

de passer à la description des installations et des méthodes de réparation, il convient de signaler succinctement les applications qui ont été faites à Malines des principes modernes de standardisation et de travail aux calibres à tolérances.

### I. — Standardisation.

L'effectif des locomotives de la Société Nationale des Chemins de fer belges comprend encore actuellement 42 types distincts, de provenances très diverses. La grande variété des formes, des dimensions et des matières constitutives d'organes ayant la même fonction, compliquait singulièrement le problème de l'organisation rationnelle. La standardisation revêtait dans ces conditions une importance capitale; elle a été appliquée dans la plus

large mesure possible aux matières utilisées, aux formes et aux dimensions des pièces, en recherchant en même temps pour le type de la pièce unifiée la solution la plus rationnelle au point de vue de la résistance et des facilités d'usinage.

*Standardisation des matières.* — Dans la construction du plus grand nombre des locomotives de l'effectif, on avait fait usage de la qualité d'acier : extra-doux, aussi bien pour la chaudière que pour les pièces mécaniques; les pièces soumises à frottement étaient cémentées et trempées.

Actuellement on met à profit les qualités des diverses nuances d'aciers au carbone; le tableau ci-dessous donne les catégories d'aciers employés et leur utilisation principale.

| Catégorie.                    | Résistance<br>kgr./mm <sup>2</sup> . | Allonge-<br>ment mi-<br>nimum. | Utilisation principale.  |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| AS<br>(Martin-Siemens)        | 35 à 40                              | 30 %                           | Pièces de forge. Pièces à cémenter. Tôles embouties pour chaudières. |
| BS<br>(Martin-Siemens)        | 40 à 48                              | 28 %                           | Profilés. Rivets. Boulons. Tôles pour chaudières.                    |
| C<br>(tôles non<br>recuites). | 38 à 44                              | 20 %                           | Tôles de boîte à fumée (ne devant résister qu'à la corrosion).       |
| D                             | 44 à 52                              | 24 %                           | Châssis pour voitures et wagons.                                     |
| ES<br>(Martin-Siemens)        | 55 à 62                              | 20 %                           | Pièces du mécanisme des locomotives.                                 |
| GS<br>(Martin-Siemens)        | 70 à 78                              | 15 %                           | Pièces de locomotives soumises au frottement.                        |

Les pièces en acier ES (bielles, tiges de piston, leviers et bielles du mécanisme, colonnes de ressorts, balanciers et charnières de suspension, pièces d'attelage, arbres de frein, manivelles et boutons de manivelle) et en acier GS (guides de crosse, coulisses de distribution, coins de

réglage, plaques et tampons de choc), subissent un traitement thermique approprié (recuit, trempe, revenu).

Les qualités des bronzes et des métaux antifriction ont été ramenées respectivement à trois compositions indiquées ci-après :

| Bronzes.<br>Caté-<br>gorie. | Composition. |        |        |       |                 | Utilisation.   |
|-----------------------------|--------------|--------|--------|-------|-----------------|--|
|                             | Cuivre.      | Etain. | Plomb. | Zinc. | Phos-<br>phore. |  |
| B 1                         | 79.8         | 10     | 10     | —     | 0.2             | Coussinets sans antifricition.   |
| B 2                         | 90           | 6      | —      | 4     | —               | Robinetterie, coussinets mu-<br>nis d'antifricition.                               |
| B 3                         | 81           | 11     | —      | 7.7   | 0.3             | Appliques de boîtes à huile,<br>tiroirs de distribution, ba-<br>gues de mécanisme. |

| Métaux<br>antifricition.<br>Catégorie. | Composition. |        |                 |         | Utilisation.  |
|--|--------------|--------|-----------------|---------|---|
|  | Etain.       | Plomb. | Anti-<br>moine. | Cuivre. |   |
| M 1                                    | 83           | —      | 11              | 6       | Coussinets de locomotives à<br>grande vitesse et de voi-<br>tures à bogies. |
| M 2                                    | 60           | 23     | 11              | 6       | Coussinets de locomotives.  |
| M 3                                    | —            | 80     | 20              | —       | Coussinets de voitures ordi-<br>naires et de wagons.                        |

Une standardisation analogue a été effectuée pour les aciers coulés et les fontes.

*Standardisation des formes.* — Cette standardisation a porté notamment sur :

a) les charnières de mécanisme et les charnières de frein et de suspension : toutes ces charnières comportent actuellement des bagues, en bronze dur pour les premières; en acier extra-doux cémenté et trempé pour les secondes;

b) les axes divers (mécanisme, suspension, frein, etc.) : le modèle choisi est l'axe en acier extra-doux, cémenté et trempé, avec bague et goupille passante;

c) les bouts de traverse de frein, cémentés et trempés, avec bague et goupille passante;

d) les appliques en bronze des boîtes à huile : appliques à talons en bronze dur; etc.

L'inclinaison des assemblages coniques,

des coins de bielles, des clavettes, a également été unifiée.

*Standardisation des dimensions et travail aux calibres à tolérances.* — Par suite de l'origine très diverse des locomotives, on rencontrait la plus grande variété dans les dimensions, par exemple pour les diamètres des articulations, des trous d'assemblages, etc.; des listes de diamètres standards ont été établies, dont l'emploi est obligatoire dans tous les ateliers du réseau.

Grâce à l'emploi systématique de bagues, toutes les articulations du mécanisme, du frein, de la suspension, sont ramenées aux cotes standardisées des plans. Ce système présente de grands avantages: la section de décolletage confectionne les bagues et les axes à l'avance, de façon à alimenter un magasin, d'après les nécessités du programme prévu; en outre tous les travaux de tournage et d'alésage s'effectuent aux *calibres à tolérances*.

Le système de tolérances adopté est celui de l'Association belge de Standardisation (A.B.S.). La planche VIII donne le tableau synoptique des types et des qualités d'ajustage de ce système de tolérances, dans les deux sous-systèmes : *alésage normal et axe normal*.

Pour la réparation des locomotives, on a adopté le sous-système de *l'alésage normal* ; le diamètre d'alésage est donc maintenu constant, bien entendu dans les limites des tolérances admises, et on fait varier le diamètre de l'axe suivant le type d'ajustage prévu. Ce système est le plus économique pour les cas d'assemblage qui se présentent normalement ; un seul alésage suffit par diamètre pour une précision donnée, quel que soit le jeu ou le serrage prévu.

Les qualités d'ajustage « *Parfait* » et « *Précis* » ne trouvent que peu d'applications dans la réparation des locomotives ; on utilise surtout la qualité « *Soigné* »

pour les pièces du mécanisme ; elle s'indique partout où une articulation est munie d'une bague en bronze, aussi bien pour l'alésage de la pièce elle-même que pour l'alésage de la bague.

Pour les pièces de la suspension et du frein des locomotives, la qualité « *Ordinaire* » suffit dans la majorité des cas.

On emploie l'ajustage tournant T3 pour les axes des pièces du mécanisme de distribution et du mécanisme moteur. Le tableau I donne les écarts pour l'alésage de la bague et pour le diamètre de l'axe, ainsi que les jeux minima et maxima entre l'axe et la bague.

Pour les axes des pièces de frein et de la suspension, l'adoption de l'alésage qualité « *Ordinaire* » (A4) avec l'ajustage tournant libre L4 aurait donné, pour les petits diamètres, un jeu minimum trop faible ; on a adopté l'ajustage glissant G4 en réduisant le diamètre nominal de l'axe de 0,5 mm.

TABLEAU I.

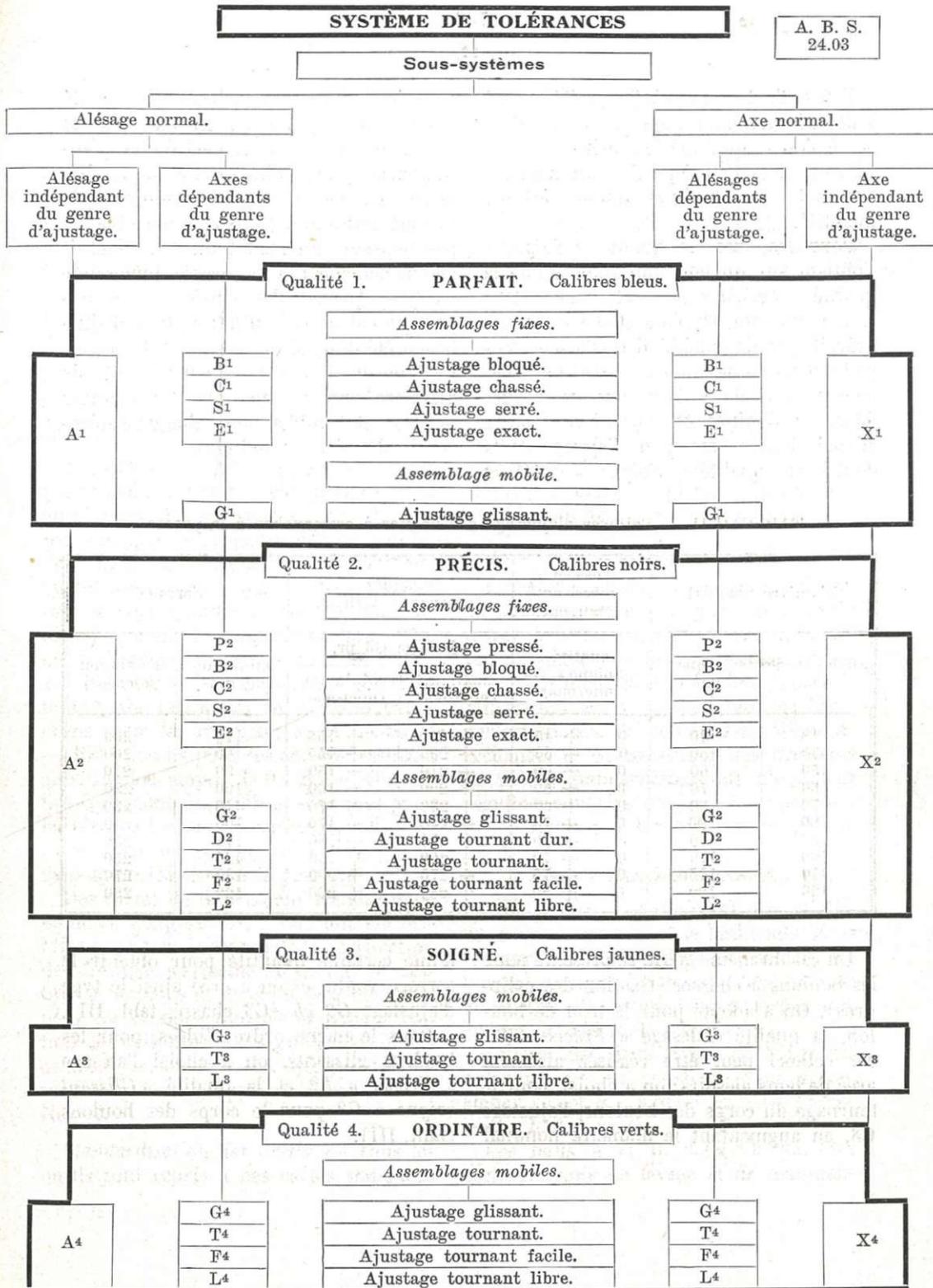
Calibres d'ajustage des axes et des bagues des pièces du mécanisme de distribution et du mécanisme moteur.

Qualité 3 « *Soigné* ».

| Diamètre nominal   |              | Alésage (bague) |      | Axe                            |       | Jeu               |                   |
|--------------------|--------------|-----------------|------|--------------------------------|-------|-------------------|-------------------|
| au-dessus de (mm.) | jusque (mm.) | A3 (microns)    |      | Ajustage tournant T3 (microns) |       | minimum (microns) | maximum (microns) |
| 10                 | 18           | 0               | + 35 | - 15                           | - 50  | 15                | 85                |
| 18                 | 30           | 0               | + 45 | - 22                           | - 70  | 22                | 115               |
| 30                 | 50           | 0               | + 50 | - 25                           | - 80  | 25                | 130               |
| 50                 | 60           | 0               | + 60 | - 30                           | - 100 | 30                | 160               |
| 60                 | 70           | 0               | + 60 | - 30                           | - 100 | 30                | 160               |
| 70                 | 80           | 0               | + 60 | - 30                           | - 100 | 30                | 160               |
| 80                 | 90           | 0               | + 70 | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 90                 | 100          | 0               | + 70 | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 100                | 110          | 0               | + 70 | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 110                | 120          | 0               | + 70 | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 120                | 180          | 0               | + 80 | - 40                           | - 140 | 40                | 220               |

# Tableau synoptique des qualités et des ajustages

PLANCHE VIII.



Il y a d'autres cas où l'on a été amené à des dérogations au système de l'A.B.S., et où l'on a appliqué les tolérances prévues par ce système à partir d'un diamètre augmenté ou diminué d'une certaine quantité.

Pour les axes, la qualité « *Soigné* » s'obtient sur un bon tour, tandis que la qualité « *Précis* » nécessite une rectification coûteuse. Or, le système A.B.S. ne prévoit pas de qualité d'ajustage « *Soigné* » pour les assemblages fixes tels que : emmanchements à la presse de bagues dans les douilles ou charnières; on a adopté, dans ce cas, pour l'alésage de la douille, la qualité « *Soigné* » (A3) et

pour le tournage de la bague, la qualité « *Glissant* » G3, mais en majorant le diamètre nominal de celle-ci d'une quantité variable avec l'importance de ce diamètre, de façon à assurer toujours le serrage minimum indispensable et à ne pas dépasser un maximum qui rendrait l'emmanchement à la presse impossible ou provoquerait des tensions trop importantes dans la douille; ce type d'ajustage a été désigné par *G3 pr* (G3 pressé). Le tableau II donne les suppléments de diamètre prévus ainsi que les serrages maxima et minima pour chaque catégorie de diamètres nominaux.

TABLEAU II. — Calibres d'ajustage des bagues à emmancher à la presse.

| Diamètre nominal      |                 | Alésage<br>(pièces du<br>mécanisme)   | Bagues<br>(tournage extérieur) |                      | Serrage              |                      |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| au-dessus de<br>(mm.) | jusque<br>(mm.) | qualité<br>« Soigné » A3<br>(microns) | ajustage G3 pr.                |                      | minimum<br>(microns) | maximum<br>(microns) |
|                       |                 |                                       | maximum<br>(microns)           | minimum<br>(microns) |                      |                      |
| 18                    | 30              | 0 + 45                                | + 200                          | + 155                | 110                  | 200                  |
| 30                    | 50              | 0 + 50                                | + 200                          | + 150                | 100                  | 200                  |
| 50                    | 60              | 0 + 60                                | + 210                          | + 150                | 90                   | 210                  |
| 60                    | 70              | 0 + 60                                | + 220                          | + 160                | 100                  | 220                  |
| 70                    | 80              | 0 + 60                                | + 230                          | + 170                | 110                  | 230                  |
| 80                    | 90              | 0 + 70                                | + 240                          | + 170                | 100                  | 240                  |
| 90                    | 100             | 0 + 70                                | + 250                          | + 180                | 110                  | 250                  |
| 100                   | 110             | 0 + 70                                | + 260                          | + 190                | 120                  | 260                  |
| 110                   | 120             | 0 + 70                                | + 270                          | + 200                | 130                  | 270                  |
| 120                   | 180             | 0 + 80                                | + 280                          | + 200                | 120                  | 280                  |

Un cas du même genre se présente pour les boulons à chasser (fixation des cylindres). On a adopté pour le trou de boulon, la qualité d'alésage « *Précis* » A2, car celle-ci peut être réalisée aisément avec de bons alésoirs; on a choisi, pour le tournage du corps des boulons, l'ajustage G3, en augmentant le diamètre nominal

d'une certaine quantité pour obtenir le serrage voulu, et on a créé ainsi le type d'ajustage *G3 ch* (G3 chassé, tabl. III).

Dans le même ordre d'idées, pour les boulons glissants, on a choisi l'alésage « *Précis* » A2 et la qualité « *Glissant soigné* » G3 pour le corps des boulons (tabl. III).

TABLEAU III. — Calibres d'ajustage des boulons à chasser et glissants.

| Diamètre nominal   |              | Alésage                         | Boulons                   |                                       |
|--------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| au-dessus de (mm.) | jusque (mm.) |                                 | à chasser                 | glissants                             |
|                    |              | qualité « Précis » A2 (microns) | ajustage G3 ch. (microns) | ajustage soigné glissant G3 (microns) |
| 10                 | 18           | 0 + 18                          | + 20 + 55                 | 0 — 35                                |
| 18                 | 30           | 0 + 22                          | + 22 + 67                 | 0 — 45                                |
| 30                 | 50           | 0 + 25                          | + 25 + 75                 | 0 — 50                                |
| 50                 | 80           | 0 + 30                          | —                         | 0 — 60                                |
| 80                 | 120          | 0 + 35                          | —                         | 0 — 70                                |

Les calibres à tolérances ne s'emploient pas seulement pour les articulations, mais aussi pour des emmanchements divers : par exemple les largeurs des cannelures des pistons moteurs et des distributeurs cylindriques, ainsi que les largeurs des cercles correspondants, ont été standardisées (gamme de largeurs de millimètre en millimètre pour les pistons et de 1/4 mm. en 1/4 mm. pour les distributeurs; avec tolérances de + 50 et 0 microns pour les rainures, et de — 50 et — 100 microns pour les cercles, assurant ainsi un jeu moyen de 0.1 mm.). On utilise également des calibres coniques pour la vérification des assemblages tels que les emmanchements de la tige de piston dans la crosse et dans le piston.

Des cartes de dimensions standards de boulons, goujons, vis, rivets ont été établies pour tout le matériel; la vérification des filetages s'effectue au moyen de calibres à tampons et de calibres à molettes; pour les boulons tournés et polis (fixation des cylindres et des guides des boîtes à huile), on a adopté un système de tolérances qui se rapproche du système Newall.

*Standardisation des outils.* — Tous les outils sont repris à des cartes standards

et sont confectionnés et affûtés par un atelier spécialisé; la planche IX donne à titre d'exemple une carte de ce genre.

\* \* \*

L'application de ces différentes mesures de standardisation et la généralisation du travail à tolérances ont eu une influence fondamentale sur le coût, la rapidité et la qualité du travail. Elles ont permis la fabrication en série, sur des machines perfectionnées, de nombreuses pièces de rechange, et de constituer des magasins de pièces standardisées qui alimentent régulièrement les ateliers de réparation et les remises à locomotives de tout le réseau.

## II. — Les installations.

Les ateliers comprennent essentiellement deux ensembles de bâtiments séparés par un transbordeur de niveau, du type à portiques, ayant une longueur de 20 mètres et pouvant transporter une charge de 100 tonnes (photo 1).

Chacun des deux corps de bâtiments (planche X) est constitué d'un ancien atelier (A' et B'), auquel est venu s'ajouter un hall nouveau (A et B).

Les halls A et B, desservis par des ponts-roulants de levage et de manuten-

de passer à la description des installations et des méthodes de réparation, il convient de signaler succinctement les applications qui ont été faites à Malines des principes modernes de standardisation et de travail aux calibres à tolérances.

### I. — Standardisation.

L'effectif des locomotives de la Société Nationale des Chemins de fer belges comprend encore actuellement 42 types distincts, de provenances très diverses. La grande variété des formes, des dimensions et des matières constitutives d'organes ayant la même fonction, compliquait singulièrement le problème de l'organisation rationnelle. La standardisation revêtait dans ces conditions une importance capitale; elle a été appliquée dans la plus

large mesure possible aux matières utilisées, aux formes et aux dimensions des pièces, en recherchant en même temps pour le type de la pièce unifiée la solution la plus rationnelle au point de vue de la résistance et des facilités d'usinage.

*Standardisation des matières.* — Dans la construction du plus grand nombre des locomotives de l'effectif, on avait fait usage de la qualité d'acier : extra-doux, aussi bien pour la chaudière que pour les pièces mécaniques; les pièces soumises à frottement étaient cémentées et trempées.

Actuellement on met à profit les qualités des diverses nuances d'aciers au carbone; le tableau ci-dessous donne les catégories d'aciers employés et leur utilisation principale.

| Catégorie.                    | Résistance<br>kgr./mm <sup>2</sup> . | Allonge-<br>ment mi-<br>nimum. | Utilisation principale.  |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| AS<br>(Martin-Siemens)        | 35 à 40                              | 30 %                           | Pièces de forge. Pièces à cémenter. Tôles embouties pour chaudières. |
| BS<br>(Martin-Siemens)        | 40 à 48                              | 28 %                           | Profilés. Rivets. Boulons. Tôles pour chaudières.                    |
| C<br>(tôles non<br>recuites). | 38 à 44                              | 20 %                           | Tôles de boîte à fumée (ne devant résister qu'à la corrosion).       |
| D                             | 44 à 52                              | 24 %                           | Châssis pour voitures et wagons.                                     |
| ES<br>(Martin-Siemens)        | 55 à 62                              | 20 %                           | Pièces du mécanisme des locomotives.                                 |
| GS<br>(Martin-Siemens)        | 70 à 78                              | 15 %                           | Pièces de locomotives soumises au frottement.                        |

Les pièces en acier ES (bielles, tiges de piston, leviers et bielles du mécanisme, colonnes de ressorts, balanciers et charnières de suspension, pièces d'attelage, arbres de frein, manivelles et boutons de manivelle) et en acier GS (guides de crosse, coulisses de distribution, coins de

réglage, plaques et tampons de choc), subissent un traitement thermique approprié (recuit, trempe, revenu).

Les qualités des bronzes et des métaux antifriction ont été ramenées respectivement à trois compositions indiquées ci-après :

| Bronzes.<br>Caté-<br>gorie. | Composition. |        |        |       |                 | Utilisation.   |
|-----------------------------|--------------|--------|--------|-------|-----------------|--|
|                             | Cuivre.      | Etain. | Plomb. | Zinc. | Phos-<br>phore. |  |
| B 1                         | 79.8         | 10     | 10     | —     | 0.2             | Coussinets sans antifric-tion.   |
| B 2                         | 90           | 6      | —      | 4     | —               | Robinetterie, coussinets mu-<br>nis d'antifric-tion.                               |
| B 3                         | 81           | 11     | —      | 7.7   | 0.3             | Appliques de boîtes à huile,<br>tiroirs de distribution, ba-<br>gues de mécanisme. |

| Métaux<br>antifric-tion.<br>Catégorie. | Composition. |        |                 |         | Utilisation.  |
|--|--------------|--------|-----------------|---------|---|
|  | Etain.       | Plomb. | Anti-<br>moine. | Cuivre. |   |
| M 1                                    | 83           | —      | 11              | 6       | Coussinets de locomotives à<br>grande vitesse et de voi-<br>tures à bogies. |
| M 2                                    | 60           | 23     | 11              | 6       | Coussinets de locomotives.  |
| M 3                                    | —            | 80     | 20              | —       | Coussinets de voitures ordi-<br>naires et de wagons.                        |

Une standardisation analogue a été effectuée pour les aciers coulés et les fontes.

*Standardisation des formes.* — Cette standardisation a porté notamment sur :

a) les charnières de mécanisme et les charnières de frein et de suspension : toutes ces charnières comportent actuellement des bagues, en bronze dur pour les premières; en acier extra-doux cémenté et trempé pour les secondes;

b) les axes divers (mécanisme, sus-pension, frein, etc.) : le modèle choisi est l'axe en acier extra-doux, cémenté et trempé, avec bague et goupille passante;

c) les bouts de traverse de frein, cé-mentés et trempés, avec bague et goupille passante;

d) les appliques en bronze des boîtes à huile : appliques à talons en bronze dur; etc.

L'inclinaison des assemblages coniques,

des coins de bielles, des clavettes, a égale-ment été unifiée.

*Standardisation des dimensions et tra-vail aux calibres à tolérances.* — Par suite de l'origine très diverse des locomotives, on rencontrait la plus grande variété dans les dimensions, par exemple pour les dia-mètres des articulations, des trous d'as-semblages, etc.; des listes de diamètres standards ont été établies, dont l'emploi est obligatoire dans tous les ateliers du réseau.

Grâce à l'emploi systématique de bagues, toutes les articulations du méca-nisme, du frein, de la suspension, sont ramenées aux cotes standardisées des plans. Ce système présente de grands avantages: la section de décolletage con-fectionne les bagues et les axes à l'avance, de façon à alimenter un magasin, d'après les nécessités du programme prévu; en outre tous les travaux de tournage et d'alésage s'effectuent aux *calibres à tolé-rances*.

Le système de tolérances adopté est celui de l'Association belge de Standardisation (A.B.S.). La planche VIII donne le tableau synoptique des types et des qualités d'ajustage de ce système de tolérances, dans les deux sous-systèmes : *alésage normal* et *axe normal*.

Pour la réparation des locomotives, on a adopté le sous-système de *l'alésage normal* ; le diamètre d'alésage est donc maintenu constant, bien entendu dans les limites des tolérances admises, et on fait varier le diamètre de l'axe suivant le type d'ajustage prévu. Ce système est le plus économique pour les cas d'assemblage qui se présentent normalement ; un seul alésage suffit par diamètre pour une précision donnée, quel que soit le jeu ou le serrage prévu.

Les qualités d'ajustage « *Parfait* » et « *Précis* » ne trouvent que peu d'applications dans la réparation des locomotives ; on utilise surtout la qualité « *Soigné* »

pour les pièces du mécanisme ; elle s'indique partout où une articulation est munie d'une bague en bronze, aussi bien pour l'alésage de la pièce elle-même que pour l'alésage de la bague.

Pour les pièces de la suspension et du frein des locomotives, la qualité « *Ordinaire* » suffit dans la majorité des cas.

On emploie l'ajustage tournant T3 pour les axes des pièces du mécanisme de distribution et du mécanisme moteur. Le tableau I donne les écarts pour l'alésage de la bague et pour le diamètre de l'axe, ainsi que les jeux minima et maxima entre l'axe et la bague.

Pour les axes des pièces de frein et de la suspension, l'adoption de l'alésage qualité « *Ordinaire* » (A4) avec l'ajustage tournant libre L4 aurait donné, pour les petits diamètres, un jeu minimum trop faible ; on a adopté l'ajustage glissant G4 en réduisant le diamètre nominal de l'axe de 0.5 mm.

TABLEAU I.

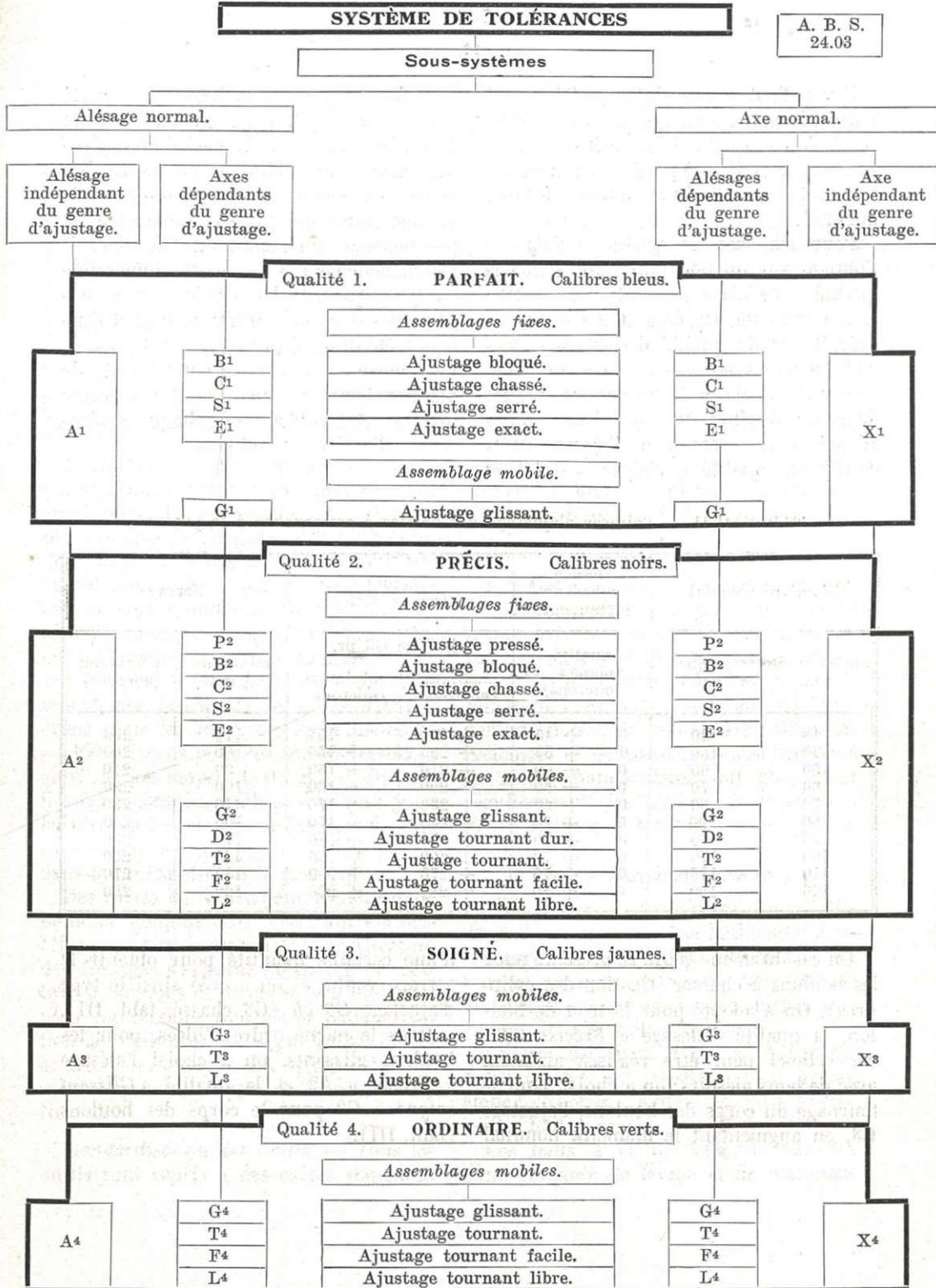
Calibres d'ajustage des axes et des bagues des pièces du mécanisme de distribution et du mécanisme moteur.

Qualité 3 « *Soigné* ».

| Diamètre nominal   |              | Alésage (bague) | Axe                            |       | Jeu               |                   |
|--------------------|--------------|-----------------|--------------------------------|-------|-------------------|-------------------|
| au-dessus de (mm.) | jusque (mm.) | A3 (microns)    | Ajustage tournant T3 (microns) |       | minimum (microns) | maximum (microns) |
| 10                 | 18           | 0 + 35          | - 15                           | - 50  | 15                | 85                |
| 18                 | 30           | 0 + 45          | - 22                           | - 70  | 22                | 115               |
| 30                 | 50           | 0 + 50          | - 25                           | - 80  | 25                | 130               |
| 50                 | 60           | 0 + 60          | - 30                           | - 100 | 30                | 160               |
| 60                 | 70           | 0 + 60          | - 30                           | - 100 | 30                | 160               |
| 70                 | 80           | 0 + 60          | - 30                           | - 100 | 30                | 160               |
| 80                 | 90           | 0 + 70          | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 90                 | 100          | 0 + 70          | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 100                | 110          | 0 + 70          | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 110                | 120          | 0 + 70          | - 35                           | - 120 | 35                | 190               |
| 120                | 180          | 0 + 80          | - 40                           | - 140 | 40                | 220               |

# Tableau synoptique des qualités et des ajustages

PLANCHE VIII.



Il y a d'autres cas où l'on a été amené à des dérogations au système de l'A.B.S., et où l'on a appliqué les tolérances prévues par ce système à partir d'un diamètre augmenté ou diminué d'une certaine quantité.

Pour les axes, la qualité « *Soigné* » s'obtient sur un bon tour, tandis que la qualité « *Précis* » nécessite une rectification coûteuse. Or, le système A.B.S. ne prévoit pas de qualité d'ajustage « *Soigné* » pour les assemblages fixes tels que : emmanchements à la presse de bagues dans les douilles ou charnières; on a adopté, dans ce cas, pour l'alésage de la douille, la qualité « *Soigné* » (A3) et

pour le tournage de la bague, la qualité « *Glissant* » G3, mais en majorant le diamètre nominal de celle-ci d'une quantité variable avec l'importance de ce diamètre, de façon à assurer toujours le serrage minimum indispensable et à ne pas dépasser un maximum qui rendrait l'emmanchement à la presse impossible ou provoquerait des tensions trop importantes dans la douille; ce type d'ajustage a été désigné par *G3 pr* (G3 pressé). Le tableau II donne les suppléments de diamètre prévus ainsi que les serrages maxima et minima pour chaque catégorie de diamètres nominaux.

TABLEAU II. — Calibres d'ajustage des bagues à emmancher à la presse.

| Diamètre nominal      |                 | Alésage<br>(pièces du<br>mécanisme) | Bagues<br>(tournage extérieur)               |                      | Serrage |                      |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------|--|----------------------|---------|----------------------|
| au-dessus de<br>(mm.) | jusque<br>(mm.) |                                     | qualité<br>« <i>Soigné</i> » A3<br>(microns) | ajustage G3 pr.      |         | minimum<br>(microns) |
|                       |                 | maximum<br>(microns)                |  | minimum<br>(microns) |         |                      |
| 18                    | 30              | 0 + 45                              | + 200  | + 155                | 110     | 200                  |
| 30                    | 50              | 0 + 50                              | + 200  | + 150                | 100     | 200                  |
| 50                    | 60              | 0 + 60                              | + 210  | + 150                | 90      | 210                  |
| 60                    | 70              | 0 + 60                              | + 220  | + 160                | 100     | 220                  |
| 70                    | 80              | 0 + 60                              | + 230  | + 170                | 110     | 230                  |
| 80                    | 90              | 0 + 70                              | + 240  | + 170                | 100     | 240                  |
| 90                    | 100             | 0 + 70                              | + 250  | + 180                | 110     | 250                  |
| 100                   | 110             | 0 + 70                              | + 260  | + 190                | 120     | 260                  |
| 110                   | 120             | 0 + 70                              | + 270  | + 200                | 130     | 270                  |
| 120                   | 180             | 0 + 80                              | + 280  | + 200                | 120     | 280                  |

Un cas du même genre se présente pour les boulons à chasser (fixation des cylindres). On a adopté pour le trou de boulon, la qualité d'alésage « *Précis* » A2, car celle-ci peut être réalisée aisément avec de bons alésoirs; on a choisi, pour le tournage du corps des boulons, l'ajustage G3, en augmentant le diamètre nominal

d'une certaine quantité pour obtenir le serrage voulu, et on a créé ainsi le type d'ajustage *G3 ch* (G3 chassé, tabl. III).

Dans le même ordre d'idées, pour les boulons glissants, on a choisi l'alésage « *Précis* » A2 et la qualité « *Glissant soigné* » G3 pour le corps des boulons (tabl. III).

TABLEAU III. — Calibres d'ajustage des boulons à chasser et glissants.

| Diamètre nominal   |              | Alésage                         | Boulons                   |                                       |
|--------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| au-dessus de (mm.) | jusque (mm.) |                                 | à chasser                 | glissants                             |
|                    |              | qualité « Précis » A2 (microns) | ajustage G3 ch. (microns) | ajustage soigné glissant G3 (microns) |
| 10                 | 18           | 0 + 18                          | + 20 + 55                 | 0 — 35                                |
| 18                 | 30           | 0 + 22                          | + 22 + 67                 | 0 — 45                                |
| 30                 | 50           | 0 + 25                          | + 25 + 75                 | 0 — 50                                |
| 50                 | 80           | 0 + 30                          | —                         | 0 — 60                                |
| 80                 | 120          | 0 + 35                          | —                         | 0 — 70                                |

Les calibres à tolérances ne s'emploient pas seulement pour les articulations, mais aussi pour des emmanchements divers : par exemple les largeurs des cannelures des pistons moteurs et des distributeurs cylindriques, ainsi que les largeurs des cercles correspondants, ont été standardisées (gamme de largeurs de millimètre en millimètre pour les pistons et de 1/4 mm. en 1/4 mm. pour les distributeurs; avec tolérances de + 50 et 0 microns pour les rainures, et de — 50 et — 100 microns pour les cercles, assurant ainsi un jeu moyen de 0.1 mm.). On utilise également des calibres coniques pour la vérification des assemblages tels que les emmanchements de la tige de piston dans la crosse et dans le piston.

Des cartes de dimensions standards de boulons, goujons, vis, rivets ont été établies pour tout le matériel; la vérification des filetages s'effectue au moyen de calibres à tampons et de calibres à molettes; pour les boulons tournés et polis (fixation des cylindres et des guides des boîtes à huile), on a adopté un système de tolérances qui se rapproche du système Newall.

*Standardisation des outils.* — Tous les outils sont repris à des cartes standards

et sont confectionnés et affûtés par un atelier spécialisé; la planche IX donne à titre d'exemple une carte de ce genre.

\* \* \*

L'application de ces différentes mesures de standardisation et la généralisation du travail à tolérances ont eu une influence fondamentale sur le coût, la rapidité et la qualité du travail. Elles ont permis la fabrication en série, sur des machines perfectionnées, de nombreuses pièces de rechange, et de constituer des magasins de pièces standardisées qui alimentent régulièrement les ateliers de réparation et les remises à locomotives de tout le réseau.

## II. — Les installations.

Les ateliers comprennent essentiellement deux ensembles de bâtiments séparés par un transbordeur de niveau, du type à portiques, ayant une longueur de 20 mètres et pouvant transporter une charge de 100 tonnes (photo 1).

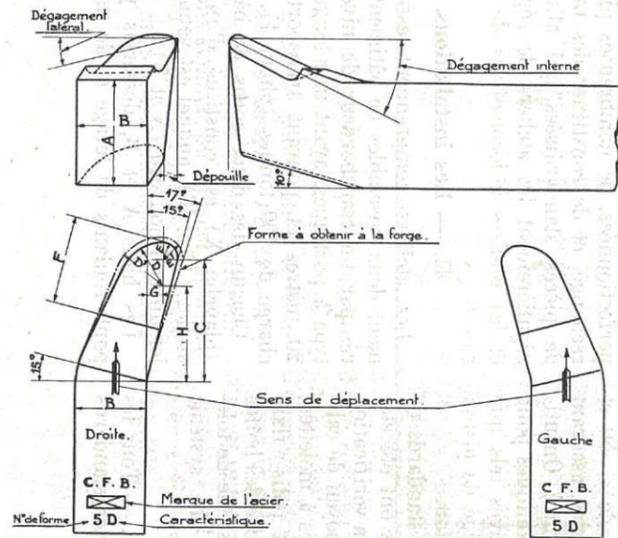
Chacun des deux corps de bâtiments (planche X) est constitué d'un ancien atelier (A' et B'), auquel est venu s'accrocher un hall nouveau (A et B).

Les halls A et B, desservis par des ponts-roulants de levage et de manuten-

ATELIERS CENTRAUX DE MALINES.

Standardisation des Dimensions et Formes d'outils.

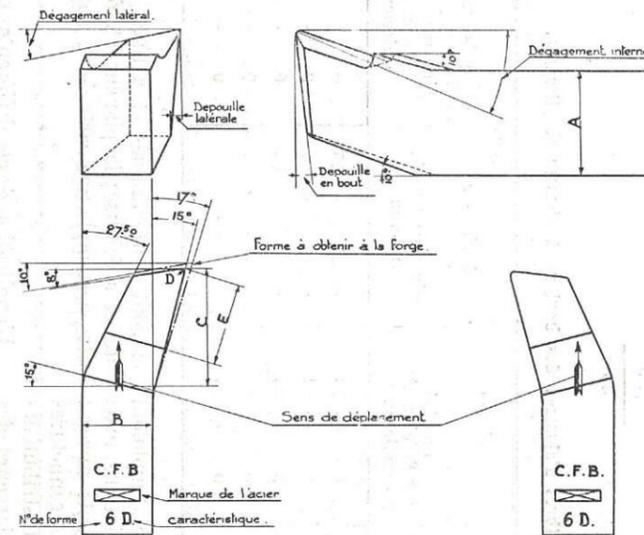
**Forme 5.**  
Outil de côté. — Dégrossisseur.



Dimensions du bec suivant section de l'outil. Valeur des angles suivant matière à travailler.

| A  | B  | C    | D  | D <sup>1</sup> | E   | E <sup>1</sup> | F  | G   | H    | Matières à travailler.                       | Marque | Angles de |       |             |                    |
|----|----|------|----|----------------|-----|----------------|----|-----|------|--|--------|-----------|-------|-------------|--------------------|
|    |    |      |    |                |     |                |    |     |      |  |        | dépouille | coupe | intériorité | dégagement latéral |
| 20 | 15 | 26   | 9  | 9.6            | 3.5 | 4.1            | 20 | 3.5 | 20.5 | Bronze . . . . .                             | A      | 7°        | 90°   | —           | —                  |
| 25 | 15 | 26   | 9  | 9.6            | 3.5 | 4.1            | 20 | 3.5 | 20.5 | Acier dur, fonte dure . . . . .              | B      | 7°        | 74°   | 14°         | 8°                 |
| 30 | 20 | 35   | 12 | 12.8           | 5   | 5.8            | 25 | 4   | 28   |  |        |           |       |             |                    |
| 35 | 25 | 44   | 16 | 17             | 6.5 | 7.5            | 30 | 5   | 34.5 | Acier mi-dur, mi-doux, fonte douce . . . . . | C      | 7°        | 64°   | 22°         | 15.5°              |
| 40 | 25 | 44   | 16 | 17             | 6.5 | 7.5            | 30 | 5   | 34.5 |  |        |           |       |             |                    |
| 40 | 30 | 52.5 | 20 | 21.3           | 8   | 9.3            | 35 | 6   | 40.5 | Acier extra doux, cuivre rouge . . . . .     | D      | 7°        | 55°   | 28.5°       | 24°                |
| 45 | 30 | 52.5 | 20 | 21.3           | 8   | 9.3            | 35 | 6   | 40.5 |  |        |           |       |             |                    |

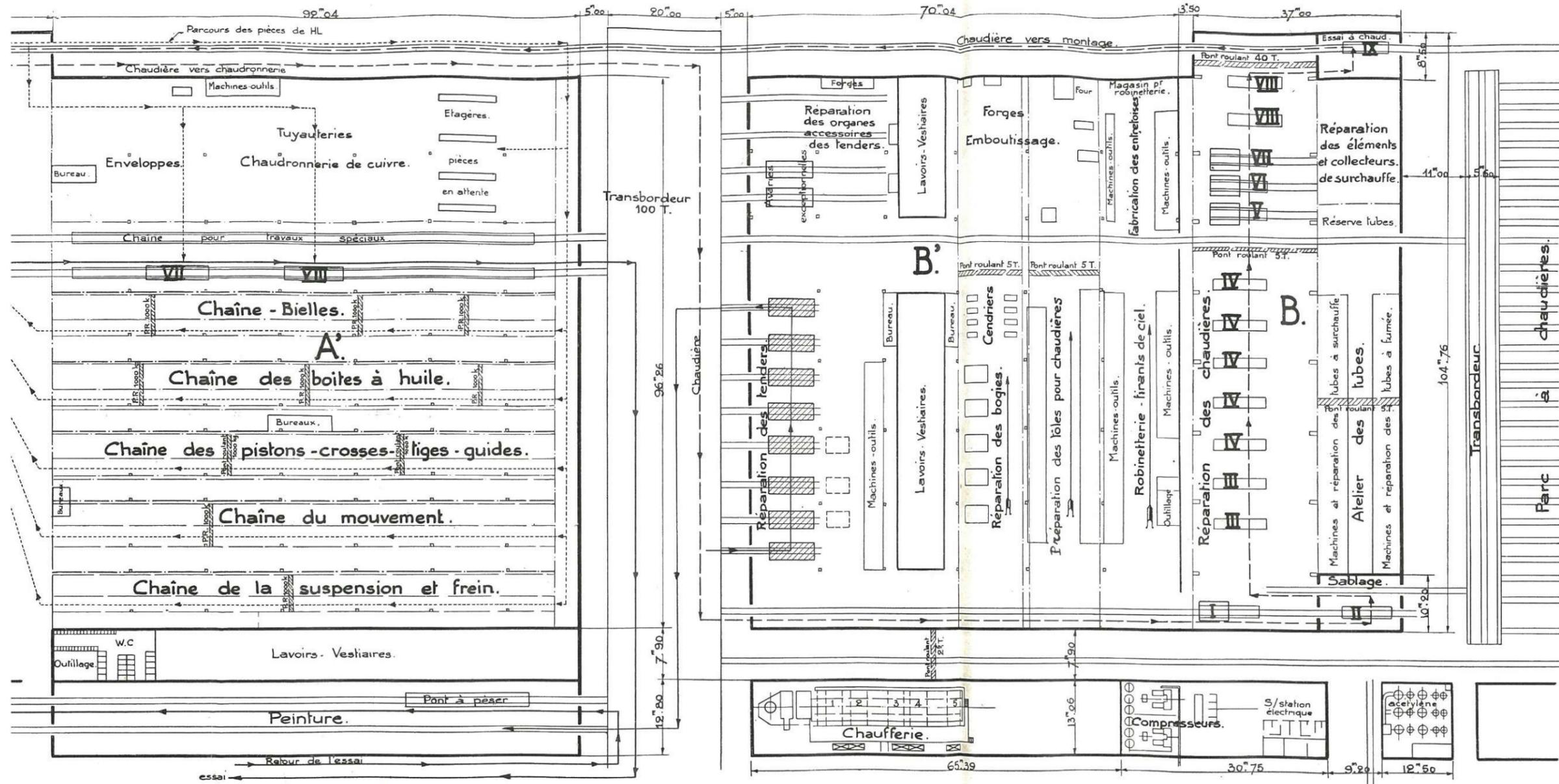
**Forme 6.**  
Outil de côté. — Finisseur.



Dimensions du bec suivant section de l'outil. Valeur des angles suivant matière à travailler.

| A  | B  | C  | D     | E  | Matières à travailler                        | Marque | Angles de         |                    |       |                    |                    |
|----|----|----|-------|----|--|--------|-------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|
|    |    |    |       |    |  |        | dépouille en bout | dépouille latérale | coupe | dégagement interne | dégagement latéral |
| 20 | 15 | 30 | 3/4   | 20 | Bronze . . . . .                             | A      | 7°                | 4°                 | 90°   | —                  | —                  |
| 25 | 15 | 30 | 3/4   | 20 | Acier dur, fonte dure . . . . .              | B      | 7°                | 4°                 | 74°   | 14°                | 8°                 |
| 30 | 20 | 35 | 1     | 25 |  |        |                   |                    |       |                    |                    |
| 35 | 25 | 40 | 1 1/4 | 30 | Acier mi-dur, mi-doux, fonte douce . . . . . | C      | 7°                | 4°                 | 64°   | 22°                | 15.5°              |
| 40 | 25 | 40 | 1 1/4 | 30 |  |        |                   |                    |       |                    |                    |
| 40 | 30 | 50 | 1 1/2 | 35 | Acier extra doux, cuivre rouge . . . . .     | D      | 7°                | 4°                 | 55°   | 30°                | 21.5°              |
| 45 | 30 | 50 | 1 1/2 | 35 |  |        |                   |                    |       |                    |                    |

Schéma de l'organisation du travail dans les nouveaux ateliers de Malines.



Légende : HL = Locomotives.

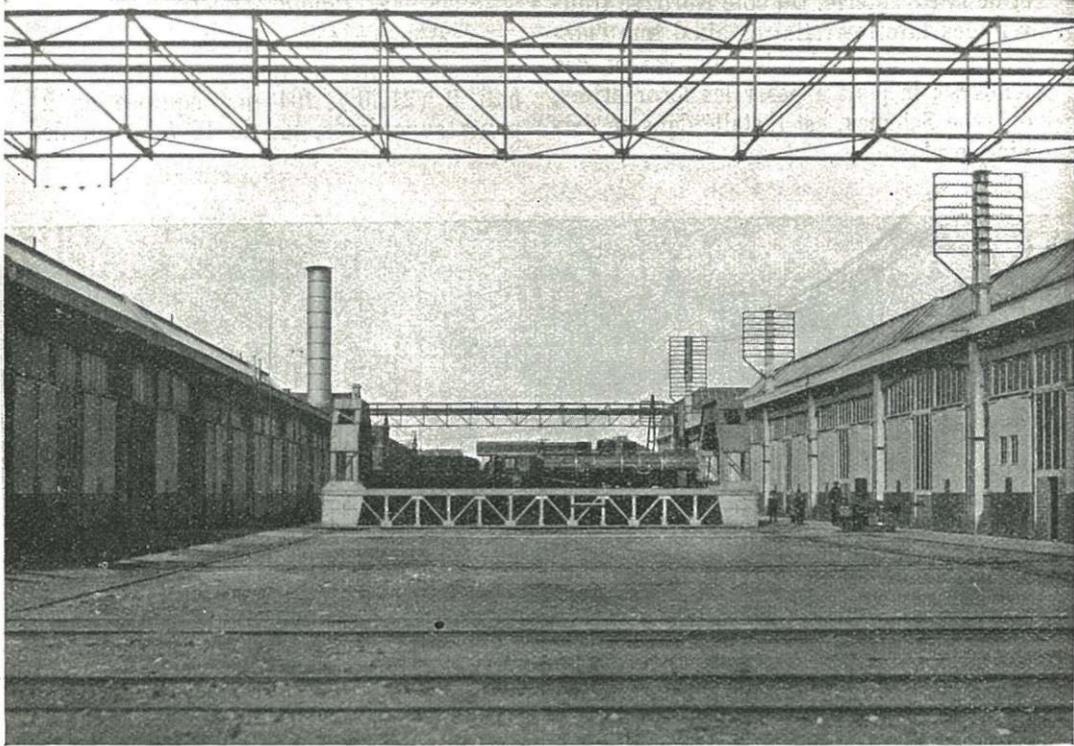


Photo 1. — Transbordeur de locomotives entre les deux groupes de bâtiments affectés à la réparation des locomotives.

tion, sont consacrés respectivement au montage des locomotives et à la grande réparation des chaudières; la disposition adoptée est celle des fosses et stands en travers.

a) *Atelier de montage* (planche X).

Le hall A comprend deux travées de  $18,3 \times 112$  m., desservies chacune par un pont-roulant de levage de 70 tonnes et deux ponts de manutention de 5 tonnes. Ces halls comprennent les divers stands de démontage de la locomotive (en grande ou en moyenne réparation), de réparation et de remontage du châssis, et de placement de la chaudière réparée.

Les fosses ont 12 m. de longueur et sont pourvues d'un dispositif d'éclairage électrique ménagé dans les parois.

b) *Atelier de réparation des pièces détachées des locomotives.*

Le hall A' comporte 8 travées de 91 m. de longueur. Les 5 premières sont desservies par des ponts-roulants de 1 000 kgr. de charge utile, à commande du sol; chacune d'elles sert à la réparation complète d'un groupe déterminé d'organes (sous-chaines des bielles, boîtes à huile, pistons et tiroirs, mécanisme, frein et suspension). Les deux dernières travées sont utilisées pour la réparation de l'armature

et de la tuyauterie. Du côté Nord, se trouvent les lavoirs-vestiaires ainsi que l'atelier de peinture des locomotives et des tenders ; le pont à peser les locomotives, du type Schenck, est installé dans ce dernier local.

c) *Chaudronnerie.*

La grande réparation des chaudières s'effectue dans la travée principale du hall B ( $21.50 \times 104$  m.) équipée de 2 ponts superposés, un de 40 t. et un de 5 t.



Photo 2. — Vue de la chaudronnerie.

Dans la travée secondaire, hall de  $15 \times 104$  m., desservie par un pont-roulant de 5 t., on répare les tubes à fumée et les organes des surchauffeurs. A l'extrémité Sud du hall des tubes est situé un local pour l'épreuve à chaud des chaudières, et, à l'extrémité Nord du même hall, se trouve le local pour le nettoyage extérieur et intérieur des chaudières au jet de sable.

d) *Préparation des éléments constitutifs des chaudières.*

L'outillage, les machines-outils et la robinetterie sont concentrés dans 3 travées de la partie de l'atelier B' voisine du hall de chaudronnerie.

Deux de ces travées sont munies d'un pont-roulant de 5 t. à commande du sol.

Dans la partie de l'atelier B' située du côté du transbordeur de 100 t., on effectue les grandes et les moyennes réparations des tenders ; on y a prévu également des lavoirs-vestiaires très spacieux.

e) *Installations spéciales.*

*Chaufferie centrale.* — Une chaufferie moderne, comprenant 5 chaudières multitubulaires (Jiges) de 220 m<sup>2</sup> de surface de chauffe et timbrées à 12 kgr./cm<sup>2</sup>, produit la vapeur nécessaire au chauffage des locaux ainsi qu'à l'alimentation des marteaux-pilons, des douches de dégraissage, de la buanderie, etc.

Chacune des chaudières assure une production normale horaire de 5 000 kgr. de vapeur (6 000 kgr. en marche poussée).

Le chauffage des ateliers est assuré par des appareils aérothermes (système Westinghouse).

*Centrale d'air comprimé.* — L'air comprimé est fourni par deux compresseurs du type jumelé à attaque directe par moteur asynchrone-synchronisé de 250 ch. 6 000 V.

Chacun des compresseurs débite 30 m<sup>3</sup> d'air aspiré à la minute.

*Centrale d'acétylène.* — L'acétylène est produit par 3 générateurs à chute de carbure, à basse pression, capables chacun d'un débit horaire de 12 000 litres de gaz.

L'oxygène est fourni par l'industrie privée dans des wagons-réservoirs à la pression de 150 kgr./cm<sup>2</sup>. Chaque wagon comporte 5 bonbonnes d'une capacité en eau de 920 litres chacune, et peut donc fournir environ 700 m<sup>3</sup> d'oxygène détendu.

*Canalisations.* — La vapeur, l'air comprimé, l'oxygène et l'acétylène sont distribués dans l'ensemble des nouveaux

ateliers par un réseau de canalisations entièrement soudées et pourvues de multiples prises.

Chacune de ces canalisations a sa couleur distinctive.

L'électricité est livrée sous 6 300 volts alternatif par des centrales privées. Des sous-stations transforment ce courant suivant les nécessités sous 220 ou 440 volts alternatif et en courant continu à 220 volts.

Les transports sont subdivisés en trois catégories et comprennent :

a) les transports entre les magasins et les services extérieurs à l'atelier central; ces transports sont effectués en général par wagon ou par camion automobile;

b) les transports entre magasins et chantiers et les transports entre les différents chantiers. Dans cette catégorie se placent les envois de matières vers les ateliers, les expéditions d'un chantier à un autre, l'expédition de pièces finies vers les magasins, l'évacuation et la réintégration des mitrilles de valeur.

Tous ces transports se font par remorques tirées par des tracteurs automobiles. De nombreuses et larges pistes en béton sillonnent les ateliers; elles atteignent une longueur totale de plus de 2 km. Un service régulier de transports est établi, comprenant plusieurs circuits que les trains de remorques suivent à des heures fixes. Le déchargement s'effectue dans chaque chantier à des endroits réservés et à heure obligée et contrôlée;

c) les transports à l'intérieur des bâtiments.

Ces transports sont effectués : à l'aide de transporteurs du type à accumulateurs; par les petits ponts de service; ou par les grands ponts-roulants.

Les pièces du mécanisme, du frein, les tôles, sont disposées sur des tables de

1 m.  $\times$  1 m. 20 et de 35 cm. de hauteur, qui sont soulevées et déplacées par les transporteurs. Les petites pièces sont classées dans des containers.

Pour rendre la circulation aisée, les chantiers comportent des chemins dessinés à la couleur blanche. Aucun objet ne peut être déposé dans les espaces ainsi délimités de façon que la circulation soit rapide et ne puisse à aucun moment être entravée.

### III. — Organisation des chaînes de réparation.

La réparation des locomotives, qu'il s'agisse du châssis, de la chaudière ou des organes détachés, s'effectue suivant le principe du travail « à la chaîne ».

Comme nous l'avons fait remarquer dans la première partie de cet exposé, il s'agit de chaînes à avancement intermittent, chaque progression s'effectuant en général à intervalles réguliers et amenant les véhicules ou pièces à réparer successivement devant des emplacements spécialement outillés pour la phase de réparation considérée.

Il existe 4 chaînes principales : châssis des locomotives en grande réparation; grande réparation des chaudières; moyenne réparation des locomotives; grande et moyenne réparation des tenders; et des chaînes secondaires qui livrent les pièces détachées aux chaînes principales.

Chacune de ces chaînes secondaires (bielles, boîtes, etc.) forme un ensemble indépendant disposant d'une cabine de soudure électrique, des machines-outils, des ajusteurs nécessaires à la réfection complète des pièces; tous ces éléments sont disposés en ligne et dans l'ordre chronologique des opérations, de façon que les pièces avancent régulièrement, sans rebroussements. On n'y exécute

aucune fabrication en série, celle-ci étant effectuée dans un atelier spécial muni de machines à grande production.

Comme le montre la planche X, les chaînes secondaires sont disposées de façon à alimenter directement les chaînes principales.

Cette disposition a permis de réduire considérablement les manutentions; la surveillance générale de l'atelier est particulièrement aisée : chaque dérangement est immédiatement localisé; on y remédie sur-le-champ, de façon à éviter toute répercussion sur la marche des chaînes.

#### A. — CHAÎNES PRINCIPALES.

a) *Grande réparation.* — Le circuit parcouru par la locomotive et son châssis en grande réparation est indiqué par un trait plein à la planche X.

Avant d'entrer à l'atelier de montage, la locomotive passe sur une plateforme de dégraissage, où elle subit un nettoyage général par projection d'eau chaude additionnée de soude et de sable. Elle entre ensuite au stand I, où sont enlevés systématiquement : la tuyauterie, la robinetterie, les enveloppes, les organes de la boîte à fumée, la chaudière, les roues.

Ces diverses opérations sont terminées en quatre heures de travail, pendant lesquelles un des ponts-roulants de 5 t. reste constamment à la disposition de la brigade de démontage.

La chaudière est retournée et disposée sur un truck spécial; elle est dirigée vers la chaudronnerie en empruntant le transbordeur central, comme l'indique la ligne pointillée (planche X). Le châssis est placé sur « diplotrys » et est ramené à la plateforme de dégraissage pour subir un second nettoyage à la lance; il est ensuite amené au stand II où s'achève le démontage complet.

Les pièces détachées sont dégraissées à



la douche au carbonate de soude et expédiées ensuite dans les différentes sous-chaines. Le châssis est nettoyé par gratage et est soumis à un examen approfondi. Ces opérations correspondent aux *deux premiers jours* du programme (planche XI).

*3<sup>e</sup> jour* : le pont-roulant déplace le châssis à l'un des stands III, où il subit pendant quatre jours toutes les réparations nécessaires (redressement des longerons, remplacement de cylindres, de guides de boîte à huile, de caissons d'attelage, travaux de soudure, etc.).

*7<sup>e</sup> jour* : le châssis passe à l'un des stands IV (*7<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> jour*), où il est placé de niveau pour subir les opérations d'équerrage. Après vérification du châssis et rectification à la meule portative des faces des guides des boîtes, on relève, à l'aide d'instruments spéciaux, toutes les dimensions nécessaires pour le parachèvement des boîtes à huile.

Les cylindres sont alésés, les fourreaux de distribution sont montés, rodés, alésés et mesurés; on procède également au montage des guides de crosse.

*13<sup>e</sup> jour* : le châssis passe à l'un des stands V (*13<sup>e</sup> au 15<sup>e</sup> jour*), où l'on remonte successivement tous les organes du mouvement, de la suspension et du frein.

*15<sup>e</sup> jour* : le châssis est placé sur roues.

*16<sup>e</sup> jour* : la chaudière réparée est posée sur le châssis (stand VI), en même temps que la marquise, les enveloppes et les appareils d'alimentation.

*17<sup>e</sup> jour* : remontage de la robinetterie (stand VII).

*18<sup>e</sup> jour* : remontage de la tuyauterie (stand VIII).

*19<sup>e</sup> jour* : voyage d'essai.

*20<sup>e</sup> jour* : mises au point et achèvement de la peinture.

Ces différentes phases de la réparation sont représentées graphiquement au programme-type planche XI.

Considéré en tant que réparation du châssis, ce programme est très large; mais il dépend essentiellement de la durée de réparation de la chaudière. On s'est imposé en principe de n'avoir recours au parc de chaudières de réserve ou au travail en double équipe, peu favorable au bon rendement, que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles; le programme-type de la réparation des chaudières a, dans ces conditions, été conçu pour tenir compte de la durée des plus importantes réparations qui peuvent se présenter, telles que le remplacement complet du foyer coïncidant avec le renouvellement partiel de tôles de la boîte à feu, du corps cylindrique et de la boîte à fumée.

#### b) *Grande réparation des chaudières* (planche XII).

Le *1<sup>er</sup> jour* du programme général, à l'heure de midi, la chaudière est amenée à la chaudronnerie, en suivant le chemin indiqué à la planche X.

On effectue la visite du foyer; la chaudière est disposée sous un portique (stand I), équipé de foreuses électriques pour le forage des entretoises.

Les tôles en cuivre qui doivent être démontées y sont sectionnées par une chaîne de trous.

En même temps que le forage, on procède à l'enlèvement de la tubulure. Ces différentes opérations sont terminées le *2<sup>e</sup> jour à midi*.

La chaudière passe ensuite au stand II (local de sablage). Le nettoyage au jet de sable de l'intérieur du corps cylindrique s'effectue au moyen d'un appareil automatique constitué essentiellement d'une lance animée d'un mouvement hélicoïdal.



L'extérieur des tôles est sablé au moyen d'une lance manœuvrée à la main.

La visite approfondie du corps cylindrique suit immédiatement le sablage.

*3<sup>e</sup> jour* : le pont-roulant déplace la chaudière au stand III, où on procède au démontage. Les rivets, tirants et entretoises sont chassés au marteau pneumatique; les tôles sont découpées, puis enlevées à l'aide du pont-roulant de 5 t.

La présentation dans le foyer de la nouvelle tôle tubulaire ou tôle arrière s'effectue le *4<sup>e</sup> jour après-midi*.

Le démontage s'achève par le nettoyage des parties rendues accessibles, l'enlèvement des copeaux, bouts d'entretoises, boulons et rivets.

*5<sup>e</sup> jour* : réservé aux travaux de soudure électrique, recharges de corrosions, soudures de flancs ou bouchage d'alvéoles trop agrandis.

*6<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> jours* : remontage, rivetage et matage de toutes les tôles (stand IV).

*10<sup>e</sup> jour* : taraudage des trous pour entretoises (stand V).

*11<sup>e</sup> jour* : placement des entretoises (stand VI).

*12<sup>e</sup> jour* : rivetage des entretoises (stand VII).

Chacun de ces trois derniers stands est équipé d'un portique muni de l'outillage nécessaire : le 1<sup>er</sup> portique comporte 6 taraudeuses électriques suspendues; le second comprend 6 visseuses électriques; le troisième est équipé de marteaux pneumatiques pour le rivetage simultané des deux têtes d'entretoise.

*13<sup>e</sup> jour* : garnissage (placement des tubes, robinets, etc., stand VIII).

*14<sup>e</sup> jour* : épreuve à froid et épreuve à chaud (stand IX).

Le *15<sup>e</sup> jour* constitue un jour de batte-

ment nécessaire pour éviter qu'une irrégularité éventuelle n'entraîne des perturbations dans la chaîne principale des châssis. Au cours de cette journée, on peut corriger, si nécessaire, les défauts décelés aux épreuves. Au soir, la chaudière est conduite au montage, pour être placée sur le châssis, le 16<sup>e</sup> jour au matin (programme-type planche XI).

Les réparations les plus importantes se font d'après ce programme. Seuls quelques cas d'ailleurs exceptionnels (par exemple, le remplacement d'une tôle-selle) nécessitent l'emploi d'une double équipe aux stands de remontage.

Le délai relatif à une réparation complète est donc de  $13,5 \times 8 = 108$  heures.

Les grandes réparations de chaudière sont généralement assez importantes; elles comportent presque toujours le remplacement de la tôle tubulaire et des demi-flancs du foyer; très fréquemment aussi le remplacement de demi-viroles inférieures du corps cylindrique; moins souvent, le remplacement de la tôle arrière du foyer, de la tôle tubulaire de boîte à fumée, des parois de la boîte à feu.

Les tôles tubulaires présentant des fissures ou d'autres avaries importantes sont toujours remplacées en entier; les réparations par soudure autogène ne sont autorisées que pour les réparations moyennes.

Il en est de même pour la tôle arrière du foyer; on rapporte parfois par soudure des pièces à la bouche du foyer et dans les bords emboutis.

Les nouveaux bas de foyer en cuivre sont rapportés par soudure au chalumeau oxy-acétylénique; cette opération est effectuée par une brigade de quatre soudeurs, se relayant deux par deux.

Les demi-parois extérieures de la boîte à feu sont le plus souvent remplacées lorsque le diamètre des trous d'entretoises

Ateliers Centraux de Malines.

Programme type.

LOCOMOTIVE.  
Réparation moyenne.

| N° | OPÉRATIONS.  | 1 <sup>er</sup> jour. | 2 <sup>me</sup> jour. | 3 <sup>me</sup> jour. | 4 <sup>me</sup> jour. | 5 <sup>me</sup> jour. | 6 <sup>me</sup> jour. | 7 <sup>me</sup> jour. | 8 <sup>me</sup> jour. | 9 <sup>me</sup> jour. | 10 <sup>me</sup> jour. | 11 <sup>me</sup> jour. | 12 <sup>me</sup> jour. |
|----|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1  | Enlèvement des roues . . . . .                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 2  | Démontage de tous les organes du châssis . . . . . | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 3  | Démontage des enveloppes de chaudière . . . . .    | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 4  | Démontage de la chaudière . . . . .                | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 5  | Nettoyage général. . . . .                         | █                     | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 6  | Réparations du châssis . . . . .                   |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 7  | Remplacement des goujons de chaudière . . . . .    |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 8  | Forage et enlèvement des entretoises . . . . .     |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 9  | Rivetage et matage à la chaudière. . . . .         |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 10 | Taradage des alvéoles pour entretoises . . . . .   |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 11 | Placement des entretoises . . . . .                |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 12 | Réparations aux cylindres. . . . .                 |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 13 | Réparation du plancher. . . . .                    |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 14 | Remontage de la robinetterie de chaudière. . . . . |                       |                       | █                     | █                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 15 | Placement de la marquise . . . . .                 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 16 | Placement des tubes à fumée . . . . .              |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 17 | Montage du cendrier et grilles. . . . .            |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 18 | Montage de la suspension . . . . .                 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 19 | Montage des enveloppes de chaudière . . . . .      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 20 | Placement des roues . . . . .                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 21 | Montage du mécanisme . . . . .                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 22 | Montage des organes de choc et attelage. . . . .   |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 23 | Montage des bielles . . . . .                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 24 | Montage du frein . . . . .                         |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 25 | Montage des organes de la boîte à fumée . . . . .  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 26 | Remontage de la tuyauterie . . . . .               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 27 | Sortie de la locomotive . . . . .                  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 28 | Voyage d'essai . . . . .                           |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 29 | Achèvement de la peinture . . . . .                |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |
| 30 | Corrections après essai . . . . .                  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |                        |

Legendes : Chaudières.

devient trop grand; on procède par placement de bagues si le nombre de trous à réparer n'est pas trop élevé; on préfère en général le remplacement de la demi-paroi, la partie de tôle neuve étant rapportée par soudure électrique.

En ce qui concerne les réparations du corps cylindrique, l'utilisation de la soudure électrique est interdite; seule la recharge de piqûres est autorisée dans des limites très restreintes.

Une réparation très fréquente est le remplacement des viroles ou demi-viroles du corps cylindrique; le placement de pièces ou de doublures au corps cylindrique est également interdit.

En cas de remplacement complet du foyer, le foyer neuf est préparé d'avance; il est présenté dans la chaudière pour le traçage, puis parachevé et remonté; le programme général ne subit guère de changement de ce chef.

#### c) Réparation moyenne des locomotives.

Au point de vue du châssis, il y a peu de différence entre la grande et la moyenne réparation; dans ce dernier cas, les tolérances sont un peu plus larges pour l'équerrage. Tous les organes du mouvement, de la suspension et du frein subissent les mêmes travaux dans les deux catégories de réparation.

La différence essentielle réside dans la réparation de la chaudière; on n'y effectue que les opérations d'entretien indispensables; toutefois la tubulure est très fréquemment remplacée; les entretoises les plus usées sont renouvelées et les autres sont rematées; il est assez courant de remplacer de 100 à 300 entretoises.

Si la tôle tubulaire du foyer présente des fissures relativement peu importantes, on effectue souvent la réparation par pose de pièces rapportées par soudure oxy-acétylénique.

La robinetterie et les appareils d'ali-

mentation subissent une révision générale.

La locomotive suit en réparation moyenne une chaîne de cinq phases, chacune de deux jours; le 11<sup>e</sup> jour est réservé au voyage d'essai et le 12<sup>e</sup> jour aux retouches et à l'achèvement de la peinture.

Le programme-type (planche XIII) indique les phases principales de la réparation moyenne.

#### d) Réparation des tenders.

La réparation des tenders se fait indépendamment de la réparation des locomotives.

L'atelier des tenders comprend les stands de réparation, un poste de soudure, une forge, des machines-outils et des stands d'ajustage.

Il existe également deux catégories de réparations (grandes et moyennes) qui diffèrent essentiellement par l'importance des travaux aux soutes à eau.

Il n'existe néanmoins qu'une seule chaîne et les délais sont les mêmes pour les deux catégories de réparation.

Les tenders passent successivement dans cinq stands. La durée totale de la réparation est de 7 jours (planche XIV).

Comme l'ancien atelier ne permettait pas l'installation d'un pont-roulant de levage, le déplacement des tenders est exécuté au moyen du transbordeur de 100 tonnes.

A cet effet, dès que les roues sont retirées, on pose le tender sur des chariots spéciaux conçus de façon à ne pas gêner le travail sous les soutes.

*1<sup>er</sup> jour* : on démonte tous les organes du châssis et on retire les roues. Le stand I est muni dans ce but de vérins de levage électriques.

*2<sup>e</sup> jour* (stand II) : réservé au nettoyage intérieur et extérieur.

*3<sup>e</sup> au 5<sup>e</sup> jours* : on effectue les réparations aux soutes à eau et à charbon; on

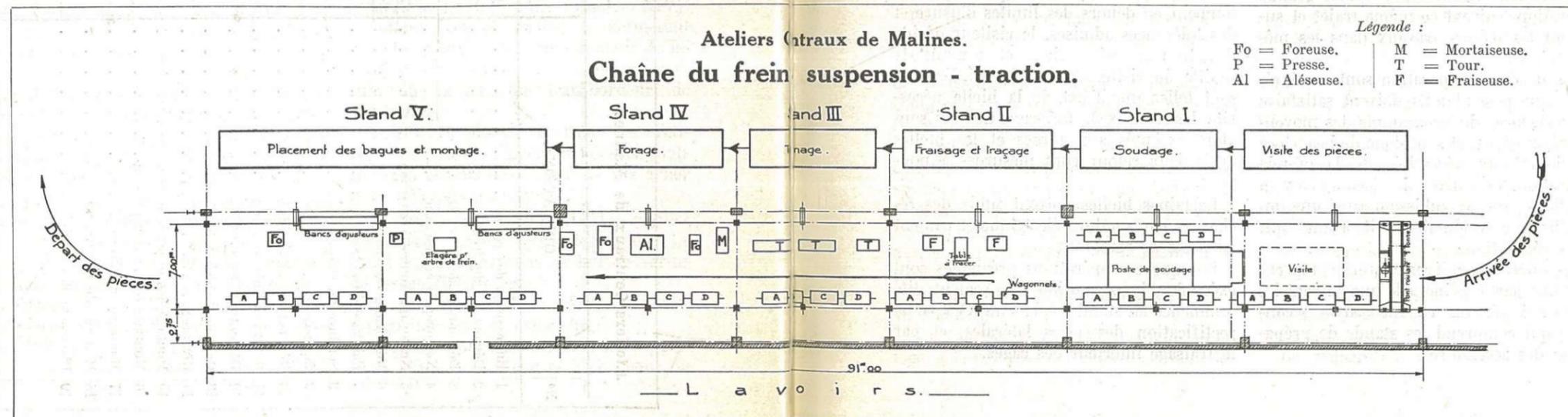
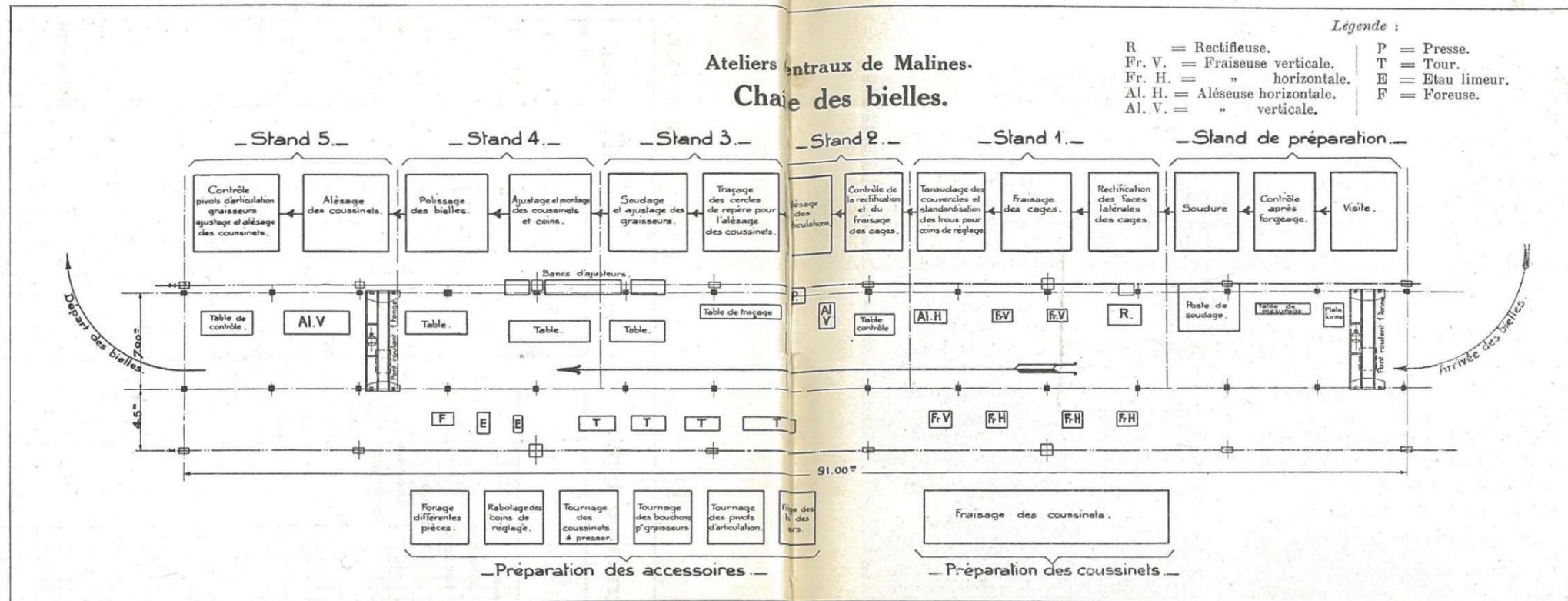
Ateliers Centraux de Malines.

Programme type.

TENDERS.  
Grande et moyenne réparations.

| No | OPÉRATIONS.   | 1 <sup>er</sup> jour. | 2 <sup>me</sup> jour. | 3 <sup>me</sup> jour. | 4 <sup>me</sup> jour. | 5 <sup>me</sup> jour. | 6 <sup>me</sup> jour. | 7 <sup>me</sup> jour. |
|----|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | Enlèvement des roues . . . . .                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 2  | Démontage du frein . . . . .                        |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 3  | Démontage de la traction . . . . .                  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 4  | Nettoyage soutes à eau . . . . .                    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 5  | Nettoyage soutes à charbon . . . . .                |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 6  | Nettoyage du châssis . . . . .                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 7  | Peinture du châssis . . . . .                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 8  | Soudure au châssis . . . . .                        |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 9  | Equerrage . . . . .                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 10 | Réparations aux coffres. . . . .                    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 11 | Renforcements aux soutes . . . . .                  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 12 | Démontage des tôles avariées. . . . .               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 13 | Remontage des tôles. . . . .                        |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 14 | Rivetage . . . . .                                  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 15 | Montage des organes de choc et de traction. . . . . |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 16 | Montage frein et suspension . . . . .               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 17 | Montage tuyauterie . . . . .                        |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 18 | Montage de la traverse de tête . . . . .            |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 19 | Placement des roues . . . . .                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |

Stand I. Stand II. Stand III. Stand III. Stand IV. Stand V.



remplace les tôles trop usées et les rivets corrodés (stand III). Le châssis subit les réparations nécessaires : équerrage, soudure, redressement des longerons, etc.

6<sup>e</sup> jour (stand IV) : on remonte les conduites du frein et du chauffage, ainsi que les organes de traction.

7<sup>e</sup> jour (stand V) : placement des roues et remontage de tous les accessoires.

La peinture s'effectue ensuite dans le local de peinture pour locomotives.

#### B. — LES CHÂÎNES SECONDAIRES.

Les pièces détachées du châssis sont réparées dans 5 chaînes secondaires indépendantes :

- a) bielles motrices et d'accouplement;
- b) boîtes à huile;
- c) pistons et tiroirs;
- d) mécanisme de distribution;
- e) frein, suspension et traction.

Chacune de ces chaînes secondaires occupe une travée de 91 m. de longueur dans laquelle les pièces à réparer se déplacent suivant un sens continu. Tous les organes, tant en moyenne qu'en grande réparation, suivent ce même trajet et subissent les mêmes travaux dans les mêmes délais.

Les délais de réparation sont aussi réduits que possible; ils doivent satisfaire aux exigences du programme des moyennes réparations, et sont donc de beaucoup inférieurs aux nécessités de la grande réparation. Les pièces des locomotives en grande réparation subissent ainsi une immobilisation volontaire soit avant, soit après réparation.

Les quatre premières chaînes comprennent une partie principale que suivent les organes à réparer et une partie secondaire qui comprend les stands de préparation des accessoires.

Les deux parties sont séparées par un chemin de circulation. La chaîne du frein ne comprend que la chaîne principale.

L'emplacement des machines-outils dans les parties secondaires est choisi de façon à faciliter le plus possible le transport des pièces.

L'organisation du travail dans les 5 chaînes est conçue d'une façon identique à celle des chaînes principales : les chaînes secondaires comportent des stands spécialisés pour un certain nombre de travaux; les organes se déplacent à des intervalles réguliers; la distribution et l'avancement du travail ainsi que la répartition de la main-d'œuvre est réglée par les plannings (photo 3).

La chaîne des bielles est représentée schématiquement à la planche XV : elle comprend 1 phase de préparation et 5 phases d'une journée.

La phase de préparation comprend essentiellement la *visite*. La bielle est placée de niveau sur une table à tracer et, à l'aide d'instruments de précision, on mesure la longueur de la bielle, les déformations éventuelles, les usures des cages, etc. Lorsque les dimensions relevées tombent en dehors des limites d'usure et des tolérances admises, le visiteur décide des travaux nécessaires et remplit la feuille de visite. Parfois les différences sont telles que l'état de la bielle nécessite des travaux de forgeage. Ceux-ci sont alors exécutés aux forges et les bielles après leur retour sont mesurées à nouveau.

Certaines bielles doivent subir des recharges par soudure électrique et passent au poste de soudure.

Lorsque ces opérations préalables sont exécutées, la réparation proprement dite commence au stand 1 (planche XV) par la rectification des faces latérales, et par le fraisage intérieur des cages.

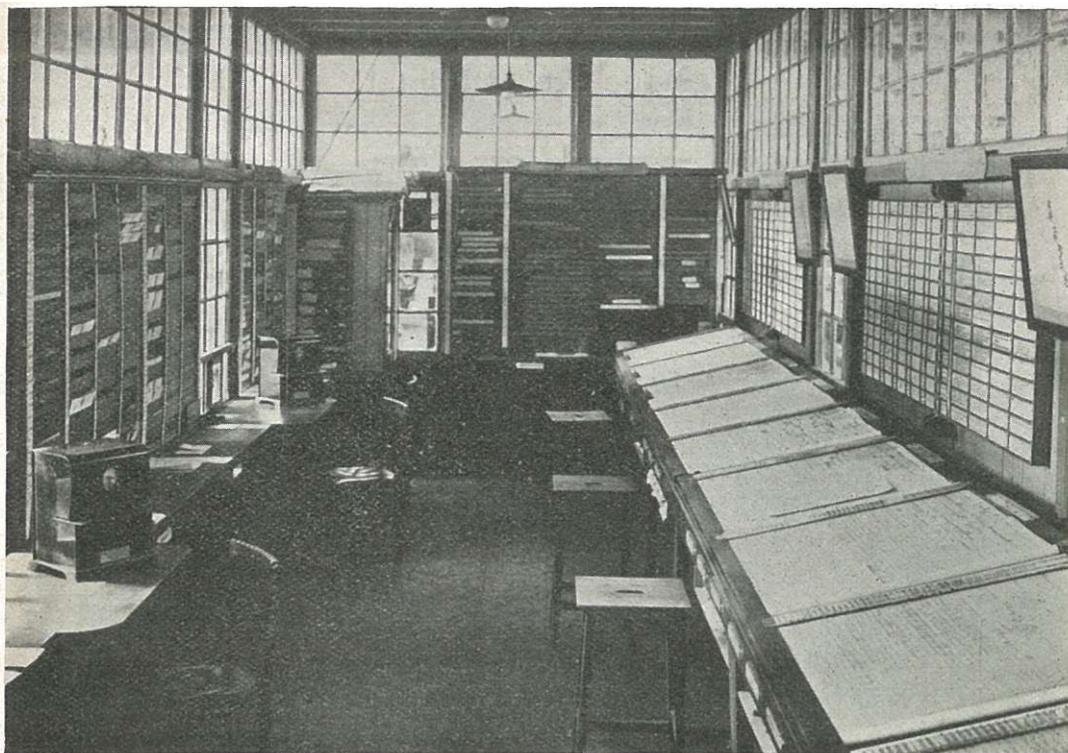


Photo 3. — Bureau de distribution du travail (plannings).

Dès que ces opérations sont terminées, on peut remplir la feuille de mesurage (stand 2) qui servira à la préparation des coussinets (planche XVII). Le stand 2 comprend en outre l'alésage des articulations.

Au stand 3 (3<sup>e</sup> jour), les bielles d'accouplement sont assemblées sur une table spéciale et on trace sur les faces latérales des cages des cercles de repère qui fixent l'axe obligé d'alésage. Tous les axes sont fixés d'après les dimensions du plan.

Les graisseurs sont réparés également au stand 3.

Au stand 4 (4<sup>e</sup> jour), s'effectuent l'ajustage et le montage des coussinets dans les

cages. Le même jour, les bielles sont polies à l'aide d'une meuleuse portative.

Les bielles complètement montées passent le 5<sup>e</sup> jour au stand 5 pour l'alésage des coussinets (aléseuse verticale double). L'axe d'alésage est déterminé d'après les cercles de repère tracés sur les faces latérales des cages. Les cotes d'alésage sont indiquées sur une carte de mesurage remplie d'après les dimensions des pivots des roues.

La réparation se termine par le contrôle du montage : on vérifie les pivots d'articulation, la qualité d'ajustage des coussinets, les cotes d'alésage et l'état des graisseurs.

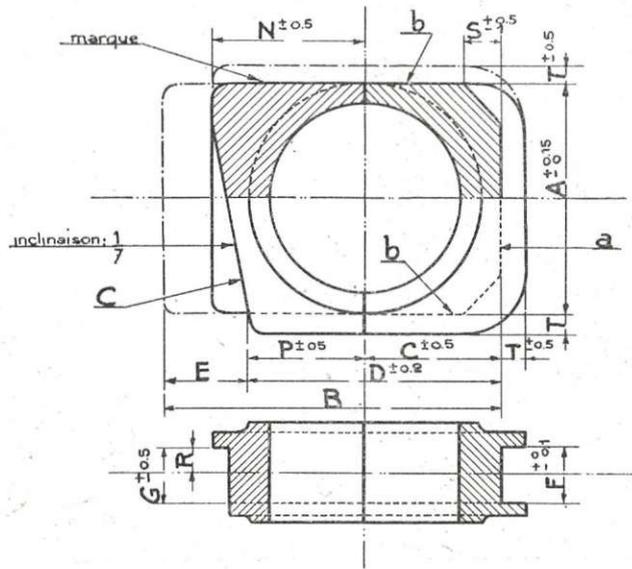
*La préparation des pièces accessoires*

ATELIERS CENTRAUX  
DE MALINES.

Feuille de mesurage.  
Fraisage des coussinets.

Chaine des bielles.

Locomotive type 81.  
N° .....



| Coussinet.                      | N° | A | B | C | P     | $D = \frac{D}{P+C}$ | F | R  | $\frac{G}{R + \frac{F}{2}}$ | N   | T  | S  | $\frac{E}{B-D}$ |
|---------------------------------|----|---|---|---|-------|---------------------|---|----|-----------------------------|-----|----|----|-----------------|
| Bielle motrice.                 | 1  |   |   |   | 114.5 |                     |   | 43 |                             | 140 | 20 | 35 |                 |
|                                 | 2  |   |   |   | 114.5 |                     |   | 43 |                             | 140 | 20 | 35 |                 |
| Bielle d'accoupl <sup>t</sup> . | 1  |   |   |   | 71.5  |                     |   | 26 |                             | 87  | 20 | 25 |                 |
|                                 | 2  |   |   |   | 114.5 |                     |   | 31 |                             | 140 | 20 | 35 |                 |
|                                 | 3  |   |   |   | 71.5  |                     |   | 31 |                             | 87  | 20 | 25 |                 |
|                                 | 4  |   |   |   | 71.5  |                     |   | 26 |                             | 87  | 20 | 25 |                 |
|                                 | 5  |   |   |   | 71.5  |                     |   | 26 |                             | 87  | 20 | 25 |                 |
|                                 | 6  |   |   |   | 71.5  |                     |   | 31 |                             | 87  | 20 | 25 |                 |
|                                 | 7  |   |   |   | 114.5 |                     |   | 31 |                             | 140 | 20 | 35 |                 |
|                                 | 8  |   |   |   | 71.5  |                     |   | 26 |                             | 87  | 20 | 25 |                 |

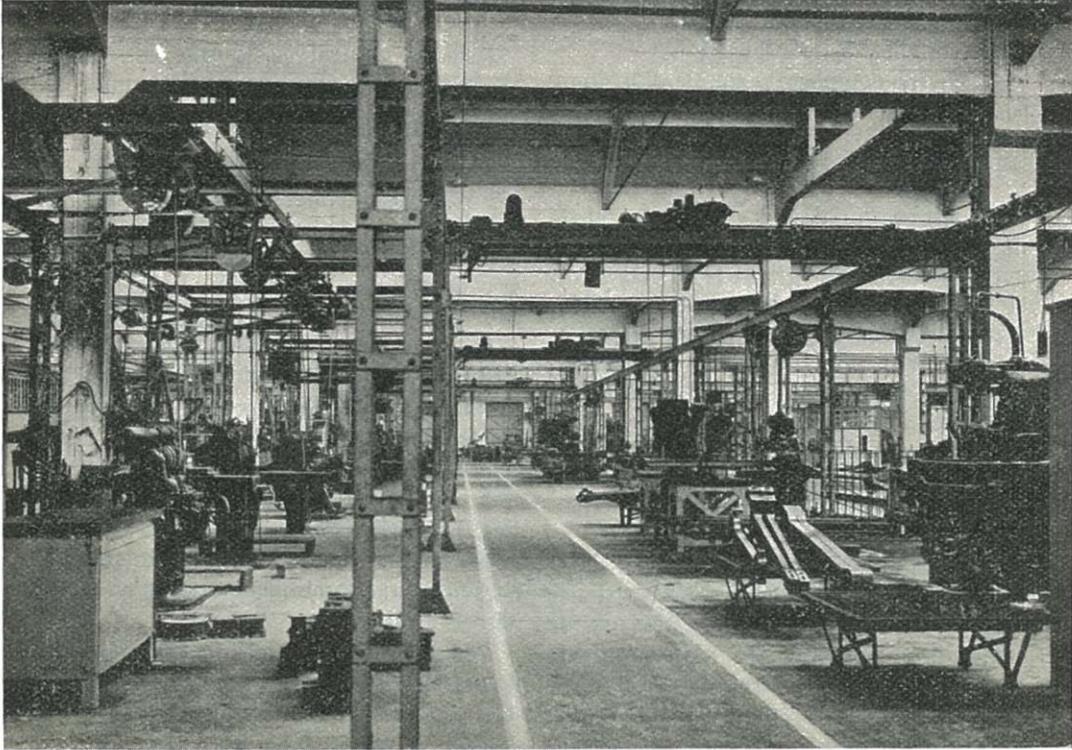


Photo 4. — Chaîne des bielles.

s'effectue dans la travée gauche de la chaîne.

Les coussinets déjà munis de métal antifricition sont fraisés aux cotes des cages de bielles.

Les pivots d'articulation, les bouchons graisseurs, les vis et coins de réglage sont usinés sur des machines-outils spécialisées, d'après des cartes de mesurage.

Le contrôle des opérations s'effectue systématiquement à des moments et à des emplacements déterminés.

Des temps fixes sont alloués aux contrôleurs pour les opérations de contrôle, qui font donc partie de la chaîne au même titre que les opérations ordinaires.

Le groupement des opérations de contrôle a permis l'utilisation d'instruments précis de mesure. Des tolérances ont été fixées pour chaque dimension, de sorte qu'aucune contestation n'est possible entre le contrôleur et l'exécutant. Ces tolérances sont inscrites sur des cartes affichées aux emplacements de la vérification.

Dans la chaîne du frein (planche XVI), l'application des principes du travail à la chaîne est encore mieux accusée.

Les différentes pièces du frein, de la traction et de la suspension sont réparties entre 4 wagonnets qui forment un

petit train. Chaque jour ce train passe d'un stand au suivant, jusqu'à l'achèvement complet de la réparation.

La chaîne comporte 5 stands d'un jour, comme la chaîne des bielles.

\* \* \*

La réalisation de ces différentes chaînes est le fruit d'études soutenues et de perfectionnements graduels. Parti d'un atelier où les locomotives étaient confiées à des brigades qui exécutaient les réparations avec plus ou moins de succès, suivant la compétence et l'activité du chef d'équipe, l'atelier de réparation est devenu un ensemble organisé, dont tous les rouages engrènent parfaitement, suivant les directives du bureau central de fabrication.

L'étude des chaînes secondaires commença par la séparation nette entre les travaux de réparation et les travaux de fabrication en série. On réalisa ensuite une première concentration de tout ce qui avait trait à la réparation d'un même groupe d'organes. Les opérations furent alors étudiées et classées d'après leur ordre chronologique et on réalisa des sections où était appliqué le principe de la progression des organes, suivant un sens unique.

Les perfectionnements dans l'outillage, les réductions des délais, entraînèrent de continuelles revisions dans les devis, dans les tarifs et dans les programmes-types.

Le contrôle des opérations fut organisé ensuite, avec l'avancement des études des tolérances et de la confection d'appareils spéciaux de mesurage.

Finalement la réalisation de stands successifs, généralement de même durée, avec des déplacements des pièces à heure déterminée, transforma les sections à sens unique en de véritables chaînes de réparation.

\* \* \*

## La réparation des voitures.

L'atelier central de Malines est chargé de la grande réparation de l'ensemble de l'effectif des voitures à voyageurs du réseau.

Cet effectif comprend essentiellement des voitures à trois essieux; l'ossature des caisses est en bois; le revêtement est en tôles ou en planchettes de teck. Le nombre de voitures à bogies avec ossature en bois est relativement réduit. Les voitures à bogies entièrement métalliques sont de construction toute récente.

L'activité de l'atelier de Malines se porte ainsi principalement sur la réparation des voitures à 3 essieux.

Tout comme la division des locomotives, la section des voitures a été réorganisée complètement, tant au point de vue organisation proprement dite qu'au point de vue technique.

Les mêmes principes ont été suivis; tout travail est préparé par le bureau central de fabrication; la distribution, l'exécution et le contrôle du travail relèvent des bureaux de planning.

Le travail est organisé suivant une chaîne qui comporte un certain nombre de stands de durée égale. Les pièces accessoires sont réparées dans des sous-chaînes disposées de manière à éviter toute manutention inutile.

Les pièces neuves sont délivrées par des magasins, qui sont alimentés soit par des achats, soit par une confection en série exécutée dans les sections de fabrication.

L'atelier comprend deux parties essentielles (planche XVIII):

A) *un local de 241 m. × 71 m.*

On y effectue la réparation complète de la caisse et du châssis, ainsi que le placement des garnitures.

Cet atelier comprend aussi les chaînes



secondaires de préparation des différentes pièces accessoires.

On y trouve :

a) la réparation des organes de frein, du chauffage, de l'éclairage;

b) la réparation des serrures, seuils, charnières;

c) une scierie, avec section de traçage, pour la confection des bois nécessaires à l'ossature;

d) une section de tôliers;

e) une sous-chaîne de confection et de réparation des portières;

f) une section de petits objets de menuiserie;

g) des stands de polissage;

h) une installation pour la réparation de l'équipement électrique des voitures (désignée à la planche XVIII sous l'appellation « Stone »);

i) une tournerie de roues.

B) un local de 241 m.  $\times$  45 m. utilisé à la peinture des voitures.

Les dernières couches d'émail sont appliquées dans une partie isolée et spécialement chauffée de ce hall, où se trouvent également : la chaîne secondaire de fabrication des coussins et dossiers ainsi que l'atelier de nickelage.

#### *La chaîne de réparation.*

Si le matériel « locomotives » de la Société Nationale comprend une grande variété de types, le nombre de types de voitures à voyageurs est encore beaucoup plus élevé. Un grand nombre de voitures ont subi des modifications très diverses; l'âge même des voitures varie de 10 à 40 ans.

Il en résulte de très grandes variations dans la quantité et la nature de la main-d'œuvre nécessaire et de réelles difficultés pour l'approvisionnement des pièces de rechange.

Il a néanmoins été possible de réaliser

une chaîne de réparation comportant un nombre fixe de phases de durée égale.

Elle comporte 26 stands de réparation, chacun d'une durée de 4 heures, et 20 stands de peinture de cette même durée.

Le schéma (planche XVIII) montre la disposition générale de la chaîne.

Les voitures entrent en A dans le hall de réparation. Une première voie qui se développe suivant toute la longueur du hall, comporte 11 phases de travail. A la sortie du stand 11, le transbordeur déplace la voiture sur l'un des emplacements 12, 13 ou 14; le véhicule y stationne pendant la durée de 3 phases et passe ensuite au stand 15 sur une seconde voie longitudinale comportant douze phases de travail.

La voiture complètement réparée sort en B.

Le transbordeur déplace ensuite la voiture vers l'entrée de la chaîne de peinture.

Les opérations principales de chaque stand sont :

*Stand 1.* — Visite. Découpage des rivets et boulons.

Enlèvement des ressorts.

*Stand 2.* — Démontage des garnitures intérieures et extérieures.

Enlèvement du frein, des appareils du chauffage et de l'éclairage.

Déboulonnage de la caisse.

*Stand 3.* — La caisse est soulevée sur vérins et le châssis est disposé à l'emplacement spécial (A'), où il est réparé complètement (soudure, rivetage, redressement des longerons, etc.).

*Stand 4.* — Démontage des revêtements extérieurs (bois ou tôles).

Visite de l'ossature.

*Stand 5.* — Démontage des parties avariées de l'ossature.

*Stand 6.* — Visite pour la préparation des pièces d'ossature.

*Stands 7, 8, 9.* — Phases pendant lesquelles la voiture progresse, mais sans qu'on y travaille : attente de pièces en réparation.

*Stands 10 et 11.* — Remontage des organes du frein et du chauffage. Remontage de la traction.

*Stands 12 et 13.* — Remontage de l'ossature.

*Stand 14.* — Contrôle de l'ossature.

*Stand 15.* — Remontage du plancher et de l'impériale.

*Stand 16.* — Remontage du revêtement extérieur.

*Stand 17.* — Remontage des cloisons intérieures.

*Stand 18.* — Contrôle des travaux exécutés aux stands 15, 16, 17.

*Stand 19.* — Placement des bancs.

*Stand 20.* — Placement des portières.

*Stand 21.* — Placement des moulures et couvre-joints.

*Stand 22.* — Contrôle des travaux exécutés aux stands 19, 20, 21.

*Stands 23 et 24.* — Parachèvement et corrections éventuelles. Remontage des garnitures dans les voitures de 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes.

*Stand 25.* — *Levage* : La voiture a circulé jusqu'ici sur ses propres trains de roues ; au levage, on remplace ceux-ci par un nouveau jeu préparé d'avance. On place les ressorts réparés et finalement on effectue les essais du chauffage et du frein.

*Stand 26.* — Remontage des marchepieds et contrôle général.

\* \* \*

La réalisation de cette chaîne ne s'est pas faite sans rencontrer de grandes difficultés.

Le nombre d'hommes nécessaires par stand, en raison de l'importance très variable des réparations, varie lui-même considérablement ; certains stands nécessitent à certains moments la présence de 30 hommes, à d'autres instants, de 2 ou 3 agents seulement.

Il faut donc disposer d'une organisation très souple, capable de satisfaire rapidement à toutes les nécessités de la chaîne.

Les plannings, tels qu'ils sont décrits dans la première partie de cet exposé, ont apporté la solution de ce problème.

La détermination des allocations a constitué une autre difficulté.

Les travaux de réparation d'une voiture dépendent beaucoup plus de la valeur professionnelle de l'ouvrier que dans le cas des travaux aux locomotives ; le nombre d'imprévus est aussi plus élevé et la définition exacte du travail est souvent difficile.

De tout ceci il résulte parfois des écarts notables entre les temps prévus et les temps réalisés ; seule une attention constante combinée avec l'exécution immédiate de mesures appropriées permettent d'éviter des troubles dans la marche normale de la chaîne.

L'organisation des approvisionnements posa également des problèmes dont la solution présenta de notables difficultés.

Sauf pour quelques pièces d'usage courant, il n'est guère possible de constituer des réserves de pièces de rechange. Tout diffère de voiture à voiture ; telle pièce nécessaire aujourd'hui n'est plus demandée avant plusieurs semaines. Telle autre doit être préparée spécialement d'après les dimensions des pièces adjacentes.

C'est aux chaînes secondaires qu'il incombe de fournir dans des délais extrêmement réduits, et voiture par voiture, tout l'approvisionnement nécessaire.

Ainsi la scierie doit, entre le stand 6 et le

stand 12, c'est-à-dire en 2 jours et demi, préparer, tracer et parachever les montants, les traverses et les lisses ou les cintres nécessaires à la réparation de l'ossature.

Ici encore l'observation scrupuleuse des délais est tout à fait indispensable, tant dans les chaînes secondaires que dans la chaîne principale.

Toutes ces difficultés furent surmontées grâce à la volonté inébranlable d'atteindre le but que le service d'organisation s'était imposé. La chaîne de réparation des voitures fonctionne actuellement avec la même régularité que celles des locomotives, des chaudières et des tenders.

\* \* \*

Les exemples d'organisation que nous venons d'esquisser montrent comment on a réussi aux ateliers centraux de Malines à appliquer les principes du travail « à la chaîne » à une branche de l'industrie qui, à première vue, ne paraissait guère s'y prêter.

L'organisation de la réparation des véhicules de chemin de fer présente en effet des difficultés beaucoup plus grandes que celle de la fabrication en série de pièces neuves dans l'industrie, où le travail à exécuter est bien défini et où tout peut, en général, être prévu, étudié et calculé avec précision.

Dans les industries de fabrication, les approvisionnements peuvent être stockés d'avance et le chantier, une fois organisé, continue à marcher presque automatiquement.

Pour les travaux de réparation de locomotives ou de voitures, la question se présente tout autrement. En raison de la variété des types, le nombre de pièces différentes est énorme; le degré d'usure de ces pièces varie de véhicule à véhicule; les caractéristiques des matières, dont

sont fabriqués les organes à réparer, sont fréquemment mal connues.

Continuellement des aléas ou des imprévus viennent déranger la marche normale de la réparation.

L'approvisionnement en matières et en pièces de rechange ne peut se faire complètement d'avance sans arriver à des stocks inadmissibles; les retards fréquents dans les fournitures risquent d'entraîner la désorganisation complète du chantier.

Ces considérations montrent la complexité du problème de l'organisation du travail en matière de réparation du matériel roulant du chemin de fer; il faut, en outre, tenir compte de ce que, malgré les variations dans la nature et l'importance des travaux, il convient d'obtenir une occupation complète et intensive de la main-d'œuvre.

L'instauration de bureaux de fabrication a résolu toutes ces difficultés, tant pour la main-d'œuvre que pour les approvisionnements.

L'organisation des chaînes a permis d'obtenir un atelier clair et ordonné; chaque pièce a sa place déterminée; tout transport inutile est supprimé; il n'y a plus de main-d'œuvre gaspillée en recherches et courses improductives.

La nécessité d'observer d'une façon absolue les délais prescrits impose une activité sans relâche de tout le personnel.

Les chaînes de réparations sont devenues actuellement d'une régularité absolue; les véhicules complètement parachevés sortent mathématiquement à l'heure imposée.

Enfin, indépendamment des gains en main-d'œuvre et de la réduction des délais d'immobilisation, la qualité du travail n'a fait qu'augmenter, grâce à la possibilité d'exercer un contrôle systématique et rigoureux.