandes quantités ont été vendues dans les colonies. Les feuilles fraîches sortant de la machine à carton sont posées sur des tôles en acier avec une ondulation calibrée (fig. 10). Elles y restent pendant 24 heures, comme les ardoises, mais il n'est pas possible de les passer ensuite sous la presse hydraulique.

Les plaques ondulées en Eternit sont l'exemple d'un produit dont l'introduction sur le marché a été très

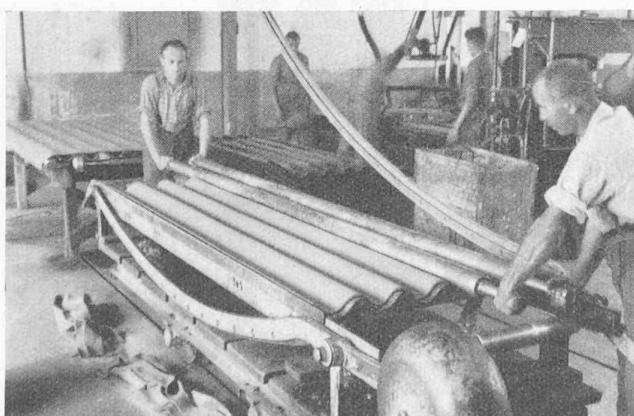


Fig. 10. — Moulage d'une plaque ondulée.

longue. Connues dès 1912, elles n'ont trouvé un emploi général, en Angleterre, qu'à partir de 1920 et en Suisse seulement depuis 1932. Il y a différentes raisons qui expliquent ce retard ; la première était la question du prix. Les producteurs de tôles ondulées baissèrent leurs prix de façon à rendre la concurrence presque impossible. Puis, on fabriqua d'abord uniquement des plaques à petites ondes avec un rayon de courbure si réduit que la structure de la pâte était dérangée lors du façonnage de l'ondulation sur la tôle ; en outre, ces plaques ondulées ne pouvant être soumises à une forte pression, leur porosité est sensiblement plus grande que celle des ardoises qui, au point de vue résistance aux fortes intempéries, comme par exemple en haute montagne, leur sont nettement supérieures. Dans ces conditions, les ondulées furent longtemps considérées comme un produit de deuxième qualité qu'on ne pouvait recommander dans notre pays.

L'Eternit est un matériau dont la résistance à la traction et à la flexion est remarquable. Cependant, cette qualité est restée inaperçue tant que l'on se bornait à fabriquer des plaques planes de petites épaisseurs. C'est seulement l'ondulation, donnant à la plaque Eternit un grand moment d'inertie, qui révéla le pouvoir portatif considérable de l'amianto-ciment. Une plaque Eternit à grandes ondes de 6 mm d'épaisseur, avec une portée de 1,0 m par exemple, supporte une charge de rupture, uniformément répartie, de 1700 kg/m<sup>2</sup>. Cette idée de l'ondulation, qui avait déjà porté ses fruits dans l'industrie de la tôle, aurait dû, semble-t-il, mener plus rapidement à un résultat. Il n'en fut pas ainsi. C'est que, pendant de longues années, on n'a pas apporté à sa réalisation le soin nécessaire ; on s'est borné tout simplement à imiter la tôle, tant en ce qui concerne la fabrication que la pose de ce produit. Pour obtenir un meilleur succès, il fallut se détacher de cet exemple. On a d'abord eu recours à la plaque à grandes ondes avec un rayon de courbure suffisamment grand pour éviter toutes difficultés pendant le mouillage. Puis, on s'est efforcé de sécher la pâte autant que possible sur la machine à carton. On n'arrivera jamais à une évacuation de l'eau aussi complète qu'avec les grandes presses hydrauliques ; mais en réglant l'épaisseur de la pellicule, et en perfectionnant l'aspirateur, on obtient néanmoins une pâte suffisamment sèche permettant la fabrication de plaques ondulées de qualité irréprochable. Un soin nouveau fut apporté lors du montage. Contrairement à la tôle, qui est très mince, l'Eternit ondulé a une épaisseur de 6 mm qui ne peut pas être négligée. Pour tenir compte de ce fait, les ondulations des bords de la plaque ont une autre forme que celles du milieu. Avant la pose, il importe de procéder à un lignage exact et, aux points de jonction de quatre plaques ondulées, il faut couper les angles des deux plaques intermédiaires. Enfin, on a procédé à la fabrication de toute une série de pièces spéciales pour les faîtières, les raccords aux murs et aux gouttières.

Toutes ces difficultés aplanies, les ondulées se sont

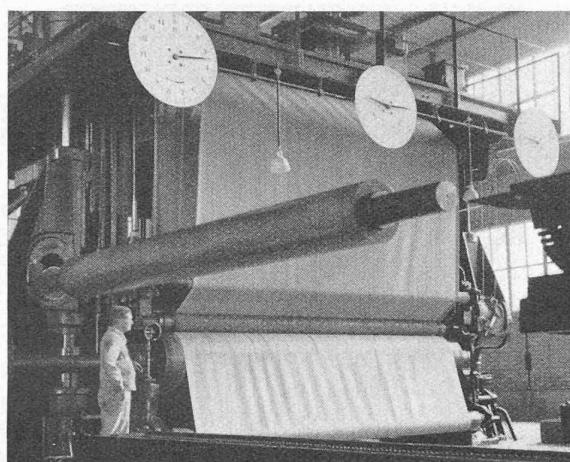


Fig. 11. — Machine pour la fabrication des tuyaux système Mazza.

révélées être un matériau très apprécié pour les toitures et les revêtements de façades. Pour ces dernières, on emploie encore les feuilles à petites ondes, les raccords aux fenêtres et portes étant plus faciles à réaliser. Aux toitures et aux façades de grande surface, par contre, sont aujourd'hui réservées les plaques à grandes ondes.

Il est possible de colorer les plaques ondulées selon le même procédé type 35, c'est-à-dire avec des couleurs durcies au four électrique, comme pour les ardoises.

### Les tuyaux Eternit.

Il y a pour la fabrication des tuyaux des procédés qui partent de la machine à carton comme ceux qui sont appliqués pour tous les autres produits Eternit. Ce n'est cependant qu'avec une machine spéciale (fig. 11), inventée par A. Mazza, qu'on arriva aux résistances et à l'imperméabilité qui caractérisent les tuyaux Eternit d'aujourd'hui. Le mérite de cet ingénieur italien consiste à avoir trouvé un moyen efficace de diminuer l'excès d'eau dans la fabrication des tuyaux par une pression exercée durant la formation du tube (fig. 12). Pour apprécier cette invention à sa juste valeur, on doit considérer la grande difficulté qu'il a fallu vaincre. Lorsqu'on comprime la pâte fraîche avec une forte presse hydraulique pour en évacuer l'eau, il est inévitable que la diminution de l'épaisseur de la plaque soit accompagnée d'un allongement correspondant. Ce n'est qu'un petit inconvénient pour les plaques qui sont coupées après la prise au format voulu. Mais pour les tuyaux, l'allongement de la paroi signifie en même temps la dilatation du tube qui n'épousera plus la forme du mandrin en acier, sur lequel il a été enroulé. Au lieu de rester rigoureusement circulaire, il deviendra ovale. On appelle ce phénomène : le calandrage des tuyaux.

Si le procédé Mazza est le seul qui demande une machine spéciale pour la fabrication d'un produit Eternit, une comparaison des figures 12 et 2 ne démontre pas moins clairement que la machine Mazza n'est qu'une dérivée de la machine à carton. Toute la partie inférieure

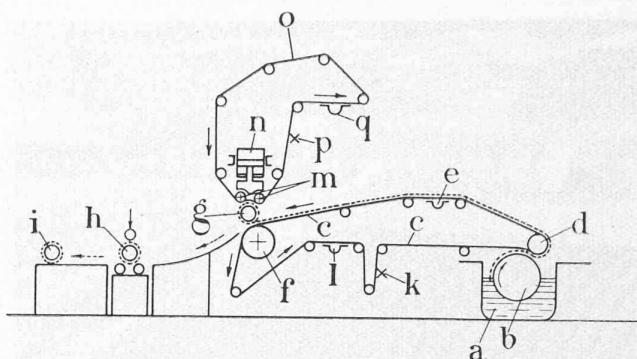


Fig. 12. — Schéma de la machine Mazza :

a) Bac à matière. — b) Cylindre tamiseur. — c) Feutre inférieur — d) Cylindre presseur. — e) Aspirateur. — f) Cylindre entraîneur. — g) Mandrin du tuyau. — h) Mandrin avec tuyau frais au calandrage. — i) Mandrin avec tuyau détaché. — k) Batteur. — l) Aspirateur de rinçage. — m) Galets d'attaque du feutre supérieur. — n) Cylindre hydraulique exerçant une pression sur le tuyau en formation. — o) Feutre supérieur. — p) Batteur du feutre supérieur — q) Aspirateur de rinçage du feutre supérieur.

n'est qu'une machine à carton dont le cylindre à format est remplacé par le mandrin, sur lequel le nouveau tuyau est enroulé. Le système de tension et de réglage, au retour du feutre, est plus développé, ce dernier étant plus difficile à centrer puisque sa largeur est de 4 m au lieu de 1,20 m seulement. Pour obtenir une pellicule très mince, on ne travaille qu'avec un seul bac à matière. La partie essentiellement nouvelle de la machine Mazza est le feutre supérieur *o* pressé contre le nouveau tube par des pistons hydrauliques *n*, monté sur une forte poutre appelée le train de pression. Pour chaque tuyau, on arrête la machine et le train de pression est levé. Un mandrin en acier poli est posé sur le feutre inférieur. Le train de pression est abaissé. La machine est mise en marche, la pellicule s'enroule sur le mandrin tandis qu'une pression d'environ 10 t est exercée sur le tuyau de 4 m de longueur. On s'étonnera qu'une pareille pression ne provoque pas un calandrage du tube pendant sa formation. Mais il faut se rappeler que la pellicule est très mince, 0,2 mm seulement. Par l'aspirateur et par la pression elle est tellement séchée qu'un calandrage, possible avec une pâte humide et plastique, ne l'est plus pour les épaisseurs habituelles des parois. Pour les gros tuyaux d'épaisseurs plus fortes, Mazza a prévu un système de réglage de la pression exercée par les pistons. Ainsi la pression, qui est de 10 t au début, diminue au fur et à mesure que l'épaisseur de la paroi du tube augmente. Le tube fabriqué adhère au mandrin. On l'en détache par un calandrage sur une machine spéciale *h* qui peut être exactement contrôlée. La dilatation du tube y est plus petite qu'un demi-millimètre. Aussitôt que l'on peut tourner le mandrin à l'intérieur du tube, on arrête le calandrage. Le tube fait sa première prise sur son mandrin. Environ six heures après la fabrication, ce dernier peut être enlevé. Le tube frais reste étalé sur un plancher en béton, rigoureusement plan et uni. Vingt-quatre heures plus tard, il est plongé dans un bassin d'eau, où il reste deux à trois semaines. Il importe, en effet, d'en régler et d'en ralentir le durcissement qui, par

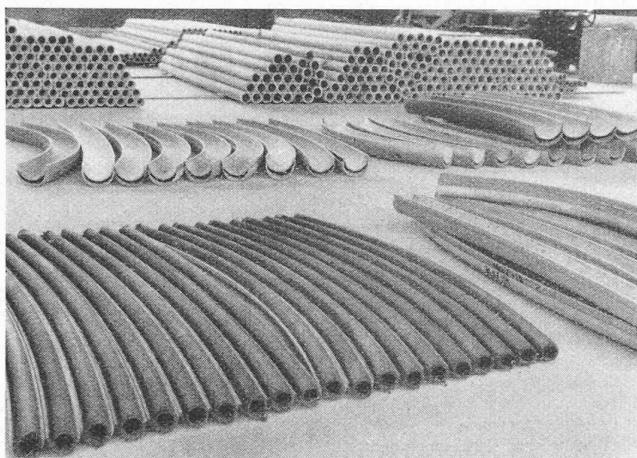


Fig. 13. — Coudes Eternit pour tuyaux en charge dans leurs moules extérieurs.

suite du dosage très riche de ciment que renferme l'Eternit, a tendance à s'effectuer trop rapidement au détriment d'une haute résistance à la traction. Ce traitement dans l'eau augmente aussi l'étanchéité de la paroi du tuyau. Au lieu du rétréissement constaté, lorsque le durcissement s'effectue à l'air, l'eau provoque au contraire le gonflement du ciment, fermant ainsi les moindres pores. En sortant des bassins, le tuyau est coupé à la longueur exacte de fabrication. On enlève les bavures et les extrémités du tube qui ont pu, dans une certaine mesure, échapper latéralement aux effets du train de pression et qui, de ce fait, ont une moindre résistance. Les bouts du tuyau passent enfin au tour qui réduit leur diamètre extérieur au gabarit du joint Gibault. Vingt-huit jours après la fabrication, le tube est soumis à l'essai dans une presse hydraulique allant selon le type du tuyau de 12 à 30 atm. Sur une presse à bras on fait, en outre, encore des essais à la rupture avec des coupures de contrôle. Le type garanti à 24 atm de pression d'essai et qui se vend pour des pressions de service de 12 atm atteint des charges de rupture comprises entre 80 et 100 atm.

Avec la machine Mazza, on peut aussi fabriquer dans une certaine mesure des coudes en Eternit. On enlève le mandrin déjà à l'instant où le tube frais quitte le calandrage. La longueur de 4 m est coupée en deux. Chaque moitié est placée dans un moule extérieur, donnant au tube le rayon de courbure désiré (fig. 13). On fabrique ainsi des coudes de 90° jusqu'au diamètre de 100 mm, alors que les tuyaux de 200 mm de diamètre ne se laissent mouler en coudes que jusqu'à une déviation de 30°. Il est évident que la face extérieure du coude est tendue lors du moulage, alors que l'on comprime la face intérieure. On ne se sert donc de ce procédé qu'au cas où la différence de longueur entre les deux faces ne dépasse pas une certaine limite. Les coudes courts et autres pièces moulées, branchements, changement de calibres, etc., sont exécutés pour les conduites sous pression, en fonte. Les pièces Eternit moulées existant sur le

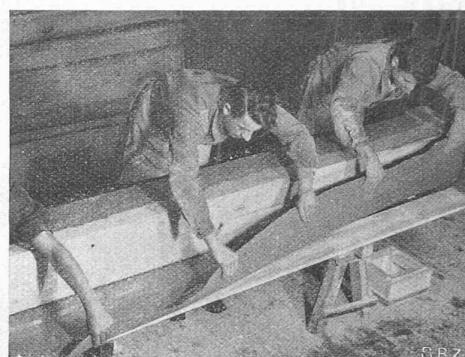


Fig. 14. — Moulage d'un canal de ventilation sur un mandrin intérieur.  
(Cliché « Schweizerische Bauzeitung ».)

marché sont destinées uniquement aux tuyaux sanitaires. Leur fabrication, qui est absolument indépendante de la machine Mazza, est décrite ci-après.

#### Les pièces moulées.

Au début, le moulage ne fut qu'une fabrication auxiliaire. On avait besoin des pièces moulées pour vendre les articles normaux, par exemple les faïtières pour les ardoises, les pièces de raccord pour les ondulées. Les premières pièces moulées indépendantes furent les caissettes à semis, fabriquées en Suisse dès 1914. Plus tard, se sont ajoutées les caissettes et pots à fleur, les tuyaux sanitaires, les porteurs et caniveaux de câbles, les gaines de ventilation, etc.

La première fabrication en grand des pièces moulées s'est faite en Angleterre et aux Pays-Bas. L'air venant de la mer attaque très violemment la tôle galvanisée, c'est la raison pour laquelle l'Eternit ondulé eut son premier succès en Europe dans les îles britanniques. Les bonnes expériences faites avec les plaques ondulées ont amené la fabrication des gouttières et des tuyaux de descente en Eternit avec toutes les pièces spéciales correspondantes. Aujourd'hui, le moulage est considéré comme le rayon de l'industrie de l'Eternit auquel l'avenir réserve les plus grandes possibilités. Le matériau de départ est la pâte fraîche, telle qu'elle sort de la machine à carton. Dans cet état, elle est d'une plasticité remarquable et se laisse très facilement mouler. A l'aide d'un patron, on découpe dans la pâte une pièce dont la forme correspond à la surface développée des pièces à mouler. On se sert de moules intérieurs et de moules extérieurs. Le premier système est employé lorsqu'on tient à une surface intérieure très lisse et exactement calibrée ; le second système, au contraire, se prête mieux aux pièces compliquées dont on ne pourrait sortir que difficilement un mandrin intérieur et dont les dimensions extérieures doivent être rigoureusement respectées. Le moule intérieur se compose généralement de trois parties (fig. 14), dont celle du milieu est conique et permet, de ce fait, un démoulage facile. Le moule extérieur (fig. 15) se fait en deux parties (pour les pièces compliquées, il en faut trois ou quatre) que l'on peut enlever de la pièce durcie comme

une écorce. Ces moules se font en bois, en Eternit ou en métal, selon le nombre de fois qu'ils doivent servir. Pour chaque pièce moulée, il faut faire une ou plusieurs soudures. Les deux bouts de la pâte sont amincis de manière à éviter une surépaisseur de la pièce, puis soudés par un battage très énergique. Pour les grosses pièces on se sert d'un marteau pneumatique ; les petites pièces sont tra-vaillées à la main, parfois avec des outils de forme spé-ciale, surtout pour les modèles élancés avec une petite ouverture. La surface frappante du marteau est très rugueuse pour bien malaxer la pâte (fig. 16). De cette manière, on obtient un enchevêtrement des fibres d'amiante si complet que la résistance d'un joint bien exécuté atteint parfaitement celle de la section normale et, qu'après la prise, le joint ne peut plus être distingué.

Il faut, pour le moulage, une pâte contenant beaucoup d'eau puisqu'on la veut plastique. En conséquence, on ne peut pas prétendre à des résistances telles qu'on les obtient avec la machine Mazza. Elles varient d'ailleurs selon la forme de la pièce. Si celle-ci est simple, la résistance sera plus grande. Une forme compliquée, par contre, qui demande des additions d'eau au cours du moulage, sera sensiblement plus délicate.

Le moulage de l'Eternit nécessite une organisation spéciale, car tout le travail doit être terminé en une ou deux heures à partir du moment où la pâte a quitté la machine à carton, c'est-à-dire avant la prise du ciment. Pour des grandes pièces, il faut souvent trois ou quatre hommes pour achever le travail sans détruire la struc-ture de l'Eternit pendant son durcissement.

Si nous comparons ce procédé avec le travail d'une fonderie, on peut résumer la différence des deux méthodes comme suit : L'Eternit est moulé et la fonte est coulée. Il en résulte aussi une différence très marquée entre les deux produits. L'épaisseur de la paroi d'une pièce Eternit est constante, puisqu'elle est moulée avec une plaque d'une seule épaisseur. Il est possible de prévoir des renforcements, par exemple en doublant l'épaisseur

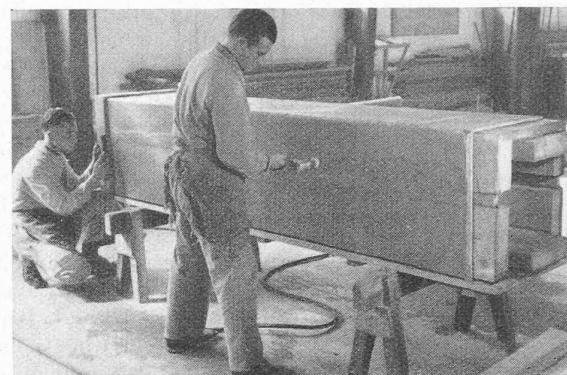


Fig. 16. — Soudure exécutée avec un marteau pneumatique.

en certains points par la superposition de deux couches de la plaque. La fabrication d'une pièce en fonte permet des changements graduels de section selon les fatigues prévues, ce qui n'est pas le cas avec le moulage Eternit. Par contre, il se produit dans une pièce de fonte des tensions très considérables, résultant des différences de température pendant le refroidissement de la pièce, après la coulée, difficulté absolument inconnue avec l'Eternit. Ce qui est commun aux deux industries, c'est le fait qu'il faut des études soignées et une grande expé-rience pour déterminer les formes les plus adaptées assurant à chacun de ces matériaux son utilisation optimum.

Pendant les quarante ans de son évolution, l'industrie de l'Eternit, grâce aux excellentes qualités de ce matériau, occupa une place très respectable dans plusieurs branches de la construction, soit comme matériau de couverture et de revêtement, soit dans le domaine des tuyauteries et canalisations. Tout porte à croire que ce développement est loin d'être à son terme. L'avenir lui réserve sûrement encore d'autres applications, notam-mment dans la section du moulage.

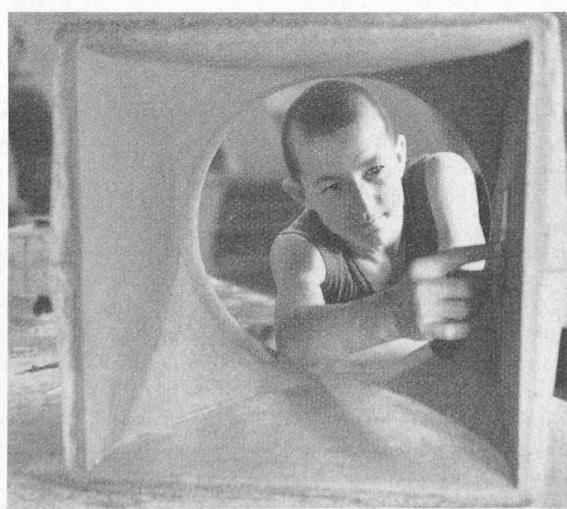


Fig. 15. — Travail dans un moule extérieur.

## Un exemple d'urbanisme dans le passé : Carouge

par MARCEL-D. MUELLER-ROSSELET,  
architecte S. I. A.

Certaines villes furent, à un moment donné de l'Histoire, créées de toutes pièces, de par la volonté d'un prince, pour servir à des fins politiques. Telle est l'origine d'Aigues-Mortes, par exemple, qui naquit sur le désir de saint Louis. On peut encore citer Richelieu, Henrichemont, Charleville et à l'époque moderne Washington, Canberra, Ankara. La fortune de ces villes, artificielles en somme, fut diverse et s'il en est qui prospérèrent, il en est d'autres, par contre, qui dépérissent rapidement ou demeurent des bourgades, n'arrivant jamais à jouer le rôle auquel on les avait destinées primitivement.

En Suisse, nous avons deux exemples connus de cités créées au moyen âge, qui sont Berne et Fribourg, fondation des Zähringen, puis, à une époque plus proche, Carouge. Ce bourg présente un exemple relativement récent d'une agglomération édifiée de toutes pièces et qui, si elle ne réussit pas à