

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 29 (1903)  
**Heft:** 6

## Sonstiges

### 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:** 26.01.2026

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

## Divers.

### Excursion technique de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne.

(Suite et fin)<sup>1</sup>.

*Fabrication des tuyaux.* — Passons maintenant à la fonderie pour suivre la fabrication des tuyaux qui occupe spécialement l'usine de Choindez.

Tous les tuyaux, quelle que soit leur grosseur, sont coulés verticalement. Les moules sont formés par une enveloppe en fonte que l'on revêt intérieurement d'un garnissage en sable de fonderie, en ménageant quelques trous pour l'échappement des gaz lors de la coulée. Puis le moule est graphité comme un moule de fonderie ordinaire. Ils sont disposés verticalement, la partie supérieure étant à un mètre au-dessus du niveau de la fonderie, tandis que la partie inférieure pénètre au sous-sol. Dans cette position on les séche en allumant au bas un feu de bois et de coke dans un réchaud, ainsi qu'on peut le voir dans la vue ci-dessous, prise au sous-sol de la fonderie (fig. 16).

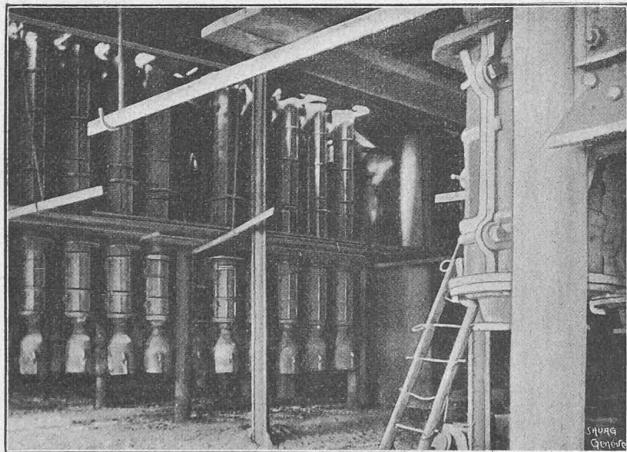


Fig. 16. — Séchage des moules pour tuyaux.

Les noyaux ont une âme en fonte que l'on recouvre de sable pour en former une surface cylindrique bien lisse ; la différence des rayons du noyau et du moule donnant l'épaisseur de paroi des tuyaux. Ces noyaux, graphités comme les moules, sont séchés en les disposant verticalement dans des chambres de chauffage.

On descend ensuite le noyau dans le moule (fig. 17) ; la partie inférieure du noyau est conique, elle vient s'emboiter dans une bride semblable appartenant au moule. Ce dispositif assure un centrage exact du noyau, soit une épaisseur uniforme des parois.

On peut alors procéder à la coulée. Suivant les dimensions et le but des tuyaux elle se fera en employant de la fonte sortant du haut-fourneau et amenée directement par ascenseur et wagonnet depuis une distance de 70 mètres, ou de la fonte de deuxième fusion, fondue au cubilat.

Les tuyaux sont laissés en moule jusqu'à refroidissement, soit pendant 1 à 6 heures environ. Pendant ce temps on coule dans d'autres moules et on en prépare de nouveaux.

La fonderie de Choindez fabrique couramment toutes les dimensions de tuyaux comprises entre 40 et 1200 mm. de dia-

mètre, d'une longueur normale de 2 à 4 m. Elle produit chaque jour environ 3 kilomètres de tuyaux de divers diamètres.

Tous les tuyaux sont essayés sous une pression hydraulique pouvant atteindre 80 atmosphères, afin de s'assurer de leur résistance mécanique et de leur étanchéité.

Pour ces épreuves on place deux plateaux avec garniture étanche aux extrémités du tuyau, et on obtient graduellement la pression d'essai avec une pompe. Pendant que les tuyaux sont sous pression on les frappe avec un petit marteau, ces chocs faisant mieux apparaître les défauts d'étanchéité qui pourraient exister.

Les tuyaux essayés sont ensuite goudronnés à l'intérieur et à l'extérieur et, une fois secs, ils sont prêts à être expédiés.

*Force motrice.* — La force motrice dont dispose l'établissement de Choindez est hydraulique ; elle est fournie par la Birse en trois chutes, dont deux de 10 mètres et une de 8 mètres.

Nous avons déjà mentionné la roue actionnant la machine soufflante. Signalons ensuite une turbine à axe vertical, du type Girard, d'une puissance de 65 chevaux sous 10 mètres de chute. Cette turbine tourne à raison de 60 tours par minute et actionne directement un jeu de trois pompes horizontales à simple effet, dont les manivelles sont calées à 120°. De cette façon la pression, qui est de 61 atmosphères, reste sensiblement constante. Le débit de ces pompes atteint 400 litres par minute. Cette eau sous pression sert à la distribution de force motrice hydraulique pour la manœuvre des grues, ponts roulants, ascenseurs, etc.

L'usine possède en outre différentes turbines pour la commande des ventilateurs des cubilots, les ateliers, la fabrique de ciment et, enfin, pour la production de l'énergie électrique pour l'éclairage et quelques moteurs.

*Fabrique de ciment.* — Depuis plusieurs années (1882) l'usine de Choindez utilise le laitier du haut-fourneau pour la préparation de ciment par son mélange avec de la chaux.

Grâce à la situation privilégiée de l'usine au milieu du Jura, il a été facile de trouver à peu de distance un calcaire pouvant donner une chaux de bonne qualité qui se fabrique dans des fours suivant la méthode ordinaire.

La scorie du haut-fourneau, désagrégée par sa brusque immersion dans l'eau froide, est séchée puis moulue en une poudre très fine. On la mélange ensuite très intimement avec de la chaux dans une certaine proportion.

Ce mélange, moulu encore une fois, donne un ciment d'une grande finesse pesant environ 2600 kg. le m<sup>3</sup>.

Mélangé avec du sable dans la proportion de 1 à 3, ce ciment durcit après 10 heures et possède, au bout de 28 jours, une résistance à la traction de 20 kg. et une résistance à la compression de 200 kg. par cm<sup>2</sup>.

Ce ciment trouve son principal emploi dans les ouvrages de construction et la fabrication des briques. Plusieurs des bâtiments de l'usine de Choindez sont construits avec ces produits.

La production annuelle de ciment atteint 10000 tonnes. C'est à Choindez qu'on a, pour la première fois, fabriqué du ciment semblable.

Pour la confection des briques on se servait autrefois de laitier comme sable, tandis que maintenant tout le laitier est affecté à la fabrication du ciment.

La visite des installations achevée, nous nous sommes rendus au restaurant des usines pour prendre part à un souper qui nous avait été gracieusement offert par la Direction des

<sup>1</sup> Voir N° du 10 mars 1903, page 73.

Usines de Roll, et nous sommes rentrés ensuite à Lausanne par le dernier train.

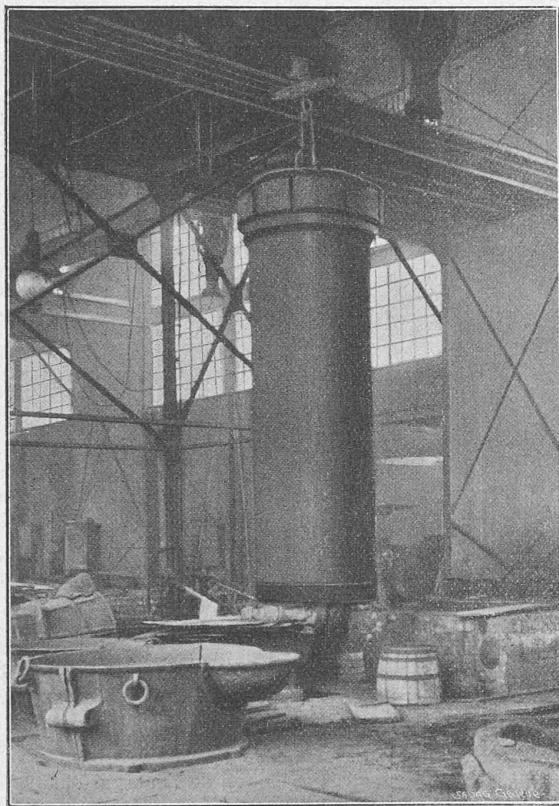


Fig. 47. — Noyau d'un tuyau de fonte prêt à être placé dans le moule.

Pour terminer ce résumé de notre excursion technique, nous tenons à adresser ici tous nos remerciements à la Direction des Usines de Roll pour la cordiale hospitalité qui nous a été accordée, tant à l'Hôtel et à l'usine de Gerlaingen, qu'à Clus et à Choidez. C'est avec la plus grande amabilité que ses ingénieurs ont accompagné les divers groupes au cours des visites d'usines. Ils nous ont ainsi mis à même de suivre les péripéties de l'industrie sidérurgique en Suisse et, par leurs explications et l'exposé de leurs expériences, ils ont encore augmenté le fruit que nous pouvions retirer d'une semblable leçon de choses.

Nous saisissions aussi cette occasion pour remercier ceux de nos professeurs qui ont bien voulu organiser cette course et nous accompagner pendant ces deux journées, qui ont illustré de la meilleure façon l'enseignement qui nous est donné à l'Ecole.

*Un groupe d'élèves  
de l'Ecole d'Ingénieurs.*

#### Les voitures automobiles.

*Communication faite par M. Ritter, ingénieur, à Fribourg,  
à la Société fribourgeoise des Ingénieurs et Architectes.*

*Exposé général.* C'est en recherchant un moyen de transport, à l'usage des voyageurs surtout, plus économique que celui qui emprunte des voies ferrées, qu'on arrive à s'occuper d'automobilisme. On commence à se guérir un peu de la maladie des chemins de fer en constatant les résultats déplorables

auxquels ont abouti certaines entreprises ferrugineuses. Après y avoir englouti des sommes importantes, les communes se sont trouvées avoir participé à la création de lignes dont les recettes n'étaient pas même suffisantes pour couvrir les frais d'exploitation et pour assurer la marche des trains; les dites communes étaient obligées de faire des sacrifices annuels pour couvrir le déficit.

Si l'on peut arriver à établir un moyen de transport beaucoup moins coûteux, tant comme frais de premier établissement que comme frais d'exploitation, personne n'hésitera à lui donner la préférence sur les chemins de fer dans un grand nombre de cas, même si ce moyen est imparfait ou même nul pour le transport des marchandises, à condition qu'il assure le transport régulier des voyageurs.

Les voitures automobiles mises à l'usage du public et courant sur les chaussées ordinaires paraissent devoir remplir ce but.

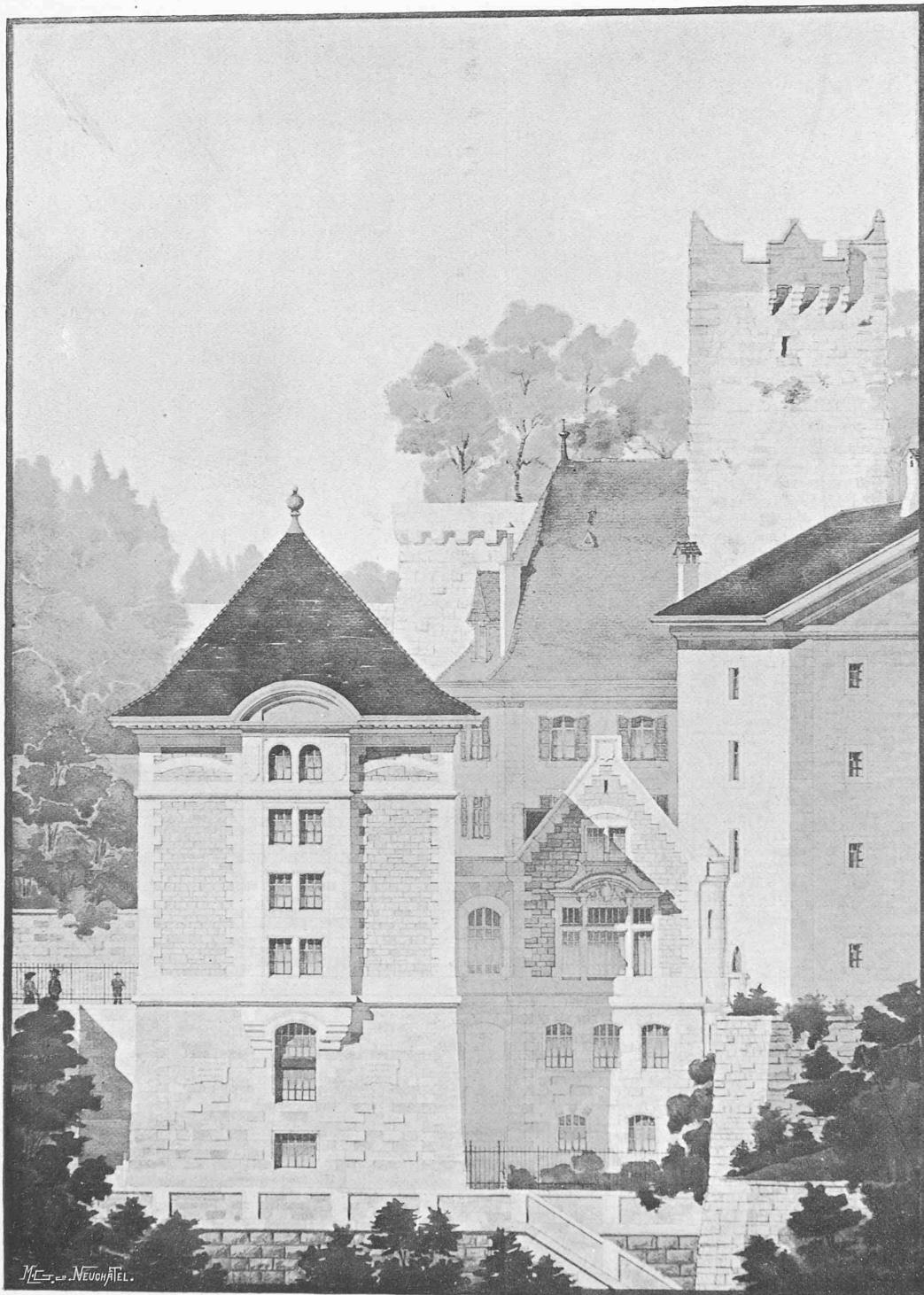
A remarquer que les automobiles n'excluent pas les chemins de fer et que les premiers sont bien plutôt les précurseurs des seconds. Par les automobiles, on peut habituer les populations à faire usage de nouveaux modes de locomotion, on peut démontrer la nécessité de nouveaux moyens de transport et lorsque, grâce aux automobiles, le terrain est ainsi longuement et mûrement préparé les chemins de fer peuvent alors être créés dans des conditions économiques qui leur assurent, sinon la rentabilité, du moins la viabilité.

*Classification.* Il faut distinguer parmi les voitures à moteurs qui roulent sur route, entre celles qui reçoivent de l'extérieur la force dont elles ont besoin pour se mouvoir, ce sont les voitures *automotrices*, et celles qui produisent elles-mêmes la force dont elles ont besoin pour se mouvoir, ce sont les voitures *automobiles* proprement dites.

*Automotrices.* Le type de la voiture automotrice est celui de la voiture électrique, exactement semblable à la voiture de tramway, mais courant sur routes ordinaires et non sur voies ferrées. Le retour du courant ne pouvant avoir lieu par les rails qui n'existent pas, il est nécessaire d'avoir au moins deux fils aériens, chacun avec une prise de courant depuis la voiture.

En ce qui concerne les prises de courant, il faut distinguer entre le système automoteur à câble souple comportant un chariot automoteur se déplaçant sur les conducteurs aériens, et le système à perche ordinaire de trolley. Il ne faut pas croire qu'avec ce dernier la voiture soit assujettie à suivre sur la route une trace déterminée ne s'écartant pas de la direction donnée par les fils aériens, mais au contraire les perches étant montées sur le toit de la voiture à l'aide d'un organe pivotant, celle-ci peut se déplacer latéralement et croiser sans difficulté et tout comme un véhicule ordinaire.

*Automobiles.* Les voitures automobiles sont ou à moteurs électriques, ou à moteurs thermiques. Parmi les premières, il faut d'emblée citer la combinaison si intéressante, qui semble avoir été créée par la Société Krieger, à Paris, et que vient aussi de réaliser la Compagnie de l'Industrie électrique de Genève, combinaison qui consiste à placer sur la voiture une véritable petite usine génératrice. Un moteur thermique, à benzine ou autre, actionne une génératrice de courant continu qui est transmis au moteur, chacune des deux roues motrices étant commandée par l'un d'eux. Une batterie d'accumulateurs peut être ajoutée avantageusement à la combinaison, ce qui permet de faire toujours marcher le moteur thermique sous pleine charge, d'avoir une réserve de force en cas de panne du dit moteur, enfin de produire l'éclairage électrique du véhicule.



Façade Sud.

CONCOURS POUR LE BATIMENT D'ARCHIVES DE NEUCHATEL

**Ier Prix.** — Projet « Cachet rouge ». — MM. A. DUFOUR & H. BAUDIN, architectes, à Genève.

Seite / page

leer / vide /  
blank

Le grand avantage de la voiture thermo-électrique est qu'elle permet de bénéficier de toutes les qualités de la voiture électrique ordinaire, sans qu'il soit nécessaire de les payer par l'immense désavantage de la très petite capacité des batteries d'accumulateurs transportables, c'est-à-dire la nécessité pour la voiture de se mouvoir dans un rayon excessivement limité.

Les voitures actionnées par des moteurs électriques alimentés par des batteries qui sont chargées à domicile, sont plutôt automotrices qu'automobiles.

Les automobiles à moteur thermique actuellement les plus répandus sont à vapeur ou à benzine, on commence cependant à dire beaucoup de bien du moteur à alcool.

*Omnibus.* Le conférencier ayant été délégué à Paris par divers groupes s'occupant de questions d'automobilisme, à l'occasion du départ de la course Paris-Vienne (Champigny, fin juin 1902), a pu se rendre compte sur place et chez les constructeurs eux-mêmes des divers modèles en usage en tant qu'omnibus pour services publics.

MM. Gardner et Serpollet font des omnibus à vapeur mais dont la chaudière paraît être un organe si délicat qu'elle doit être protégée contre les chocs de manière toute spéciale; c'est la raison pour laquelle les omnibus Serpollet sont montés sur pneus, ce qui n'est pas admissible pour des voitures qui ne sont pas appelées à rouler exclusivement sur l'asphalte ou le pavé de bois.

L'omnibus à vapeur de MM. de Dion & Bouton est beaucoup plus robuste, puisqu'il supporte même des bandages métalliques aux roues.

Les mêmes constructeurs font aussi des omnibus à benzine, ainsi que MM. Panhard et Levassor, de Dietrich & Cie et, à l'étranger, Benz, Dürkopp, etc.

*Courroie.* En général, dans les automobiles de toute construction, le moteur à benzine est à l'avant, entre les roues qui sont directrices. Son arbre de manivelle porte d'un côté un volant, et de l'autre côté les organes de transmission (poulie ou roue à chaîne d'engrenage). L'organe de transmission actionne un contre-arbre situé vis-à-vis de l'arbre du différentiel. Des jeux de poulies combinées portées par ces deux arbres permettent au moins trois variations de vitesse, l'arrêt, enfin la marche arrière. De l'arbre du différentiel, le mouvement est transmis séparément à chaque roue d'arrière par des engrenages coniques ou par des chaînes.

Parmi tous les omnibus employés à ce jour, ceux de la maison de Dietrich sont les seuls chez lesquels la transmission de la force du moteur au contre-arbre ait lieu par courroies. C'est une question qui a été longuement discutée entre constructeurs de savoir s'il fallait abandonner la courroie pour la chaîne ou vice-versa. Nous ne voulons pas aborder la question en ce qui concerne les voitures à grande vitesse, mais en ce qui concerne les omnibus automobiles ou les camions qui transbordent des poids relativement élevés à des vitesses relativement faibles (15 à 25 km. à l'heure), l'avantage reste incontestablement à la courroie.

Les principaux ennuis qui résultent de la courroie sont le glissement sur les poulies sitôt qu'elle a été accidentellement touchée par de l'huile et les variations de longueur, partant de tension, du fait des variations de température et surtout de l'état d'humidité de l'air ambiant. Mais ces ennuis sont largement compensés par la grande souplesse dont bénéficie tout le dispositif, aux démarriages et aux variations de vitesse surtout, par l'introduction d'un organe aussi élastique qu'une chaîne à engrenage cassera à

la suite de chocs brusqués répétés, une courroie fonctionnera sans aucune irrégularité après avoir légèrement glissé en cédant un peu aux efforts trop brusques et trop violents.

*Vapeur ou benzine.* S'il s'agit de choisir entre moteurs à vapeur et moteurs à benzine, un examen de la question montrera que si le kilomètre-voiture (omnibus) revient comme combustible de 10 à 12 centimes pour la benzine et, seulement de 8 à 10 centimes pour la vapeur, la benzine présente, d'autre part, de tels avantages sur la vapeur qu'il ne faut pas hésiter à lui accorder la préférence.

Voici les principaux avantages en question :

1<sup>o</sup> La mise en marche d'un moteur à essence est instantanée, tandis que celle d'un moteur à vapeur ne l'est pas puisqu'elle exige au préalable la création, dans la chaudière, de la pression nécessaire.

2<sup>o</sup> Les voitures à vapeur sont plus lourdes que celles à essence, dans la proportion de 2 : 1.

3<sup>o</sup> Les voitures à vapeur sont plus chères dans une proportion plus grande encore que de 2 : 1.

4<sup>o</sup> La machine à vapeur est plus délicate dans son fonctionnement que le moteur à essence ; elle provoque plus facilement des pannes et exige plus d'habileté de la part du conducteur.

5<sup>o</sup> Les pannes ne sont en général que partielles avec le moteur à essence, tandis qu'elles sont en général totales avec le moteur à vapeur.

6<sup>o</sup> Les services connus marchant le mieux sont à benzine.

*Bandage de roue.* Une question excessivement délicate est celle des bandages dont les roues doivent être munies.

Les pneus doivent être exclusivement réservés aux voitures légères et à grande vitesse.

Les caoutchoucs pleins sont parfaits pour les omnibus automobiles, mais ils entraînent de grandes dépenses ; on peut dire qu'ils occasionnent les frais les plus élevés du chapitre des dépenses exceptionnelles d'une compagnie d'omnibus. L'usure des caoutchoucs est considérable, mais non uniforme. Nous avons vu des caoutchoucs de voitures faisant une moyenne de 100 km. par jour dans des terrains jurassiques être complètement usés dans l'espace de six à neuf mois, tandis que les caoutchoucs d'autres voitures travaillant dans les mêmes conditions mais dans des terrains molassiques paraissent devoir tenir de 12 à 15 mois.

Les divers systèmes de fixation du caoutchouc à la jante sont nombreux et, après avoir donné la préférence aux Kelly, on est maintenant tenté de la donner aux Peter. Enfin de nombreux systèmes nouveaux sont à l'essai et le choix du meilleur système ne pourra être définitivement fait que par la suite.

On cherche aussi à arriver à un système de roues élastiques par elles-mêmes en remplaçant les rayons rigides qui réunissent la jante au moyeu par des organes flexibles et élastiques. Ce n'est que par la suite qu'il nous sera possible de donner de plus amples renseignements concernant cet objet, après que nous aurons terminé certaines expériences en cours.

*Services en exploitation.* Le nombre des services d'omnibus automobiles existant est considérable. Citons au hasard la ligne de Fontainebleau à Siamois qui emploie des automotrices à trolleyss automoteurs, celle du Bielatal dans la Suisse saxonne qui emploie des automotrices avec trolleyss à perches.

La Société des Automobiles d'Aarau a fait, pendant quelques mois d'un été passé, un service entre Meiringen et environs à l'aide d'une voiture automobile à accumulateurs électriques.

À Genève, il avait été question de constituer une Société pour l'exploitation de services automobiles à vapeur, mais il

ne paraît pas que cette Société soit arrivée à constitution.

Les services d'omnibus automobiles à benzine sont légion. Citons au hasard celui de Pampelune (Dion et Bouton), celui de Tunis à Sousse, 140 km., quinze voitures (Panhard et Levassor), celui de Lunéville à Blamont, 30 km., cinq voitures (de Dietrich).

*Services en Suisse.* Le premier service qui ait fonctionné en Suisse, dès le mois de juillet 1902, est dû à notre initiative ; il dessert Porrentruy et environs, dont en particulier Damvant. Le nombre des voitures est de trois et la Société par actions a été constituée au capital de Fr. 40 000. Nous donnerons en temps voulu, et à titre de conseil technique de la Compagnie, un rapport détaillé concernant ses résultats d'exploitation.

Solicités par un grand nombre de groupes qui se sont constitués à peu près partout en Suisse en vue d'exploitations semblables, de leur aider dans l'exécution de leurs projets, nous préférons agir prudemment et ne constituer qu'une affaire après l'autre, sans en laisser aucune à moitié organisée.

La Compagnie des Omnibus automobiles de Fribourg, en bonne voie de formation, sera constituée, selon toute probabilité, au capital de Fr. 80 000 et comportera pour commencer quatre voitures avec garage et atelier à la disposition des passants et des particuliers. Une voiture fera le trajet de 10 km., de Givisiez par Fribourg à Posieux. Une seconde voiture parcourra dans un sens le trajet circulaire de 33 km., Fribourg-Bourguillon-Tinterin-Chevrelles-Plasselb-Planfayon-Brünisried-Alterswyl-Tavel et retour, et une troisième voiture parcourra le même trajet dans l'autre sens. La quatrième voiture sera de réserve et toujours prête à porter secours en cas de grandes affluences, de panne, etc., dans une direction ou dans l'autre.

Un service d'essai, organisé depuis la mi-décembre 1902 avec une seule voiture, a donné d'excellents résultats et continuera sans interruption, jusqu'à l'arrivée des autres voitures, d'ici à deux ou trois mois.

#### Concours pour le Bâtiment d'Archives de Neuchâtel<sup>1</sup>.

**Projet « Cachet rouge ».** MM. A. Dufour et H. Baudin, architectes.

##### 1<sup>o</sup> Disposition générale.

Les auteurs du projet « Cachet rouge » se sont attachés à étudier un édifice dont le plan et la silhouette se reliaient heureusement au mas d'anciens bâtiments, de façon à conserver le caractère pittoresque du site des Prisons, tel que des échappées le laissent apercevoir, soit de la place Pury, soit du Quai du Mont-Blanc, etc.

En vue de cet effet, le parti des façades, l'emploi et le choix des matériaux sont inspirés de l'architecture sévère et une des Prisons et de la Tour, de même que de leur esprit de construction.

Outre ses avantages pratiques, la disposition du bâtiment des Archives et de l'annexe de l'Administration en deux corps de bâtiments, beaucoup moins élevés que les Prisons, dégage entièrement la Tour, donne de l'espace à la rue du Faubourg et conserve intégralement la vue dont on jouit du rond-point de la terrasse de la Collégiale.

La configuration spéciale du terrain a permis de créer un

<sup>1</sup> En attendant que le rapport du jury nous soit communiqué, nous publions les renseignements suivants sur le projet qui a reçu le 1<sup>er</sup> prix. Nous donnerons dans un autre numéro la reproduction des autres projets.

escalier reliant le Faubourg du Château à la route de l'Ecole ; cet escalier a l'avantage d'isoler la face Nord du bâtiment des Archives et d'en permettre l'éclairage.

##### 2<sup>o</sup> Distribution.

Le projet comporte deux corps de bâtiments séparés par une courte anglaise :

- a/ Le bâtiment des Archives ;
- b/ L'annexe de l'Administration.

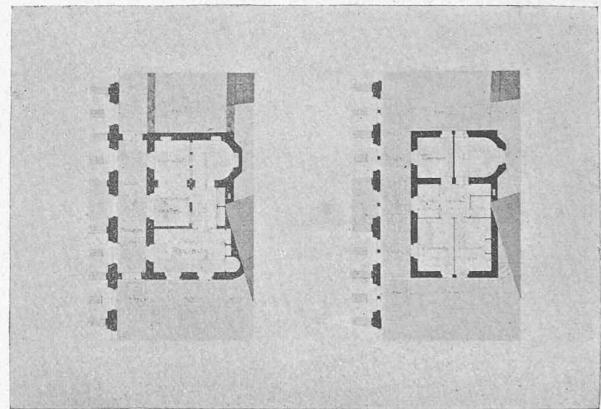
Une galerie-passage située au rez-de-chaussée donne accès du local des sous-archivistes dans le bâtiment des Archives.

##### a/ Bâtiment des Archives.

Il comprend sept étages de 2m.30 de hauteur de plancher à plancher (soit un vide de 2m.15), reliés par un escalier en fer, à claire-voie.

La disposition régulière des casiers permet un classement pratique des divers documents ; aux extrémités du couloir central sont placées des tables, à chaque étage, pour la consultation et la recherche des pièces.

Chaque étage contient 920 mètres de rayons, ce qui donne pour les sept étages une longueur totale de 6440 m. de rayons, dont 440 m. au rez-de-chaussée, pour les registres et la correspondance.



Sous-sol.

1er étage.

##### b/ Annexe de l'Administration.

Elle comprend, au sous-sol :

Un local pour relieur et un local pour chauffage [central et combustible].

Au rez-de-chaussée inférieur :

Un bureau pour l'archiviste de l'Etat, relié directement au bureau des sous-archivistes par un petit escalier en vis, une chambre pour photographie, des W.-C., urinoirs et lavabos.

Au rez-de-chaussée :

Un local pour les registres et la correspondance, un bureau pour les sous-archivistes et le public, un vestibule d'entrée, des W.-C., urinoirs et lavabos.

Au 1<sup>er</sup> étage :

Un appartement de deux pièces et cuisine pour le concierge, avec réduit et W.-C.

##### 3<sup>o</sup> Eclairage, chauffage, ventilation.

La courte anglaise de 2m.30 de large sur 10 m. de long, recevant le jour par le haut et les côtés, est largement suffisante pour éclairer et ventiler les étages inférieurs, en sorte que le bâtiment des Archives reçoit l'air et la lumière directement sur toutes ses faces et à tous ses étages.

La surface d'éclairage d'une travée de casiers est le 1/5 de