

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 90 (1964)  
**Heft:** 12: Exposition nationale, Lausanne 1964, fascicule no 3

**Artikel:** L'automatisation des installations de fabrication des flans par coulée continue en bande  
**Autor:** Altenpohl, D. / Hulst, J. von  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-66990>

### **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:** 10.01.2026

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

nécessaires pour la surveillance et la protection. Pour le transformateur de courant, type TMBRh 750, il s'agit d'un transformateur à deux éléments en cascade fournissant, suivant le principe même du transformateur, un courant proportionnel au courant circulant en ligne. Par un dimensionnement approprié des noyaux magnétiques du transformateur on arrive, même pour des processus à déroulement rapide, à un comportement correspondant à celui d'un transformateur à un seul élément. L'erreur sur le courant est inférieure à 0,5 %.

Le transformateur de tension comprend quatre éléments à noyau cylindrique rectiligne en cascade, comme le révèle la division de la porcelaine. Ce transformateur de tension garantit aussi un fonctionnement irréprochable des relais rapides de protection.

La division des transformateurs en éléments suivant le principe de la boîte de construction présente les avantages d'un transport plus aisé, d'essais plus faciles au laboratoire à haute tension, les éléments pouvant également être assemblés pour constituer des transformateurs pour une tension nominale plus faible. Les problèmes d'isolation qui sont ici aussi essentiels sont résolus par une étude soignée de la distribution du potentiel le long du transformateur.

Le *diviseur de tension* qui a encore été ajouté et qui a été fabriqué par Micafil fonctionne suivant le principe de la division capacitive de la tension. Il ne s'agit donc pas ici d'un transformateur à proprement parler. Il est de structure plus simple, également meilleur marché à l'achat et est souvent employé pour cette raison dans les installations à très hautes tensions. Il n'offre pas par contre la même précision que le transformateur de tension précédemment décrit (surtout pour les phénomènes transitoires).

Le sectionneur-pantographe avec son contact fixe suspendu verticalement à son aplomb complète l'installation exposée. Le sectionneur est toujours manœuvré hors courant. On notera le faible encombrement occupé au sol qui se répercute favorablement sur la conception générale de l'ensemble d'un poste qui comporte un grand nombre de sectionneurs.

Pour les connexions entre les appareils dans les postes et de même entre ceux qui sont exposés, on a employé des conducteurs en faisceau afin d'éviter l'effet de couronne et la création de parasites radiophoniques. On a ainsi monté en parallèle avec un écartement de 400 mm deux tubes en aluminium de 56 mm de diamètre extérieur. Sur les lignes aériennes on utilise, pour

les très hautes tensions, des faisceaux de quatre conducteurs en câble d'aluminium.

Une *protection électronique de distance*, qui exploite comme grandeurs d'entrée les valeurs fournies par les transformateurs de mesure, est également raccordé à l'installation à 750 kV. Dans les systèmes de transmission, la protection de distance commande en cas de défaut sur une section donnée de la ligne, l'élimination de la section en cause. L'ordre de déclenchement est donné en fonction de la distance à l'emplacement du défaut, si le défaut se trouve dans la section immédiatement avoisinante, l'ordre de déclenchement est envoyé dans le délai le plus bref. Pour la protection de distance employée ici cette durée est de

13 ms pour tous les défauts à la terre et les courts-circuits triphasés ;

25 ms pour les courts-circuits entre deux phases sans mise à la terre.

Compte tenu de la durée d'ouverture du disjoncteur pneumatique, on atteint des temps totaux de déclenchement de quelque 50 à 60 ms, ce qui est particulièrement intéressant.

#### Démonstrations effectuées sur l'installation à 750 kV

Dans le poste à 750 kV de l'Exposition nationale, la protection de distance est surtout prévue à des fins de démonstration. Comme on le note dans la vue d'ensemble sur la figure 1, on a installé après le sectionneur pantographe un éclateur vertical muni d'un écran assurant la protection contre l'éblouissement. Un canon pneumatique projetant en l'air, à tension réduite, un fil fin entre les sphères de cet éclateur amorce un arc. Celui-ci d'une longueur de plus de 6 m est très impressionnant. Dans certains cas, on le laisse durer deux secondes, dans d'autres il est détecté par la protection de distance et éliminé en quelque 50 ms par le disjoncteur pneumatique, ce qui démontre de façon très expressive l'efficacité de la protection de distance combinée à des disjoncteurs pneumatiques ultrarapides.

Le fait qu'il soit nécessaire de réduire la tension au cours de cet amorçage provoqué vient de la charge trop élevée qui serait autrement appliquée au réseau d'alimentation. Le dispositif de commutation et le transformateur intermédiaire nécessaire pour la réduction de la tension se trouvent dans la sous-station Expo des Services de l'électricité de la Ville de Lausanne, située à quelque 500 m de là, d'où un câble à 50 kV assure la liaison avec le poste exposé.

## L'AUTOMATISATION DES INSTALLATIONS DE FABRICATION DES FLANS PAR COULÉE CONTINUE EN BANDE

par MM. Dr D. ALTENPOHL et J. von HULST, de l'Aluminium Suisse S.A.

### 1. Introduction

Lors de la fabrication d'emballages en aluminium, tels que boîtes et tubes, il est absolument indispensable que les pièces de départ soient produites à des prix de

revient suffisamment bas pour permettre au métal léger de supporter la concurrence des autres matériaux généralement utilisés. C'est pourquoi, ces dernières années,

différents procédés ont été proposés, permettant tous de fabriquer à bon marché les flans destinés au filage par choc. Un procédé particulièrement avantageux consiste en l'utilisation de bandes coulées de façon continue, laminées sitôt après solidification et estampées directement après laminage.

Cette méthode très économique permet à la fois d'assurer une bonne constance dans la qualité et le maintien des tolérances imposées. Une telle installation, fortement automatisée, permettant la fabrication de flans à partir de l'aluminium en fusion est présentée pour la première fois au public à l'Exposition nationale.

Cette installation se compose principalement d'une machine à couler, de deux laminoirs et d'une machine à estamper; son fonctionnement est réglé automatiquement. La production mensuelle atteint plusieurs centaines de tonnes, et ceci avec une proportion de main-d'œuvre très réduite.

Cette installation sera décrite plus en détail dans les chapitres suivants.

## 2. Description et principe de fonctionnement de l'installation

### a) Four et machine à couler

Le four est équipé d'une cuve basculante. Il est chauffé au mazout par deux brûleurs.

Ses caractéristiques principales sont :

- contenance de la cuve . . . . . 4,5 t
- capacité de fusion . . . . . 1,1 t/h
- consommation de carburant  
par brûleur . . . . . 60 kg/h

Le chauffage et le maintien à la température de service sont automatiques. Des enregistreurs permettent une surveillance aisée.

Un système mécanique monté sur rail facilite et accélère le chargement des lingots et des déchets. Les charges sont poussées dans le bain par un pilon. Le dosage est assuré par un système hydraulique à commande à bascule.

Les problèmes de propreté posés par l'exploitation dans une tente de toile blanche ont nécessité diverses précautions supplémentaires. C'est ainsi que l'installation présentée à l'Expo est équipée de filtres électrostatiques non prévus dans les réalisations courantes. Des dispositifs d'aspiration sont disposés auprès de chaque élément (four, machine à couler, laminoir) et recueillent toutes les poussières (élimination des mousses du bain en fusion, etc.) et les conduisent à la cheminée du four.

Avant de pénétrer dans le filtre, les gaz de combustion doivent être refroidis de 1050 à 80-100°C. A cet effet, dans le tronçon souterrain du canal des fumées, trois buses pulvérisent les quantités d'eau nécessaires. Les gaz de combustion étant débarrassés à 99 % des particules solides en suspension, il sera même possible de réutiliser les déchets gras produits par la machine à estamper.

La machine à couler se compose essentiellement d'une roue tournante refroidie à l'eau et appuyant en permanence contre une bande de recouvrement. Une rainure ménagée dans la surface de roulement (100 mm de largeur et 17 mm de profondeur) fournit l'espace libre

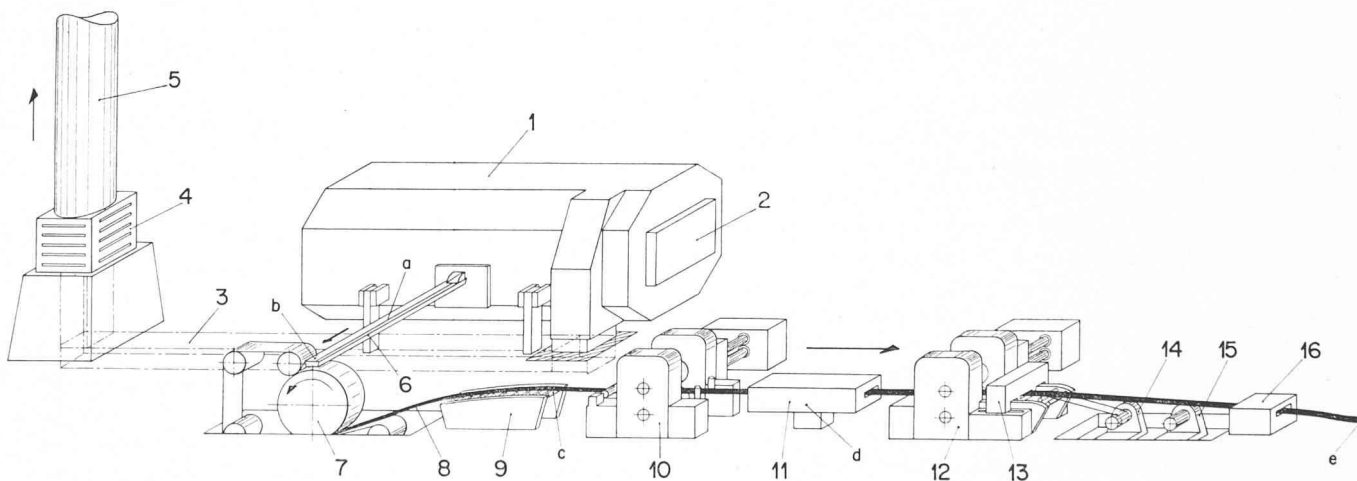
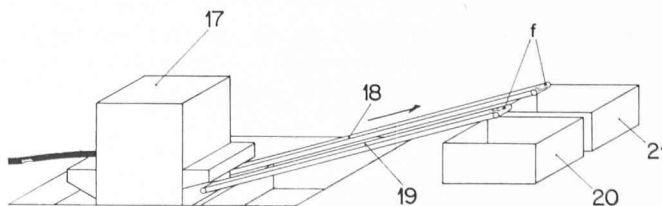


Fig. 1. — Schéma de la machine continue.

1. Four de fusion/coulée.
2. Porte pour charger et nettoyer le four.
3. Canal d'évacuation sous terre.
4. Electro-filtre.
5. Cheminée.
6. Rigole.
7. Machine pour la coulée de la bande d'aluminium.
8. Bande coulée d'aluminium.
9. Synchronisateur de vitesse.
10. Laminoir à chaud.
11. Refroidissement.
12. Laminoir à froid.
13. Cisaille hydraulique.
14. Enrouleur.
15. Dérouleur.
16. Dispositif de traction et de dressage.



17. Estampeuse.
18. Bande transporteuse pour rondelles.
19. Bande transporteuse pour déchets.
20. Récipient pour les déchets.
21. Récipient pour les rondelles.

nécessaire pour la coulée<sup>1</sup>. La vitesse de coulée est réglée par le personnel de surveillance ; en général elle est maintenue constante durant toute la durée de marche.

L'aluminium en fusion, après le temps d'attente habituel et le traitement usuel, parvient à la machine à couler par une rigole. Cette dernière qui est très bien isolée ne nécessite ni chauffage ni entretien particulier. Le métal est déversé entre la roue et la bande de recouvrement par une buse spéciale. Le réglage du débit est laissé aux soins du préposé à l'installation. Cependant, un système automatique nouvellement développé permet de renoncer à une surveillance constante du processus. Dans ce cas, le niveau dans la rigole est mesuré par un système de mesure capacitif n'entrant pas en contact avec le flot de métal liquide. Le débit est alors maintenu constant par variation de l'angle de basculement du four. Lorsqu'en cas de nécessité la rigole doit être vidée rapidement, son contenu est déversé dans un réservoir. Cette manœuvre s'effectue automatiquement dès que la machine à couler cesse de fonctionner par suite de manque de courant par exemple. On évite ainsi que le métal en fusion puisse déborder.

Les surfaces de contact de la roue et de la bande de recouvrement sont recouvertes d'un film d'une solution colloïdale de graphite dans l'eau. Le renouvellement de ce film est commandé à intervalle régulier par le personnel de surveillance, et cela par action manuelle depuis le pupitre de commande.

La bande d'aluminium produite qui s'est solidifiée sur un demi-tour de la roue est conduite au laminage à chaud. (La température de sortie varie entre 400 et 480°C, suivant la vitesse de coulée.) Au préalable, ses dimensions sont déterminées par un palpeur, lequel, par potentiomètre, règle la vitesse de laminage.

#### b) Laminage à chaud et refroidissement

Le laminoir est du type duo. Il est équipé de cylindres de 305×305 mm. La puissance maximale du système d'entraînement est de 135 CV.

Les cylindres sont refroidis intérieurement et extérieurement par des émulsions. Un réservoir de 5000 l a été prévu à cet effet. Les émulsions sont toujours maintenues à la température voulue. Au démarrage, elles sont chauffées à environ 80°C par un chauffage électrique, alors qu'en service, elles sont refroidies par un serpentin à eau. Lors du passage au laminoir (aux environs de 450°C), l'épaisseur de la bande est réduite de 17 à 7 mm. Cette dernière est ensuite trempée dans une cuve où sa température est abaissée à 20°C, température du laminage à froid. La vitesse du laminage à froid est réglée par un cylindre flottant, utilisé également pour plier la bande lors de son passage sous l'eau, dans la cuve de refroidissement. Les mouvements du cylindre flottant sont retransmis électriquement par un potentiomètre.

#### c) Laminoir à froid et cisaille

Le laminoir à froid ne se distingue en rien du précédent. Il peut donc également servir au laminage à chaud.

Dans ce cas, l'huile de lubrification est remplacé par des émulsions.

La puissance du système d'entraînement est de 135 CV. L'écrouissage peut atteindre jusqu'à 60 %.

L'épaisseur finale de la bande varie généralement entre 3 et 6 mm. L'installation présentée à l'Expo livrera des bandes de 4 mm d'épaisseur, ce qui correspond à un degré d'écrouissage de 40 % environ. Il en résultera une vitesse de sortie de la bande de 14,2 m/min.

À la sortie du laminoir à froid, une cisaille découpe les bandes en tronçons de 1 m de longueur environ. La force de coupe atteint 50 t. La commande est soit automatique, soit manuelle.

Il est également possible d'enrouler les bandes sur une bobine (I), ou de les conduire directement à la machine à estamper (II).

#### d) Différentes possibilités de conservation des bandes laminées

Les bandes laminées peuvent être conservées sous forme de rouleaux. Pour ce faire, à la sortie du laminoir à froid, la bande est conduite sur une bobine d'enroulement. Dès que le diamètre maximal est atteint, un contact actionne la cisaille et par un système hydraulique libère le rouleau ainsi formé. Ce processus se répète indéfiniment. Le poids d'un rouleau atteint 250 kg environ (en usine, lors de la fabrication de bandes de grande largeur, cette valeur peut s'élever jusqu'à 1000 kg environ).

La manutention des rouleaux se fait par monorail.

#### II. Estampage en continu

En service normal, les bandes fabriquées à l'Expo sont conduites directement à la machine à estamper sans être ni découpées, ni enroulées. Elles sont dressées par un dispositif spécial, servant également à assurer une certaine tension à la sortie du laminoir, puis conduites jusqu'à l'outil.

Le dressage est également indispensable dans le cas de l'utilisation de bandes enroulées.

La vitesse de travail de la machine à estamper est réglée par le déplacement vertical de la bande qui effectue une boucle avant d'atteindre l'outil. Des contacts électriques placés aux points extrêmes donnent les impulsions nécessaires.

#### e) Machines à estamper

La machine à estamper est destinée à la fabrication des flans. Elle est entièrement automatisée. Sa force de coupe est de 120 t. Elle peut réaliser jusqu'à 180 coupes par minute. L'avance maximale atteint 100 mm par coupe.

Avant de pénétrer dans l'outil, la bande est lubrifiée sur ses deux faces avec une huile spéciale. Sa vitesse de déplacement est réglée de façon très précise. Elle peut atteindre jusqu'à 18 m/min.

Avec de grandes largeurs de bande, il est sans autre possible de fabriquer plusieurs flans par coupe. L'installation visible à l'Expo n'en fabriquera toutefois qu'un. Il sera ainsi possible de pallier à l'apparition de trop fortes vibrations.

Les flans et les déchets sont évacués par deux bandes transporteuses. Ils sont ensuite stockés dans des caisses.

Le nombre de flans fabriqués ainsi que le poids des caisses pleines sont déterminés automatiquement par cellules photoélectriques.

<sup>1</sup> Pour des installations destinées exclusivement à la production, la largeur varie entre 150 et 300 mm, la profondeur entre 16 et 25 mm.

f) *Commandes électriques*

Les vitesses variables de coulée et de laminage sont contrôlées par une commande électronique agissant sur les moteurs d'entraînement correspondants. Ceux-ci travaillent à couple constant, par réglage de la tension. Les moteurs d'enroulement, par contre, sont maintenus à puissance constante quel que soit le diamètre d'enroulement de la bande. Le réglage de la tension est obtenu par la commande des grilles des redresseurs, au moyen de générateurs d'impulsions simples et en dent de scie. Ces générateurs d'impulsions sont alimentés à une tension stabilisée, et par l'intermédiaire d'un potentiomètre permettant un ajustage manuel et de la vitesse. La vitesse de laminage est contrôlée par un circuit auxiliaire tachymétrique. Le système potentiométrique des circuits de réglage individuels est conçu de telle façon que la synchronisation soit maintenue pendant les périodes d'accélération du train de laminage.

g) *Durée de travail de l'installation à Lausanne*

Pour la durée de l'exposition, l'installation fonc-

tionnera cinq heures par jour, soit deux heures le matin et trois heures l'après-midi. Le four sera chargé durant les interruptions, permettant ainsi au public d'assister aux préparatifs précédant la fusion du métal.

h) *Résumé*

L'Expo de Lausanne présentera une installation permettant en trois minutes, à partir de l'aluminium en fusion, de fabriquer les flans destinés au filage par choc. Le métal sera tout d'abord transformé par coulée continue en une bande de 17 mm d'épaisseur, laquelle en deux passes de laminage sera ramenée à 4 mm d'épaisseur, avant d'être conduite à la machine à estamper. Il sera ainsi possible au public de constater les progrès réalisés sur le plan de l'automatisation et de l'économie.

L'importance sans cesse croissante de l'aluminium dans la fabrication des emballages permet de supposer que de telles installations rendront d'utiles services aux deux industries touchées, de l'aluminium et des emballages.

## BIBLIOGRAPHIE

**Trois maîtres de l'architecture (Drei Meisterarchitekten): Le Corbusier, Mies van der Rohe, Frank Lloyd Wright**, par Peter Blake, avec 102 illustrations. R. Piper et Co, éditeurs, Munich 1962.

« Le Corbusier est le plus grand architecte du monde » vient de déclarer, récemment, M. André Malraux. Sans doute a-t-il voulu dire, par là, qu'il est le plus réputé dans le monde et que son influence dépasse celle de tout autre maître à bâtir. « Nul n'est prophète dans son pays »; là aussi, Le Corbusier dépasse le dicton, car il a deux pays (la Suisse et la France, pays d'origine et pays d'adoption) et tous deux n'ont pas manqué de le reconnaître dans toute sa valeur en lui confiant commandes, achats, distinctions.

Son renom est immense. Aussi vient-on à se demander si le monde, dont l'ignorance, l'oubli et l'indifférence sont notoires, a été subitement éclairé par l'apparition de cet être hors pair y reconnaissant enfin cette infailibilité si contestée dans d'autres cas, ou bien si ce sont les moyens de propagande, de diffusion et de publication qui ont doué l'humanité d'une connaissance nouvelle lui permettant de pénétrer rapidement les mystères du génie. François Sagan serait alors, dans la littérature, le plus grand auteur, car le tirage de ses ouvrages atteint des chiffres considérables; Brigitte Bardot, dans le cinéma, la plus grande actrice, car nul n'ignore aucun de ses aspects et les recettes sont au comble; Johnny Hallyday dépasserait, dans les chanteurs, Caruso ou Chaliapine, atteignant une notoriété jamais acquise par ceux-ci.

Peut-être aussi est-il un demi-dieu environné de prestige et dont Blake soigne et entretient la légende. D'ailleurs, non content de se servir du pseudonyme, inventé par le peintre Ozenfant, il s'approche de l'idole en lui prêtant d'une manière incantatoire et insistante le diminutif familier de « Corbu ».

Guillaume II, empereur allemand, avait de semblables privautés avec le bon Dieu.

Mieux vaudrait, en toute objectivité, déclarer l'universalité du maître par l'universalité de son œuvre qui englobe l'urbanisme, l'architecture, la peinture, la sculpture, la tapisserie et le mobilier plutôt que de l'entourer de propos dithyrambiques qui finiront par altérer la valeur intrinsèque de créations qui ne doivent nullement redouter le jugement du temps et des gens.

Mies van der Rohe, architecte allemand, que l'on

incorpore maintenant à l'Amérique du Nord est, à son tour, qualifié de génie parmi les génies. La juste mesure, qui est une des vertus de l'art, ne lui est point accordée. Il excède celle-ci et atteint une singulière dimension. Sans doute parvient-il à publier des œuvres d'une grande distinction, d'une finesse subtile et d'une pureté technique très appréciable. Il n'en reste pas moins que, à force de simplifications extrêmes, il épuise progressivement l'art de bâtir jusqu'à en livrer un schéma constructif qui n'aura de durée que dans la mesure où dureront les procédés. Personne ne niera l'appropriation de cette architecture à la technique actuelle; mais qui saurait en dénoncer d'emblée la valeur permanente?

Or, pour être déclaré maître, il faut que l'artiste apporte un enseignement qui demeure valable au-delà d'une période donnée au risque de confondre art et virtuosité, style et mode.

Frank Lloyd Wright, au contraire, a passé sa longue vie, car il était de loin l'aîné des deux autres architectes, à lutter contre l'opinion. Sa réputation a été longue à se répandre, les commandes lentes à venir. Contesté et combattu, ce n'est qu'au soir de sa vie qu'il a vu le consentement se faire autour d'une œuvre dont l'invention, la recherche et l'originalité étaient les qualités éminentes. La richesse de ses plans, la liberté de l'agencement des volumes et la rigueur de ses lignes possèdent la marque du grand créateur. Et il se peut que ce ne soient que les générations futures, qui peu à peu accorderont à l'œuvre de Wright, foncièrement innovatrice, toute son importance, dont lui-même était très pénétré, au point qu'il aurait jugé inopportun d'être confronté, dans la même publication, avec d'autres architectes puisqu'il trouvait... « qu'il n'était pas, parmi eux, le plus grand, mais qu'il était le seul ».

Ah! mais qu'il est téméraire, et vain, de supputer lequel est le plus grand, et de réunir trois noms en leur ajoutant l'épithète de maître, terme que précisément Le Corbusier déteste. Il vient à l'esprit bien d'autres noms qui eussent pu prétendre tenir l'affiche et à notre époque il eût été facile de citer Sullivan, Gropius, van de Velde, Neutra, Sert, Aalto et je ne sais lesquels encore, tout en considérant que, pour le public de toujours, ce ne sont pas les noms, mais les œuvres qui demeurent gravées dans l'esprit.

Le monde entier connaît le Parthénon, Sainte-Sophie de Constantinople, la cathédrale de Reims, les œuvres de la Renaissance italienne, le Petit Trianon ou la