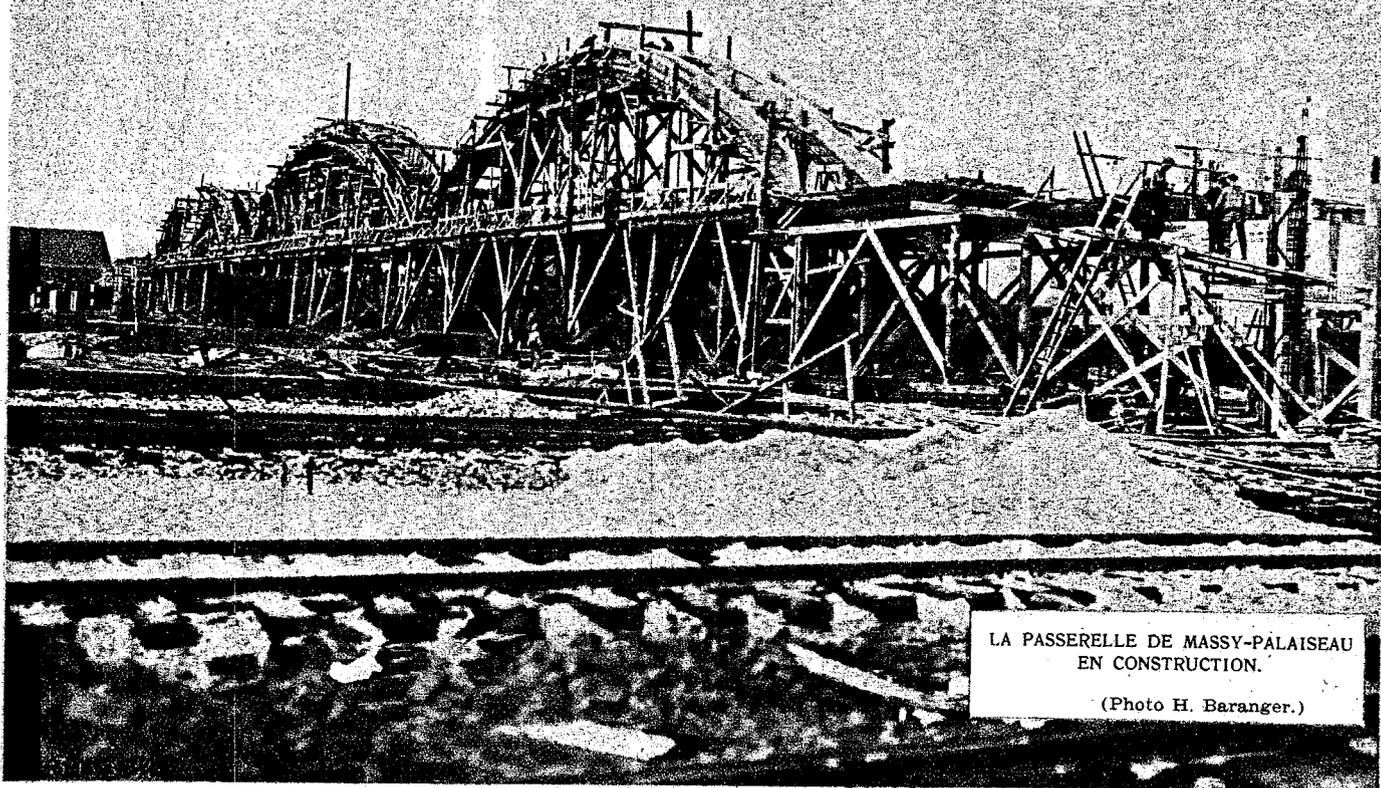


La cession au métro de la ligne de Paris à Sceaux



LA PASSERELLE DE MASSY-PALAISEAU
EN CONSTRUCTION.

(Photo H. Baranger.)

UNE convention passée entre l'Etat et la Compagnie d'Orléans et approuvée par une loi, en date du 10 avril 1932, a réglé la cession, au Département de la Seine, des lignes de chemins de fer de Paris-Denfert à Sceaux-Robinson, de Bourg-la-Reine à Massy-Palaiseau et de Paris-Luxembourg à Paris-Denfert, ces lignes devant être exploitées par le Département comme lignes d'intérêt local.

En fait, le Département de la Seine a confié l'exploitation de ces lignes au Chemin de fer Métropolitain. La rétrocession de ces lignes au Métropolitain peut être considérée comme une première étape de l'extension du Métro en banlieue.

Nous ne parlerons pas ici des conditions financières de ces diverses cessions, l'objet de cet article étant surtout de décrire les travaux qu'il a fallu réaliser pour aménager une ligne de chemins de fer à intense circulation suivant les plus récents progrès de la technique moderne.

Nous diviserons l'étude de ces travaux en cinq paragraphes principaux :

- A — Transformation des voies, ouvrages d'art et bâtiments.
- B — Travaux de signalisation.
- C — Travaux d'électrification.
- D — Matériel roulant.
- E — Service des trains et horaires.

A. — Transformation des voies. — Ouvrages d'art et bâtiments.

La Compagnie du Métropolitain, qui s'est réservé la construction des sous-stations de traction électrique et tous les travaux concernant sa nouvelle signali-

sation, nous a demandé, outre l'électrification des voies :

Pour le service G. V. :

- 1° La construction de quais surélevés de 100 m. ou 135 m. avec marquises ;
- 2° La construction de passerelles ou passages souterrains entre quais et B. V. ;
- 3° La suppression du cisaillement à niveau de la voie 2 Limours par la voie 1 Sceaux-Robinson en gare de Bourg-la-Reine, par la construction d'un saut-de-mouton ;
- 4° La création d'une nouvelle halte à Bagneux, entre les gares d'Arcueil-Cachan et de Bourg-la-Reine, avec quais, marquises et bâtiment au-dessus des voies ;
- 5° La création, à Massy-Palaiseau, en dehors de la gare actuelle, d'installations nouvelles pour le terminus des rames Métro.

Pour le service P. V. :

- 1° L'établissement dans quelques stations de voies de garage, dites voies Z, intercalées entre les deux voies principales avec entrée directe et de voies de tiroir permettant de supprimer les manœuvres sur voies principales en vue de la circulation des trains de marchandises aux heures creuses entre les trains de voyageurs, sur la même voie, et leurs manœuvres rapides, sans couper l'autre voie principale ;
- 2° La suppression des liaisons entre la ligne de Limours et le Service P. V. de Massy-Verrières et le raccordement de ce Service avec la ligne stratégique Choisy-Massy-Palaiseau.

POUR LES DEUX SERVICES. — La construction de nombreux bâtiments, soit en remplacement de bâtiments détruits pour l'exécution des travaux ci-dessus, soit en addition pour les besoins de son exploitation.

MODIFICATION DES GARES. — Ces diverses installations ont présenté les particularités suivantes :

Les gares souterraines de Paris-Luxembourg, Port-Royal et Denfert, ainsi que les gares de Sceaux-Ceinture, Gentilly et Antony comportaient déjà des quais surélevés qui ont dû être modifiés pour être mis au profil arrêté pour l'ensemble de la ligne.

A Paris-Luxembourg, une voie de garage sur fosse de visite de 90 m. a été intercalée entre les deux voies principales et une autre fosse de visite de 100 m. a été construite sous l'une des voies principales.

A Paris-Montrouge, on a construit un atelier de réparation pour le matériel du Métro, une sous-station électrique, un poste de transformation et des voies de remisage de matériel voyageurs.

A Laplace, une voie de garage avec fosse de visite de 130 m. intercalée entre les deux voies principale et prolongée, côté Bourg-la-Reine, par une voie de tiroir bordée d'un quai de manœuvre, a été construite pour le service des rames voyageurs dont le terminus sera fixé à cette gare.

Le saut-de-mouton de Bourg-la-Reine, dont il est parlé ci-dessus, comporte un passage souterrain en béton armé de 82 m. de longueur avec rampes d'accès de 86 m. et 75 m. de part et d'autre.

A Massy-Palaiseau, les nouvelles instal-

lations ont été établies sur des terrains acquis par le Réseau de l'Etat pour la construction de la ligne de Paris à Chartres par Gallardon. L'emplacement des voies éventuelles Etat ayant été réservé, les installations nouvelles comportent : deux quais surélevés de 135 m. avec marquises desservant quatre voies, dont une sur fosse de visite. Les quais à voyageurs sont reliés, d'une part, au nouveau B. V. construit en bordure des nouvelles installations, côté Est, et, d'autre part, à la cour des voyageurs actuelle au moyen d'une passerelle en béton armé de 205 m. de longueur qui dessert en outre les trottoirs actuels des voies de la ligne de Grande-Ceinture et de la section stratégique Choisy-le-Roy-Massy-Palaiseau.

Cette passerelle comporte une partie couverte divisée en deux passages, l'un de 3 m. 50 de largeur pour les voyageurs et le public, l'autre de 2 m. de largeur pour le service des bagages. Un groupe de cinq voies de remisage de matériel Métro est intercalé entre les deux voies principales. Un garage de tracteurs, des voies de rebroussement pour trains de marchandises et un parc de matériel complètent l'installation qui comporte en outre un faisceau provisoire pour le garage des rames P.-O. en attendant que l'équipement électrique de la ligne entre Massy-Palaiseau et Saint-Rémy-les-Chevreuse permette l'exploitation de cette partie de ligne au moyen de rames Métro. La disposition des nouvelles voies et des quais de Massy-Palaiseau a été étudiée en vue d'assurer un service avec ou sans transbordement des voyageurs.

OUVRAGES D'ART. — L'aménagement des diverses gares a nécessité,

outre la construction des passerelles et passages souterrains et du saut-de-mouton de Bourg-la-Reine, l'allongement ou la modification d'ouvrages d'art.

Certains de ces ouvrages ont été démolis et reconstruits avec une ouverture ou une largeur correspondant aux besoins nouveaux de la circulation routière dans la région. 4 P. I. et 2 P. S. ont été ainsi modifiés : à Laplace, à Arcueil-Cachan, à Bourg-la-Reine, à Sceaux-Robinson.

En dehors de ces modifications d'ouvrages situés aux abords des gares, le Service des Ponts et Chaussées nous a demandé de procéder à l'élargissement d'ouvrages situés en pleine voie sur des chemins dont l'élargissement est prévu au projet d'aménagement de la région parisienne : Pont des Hanneçons, Pont des Potiers, Pont d'Antony, Pont de la Fontaine du Moulin.

Certains ouvrages ont nécessité l'établissement de fondations spéciales sur pieux : Passerelle de Massy-Palaiseau, marquises de Bourg-la-Reine, La Croix-de-Berny, Massy-Verrières et Massy-Palaiseau.

D'autre part, la reconstruction du passage souterrain de la rue Berthollet, à Arcueil-Cachan, a nécessité la consolidation préalable du ciel des anciennes carrières existant dans cette région.

VOIES. — Toutes les voies nouvelles ont été armées en rails standard 46 kgs pour les voies principales et 36 kgs pour les voies accessoires. Les appareils de voie sont en rails standard 46 kgs.

BATIMENTS. — Nous citerons :

1° La construction d'un nouveau bâtiment des voyageurs à la gare de Laplace

répondant aux besoins de l'exploitation intensive recherchée par la Compagnie du Métropolitain.

Ce bâtiment, d'un aspect très moderne, couvert en terrasse, et auquel on accède par un cour spacieuse entourée de jardins, est construit en béton armé et ses murs, recouverts d'un enduit teinté, sont percés de baies vitrées en verre martelé, diffusant largement la lumière à l'intérieur de la construction.

Au rez-de-chaussée, un hall de 15 m. sur 9 m., avec annexes pour recettes, bagages, monte-charges et installations sanitaires, permet l'accès, par un souterrain et des escaliers, aux quais surélevés établis au niveau de l'étage.

A cet étage, deux vastes appartements possédant tout le confort moderne, eau, gaz, électricité, chauffage central et salle de bains, sont prévus pour les agents de la gare.

2° Le bâtiment des voyageurs de Massy-Palaiseau, fondé sur pieux « Franki », et celui de la halte de Bagneux, créée à l'occasion de cette cession de la ligne ;

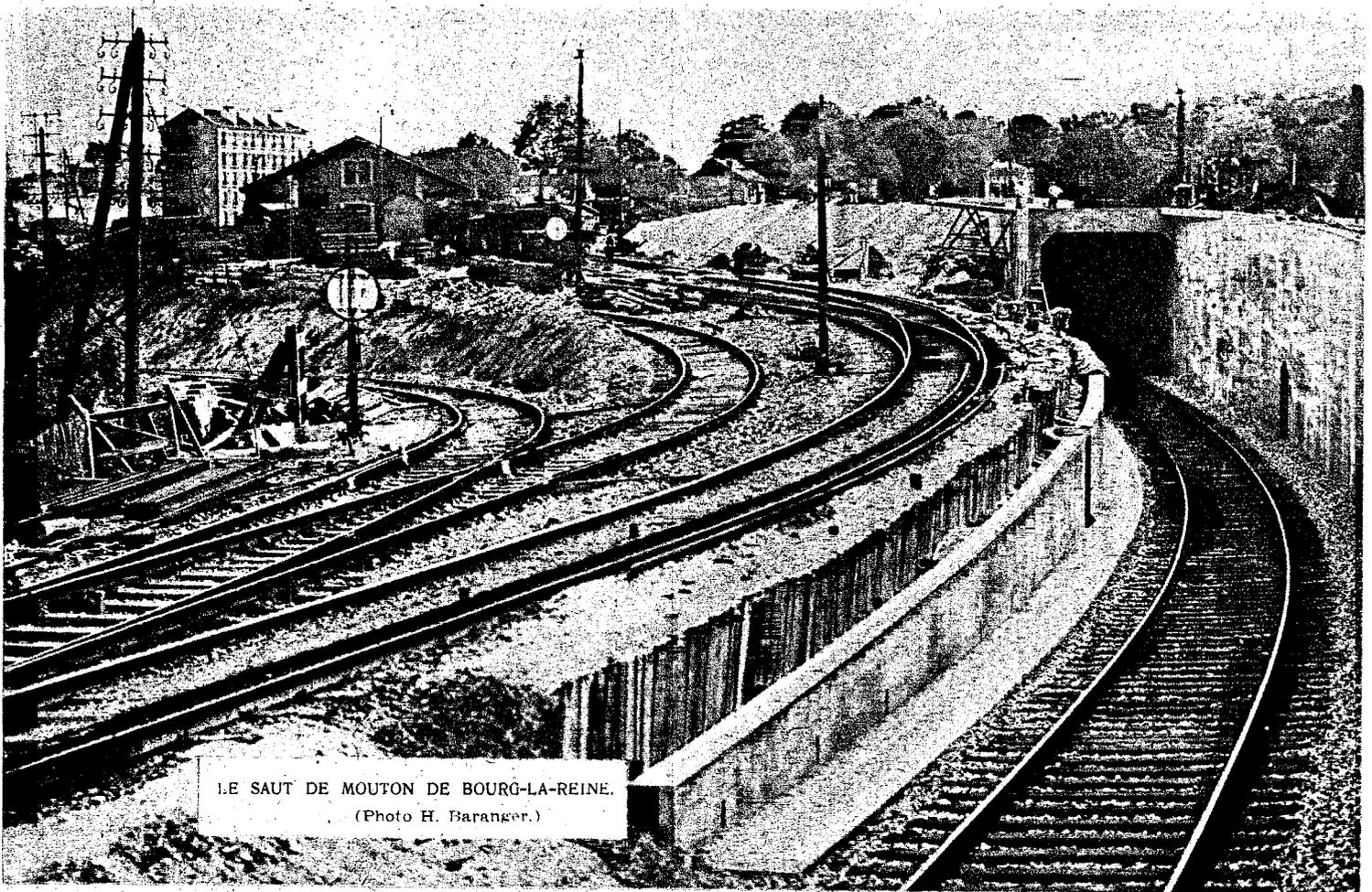
3° L'aménagement de tous les bâtiments existants, notamment ceux de Paris-Luxembourg et de Paris-Denfert ;

4° La construction de nombreux et divers bâtiments d'importance variable énumérés ci-après :

GARAGE DE TRACTEURS à couverture parabolique à Massy-Palaiseau ;

POSTES SECONDAIRES DE TRANSFORMATION dans toutes les gares ;

POSTES D'ENCLÈCHEMENTS AVEC SALLE DE RELAIS ;



LE SAUT DE MOUTON DE BOURG-LA-REINE.

(Photo H. Baranger.)

MAGASINS G. V. à Paris-Denfert, Arcueil-Cachan, Bourg-la-Reine et La Croix-de-Berny ;

MAGASIN ARRIVEE ET DEPART ET BUREAU D'OCTROI à Paris-Denfert ;

CORPS DE GARDE, MAGASIN, ATELIERS ET BUREAUX, LAVABOS-DOUCHES.

Dates d'exécution — Dépenses

Les travaux ci-dessus, commencés en mai 1934, seront terminés en juin 1937. La dépense approximative, non compris l'électrification, sera de l'ordre de 50 millions de francs.

Ligne Massy-Palaiseau à Limours

Ce tronçon de ligne, qui restera exploité par la Compagnie d'Orléans, doit néanmoins être équipé pour faire face aux besoins d'une exploitation prolongeant celle de la Compagnie du Métropolitain, sans transbordement, ni changement de machine à Massy-Palaiseau.

Outre l'électrification de Massy-Saint-Rémy, avec sous-station à Gif (le tronçon à voie unique de Saint-Rémy à Limours doit être exploité avec des automotrices) et une modification probable de la signalisation, nous construirons donc des quais surélevés et divers bâtiments.

B. — Travaux de signalisation.

Avant de décrire le système de signalisation envisagé par le Métropolitain, nous ferons remarquer que les lignes rétrocedées à double voie étaient, en raison de leur intense circulation, équipées, comme les grandes lignes du Réseau, avec block-system, postes enclenchés, aiguilles verrouillées, circuits de voie, etc.

Il a fallu, dans chaque gare, modifier les installations de sécurité pour les adapter aux travaux de transformation successifs et cela très rapidement, sans gêner les travaux ni la circulation des trains.

Il en est résulté des problèmes assez difficiles à résoudre sur lesquels nous ne nous étendrons pas, afin d'aborder, sans plus attendre, l'étude de la signalisation que le Métropolitain compte appliquer.

SIGNALISATION

1° SIGNALISATION D'ESPACEMENT DES TRAINS (BLOCK).

Cette signalisation sera du type à panneaux lumineux et à block automatique par circuits de voie à courant alternatif. Les signaux seront lumineux de jour



LA GARE DE BOURG-LA-REINE. ON REMARQUE QUE LES PILIERS DES MARQUISÉS SERVENT DE SUPPORTS CATÉNAIRES.

comme de nuit et pourront présenter l'une des indications suivantes :

Deux feux rouges = arrêt-block Arrêt, franchissable seulement sous certaines conditions, après arrêt.

Deux feux jaunes = avertissement Le premier signal en aval est à l'arrêt-block, ou est un signal M à l'arrêt absolu (voir plus loin). Franchissable à 50 km/h (voyageurs), ou 25 km/h (marchandises). Le conducteur-électricien doit marquer l'observation du signal en appuyant sur le bouton de vigilance dans les 100 mètres en amont.

Trois feux jaunes = annonce Le premier signal aval est à l'avertissement, le deuxième signal aval à l'arrêt-block ou au ralentissement (voir plus loin).

Un feu vert = Voie libre.

On a posé, en principe, pour fixer l'implantation des signaux, que la couverture d'un obstacle devait être assurée même si un signal à l'annonce venait, accidentellement, à ne pas être observé ;

la distance entre le signal à l'avertissement et le point à protéger (distance de sécurité) a été choisie égale à la longueur d'un freinage de 80 km/h à l'arrêt, dans les plus mauvaises conditions. Cette distance de sécurité D est d'environ 400 m. en palier.

En général, l'intervalle entre deux signaux, désigné sous le nom de « circuit de voie » ou « c.d.v. », est au moins égal à la distance de sécurité ; l'espacement minimum de deux trains doit donc être de trois fois la distance de sécurité, soit environ 1.200 à 1.300 mètres, pour que le second train rencontre tous les signaux à voie libre ; cet espacement correspond à peu près à deux minutes d'intervalle à la vitesse commerciale des omnibus, qui sera de 40 km/h.

Dans les sections de lignes où l'espacement des stations devient inférieur à cet espacement minimum, l'intervalle possible est augmenté du fait du stationnement supplémentaire et du démarrage et du freinage qui l'accompagnent. L'intervalle de deux minutes et demie nécessaire pour assurer l'écoulement du trafic ne pourrait plus être respecté ; on a alors recours à l'artifice suivant.

Le signal d'avertissement est maintenu à la distance de sécurité du point à protéger, mais les signaux précédents sont resserrés en conservant toutefois la dis-

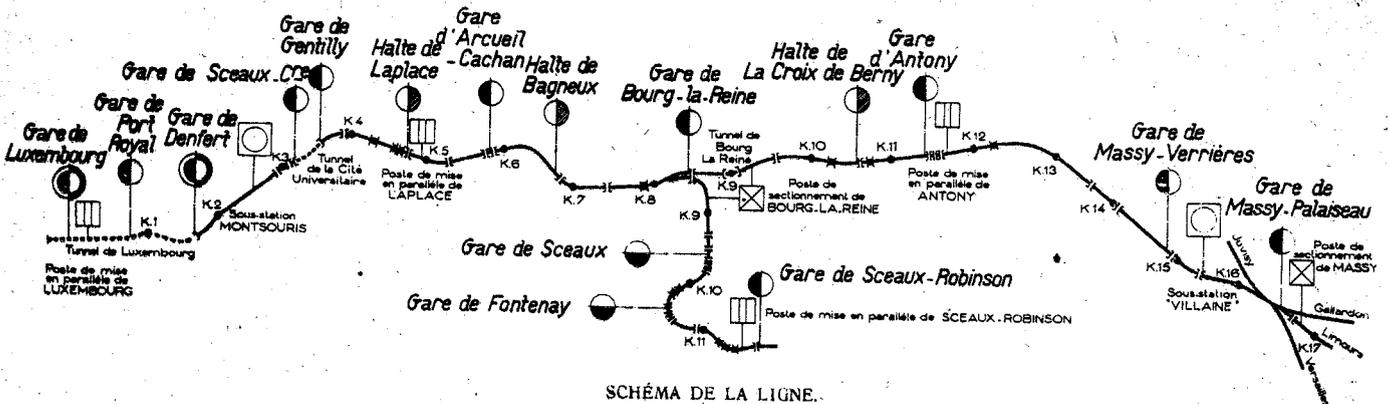
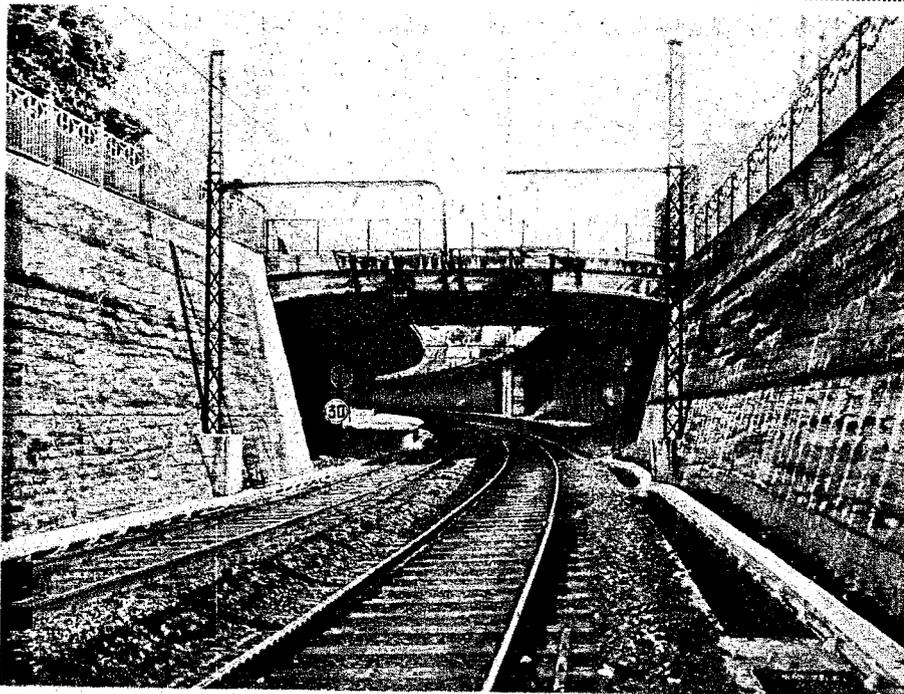


SCHÉMA DE LA LIGNE.



EQUIPEMENT P. S. DE LA RUE BARRE.

tance de sécurité entre chaque signal ainsi déplacé et le joint de rails dont le décalage fait passer de l'annonce à l'avertissement. Il y a chevauchement des circuits de voie ou « overlap », suivant l'expression anglaise.

On voit que les principes de sécurité que l'on s'est imposés sont respectés malgré le resserrement des signaux :

— deux signaux (annonce et avertissement) précèdent un signal à l'arrêt ;

— la distance entre le second de ces signaux et le point à protéger est égale à une distance de sécurité.

Il peut seulement arriver, en cas d'observation du signal à l'annonce, que le train « brûle » ce signal au jaune, mais il pourra toujours s'arrêter avant le point à protéger s'il observe l'avertissement. Même avec une faute du conducteur, la sécurité demeure donc entière.

On voit facilement que, par ce chevauchement des circuits de voie, l'espace-ment des trains peut être réduit ; lorsque le chevauchement est total, cet espace-ment passe de 3 D à 2 D, soit 800 mètres environ. Par cet artifice, on parvient à éviter que deux stations ne se trouvent comprises dans un même espace-ment minimum, et l'intervalle en temps peut ne pas être augmenté sur ces sections à faibles interstations.

Bien entendu, la distance entre deux signaux ainsi resserrés restera supérieure à la plus grande des distances de freinage de 80 à 50 km/h et 50 km/h à l'arrêt pour que l'observation correcte de la signalisation soit toujours possible.

2° SIGNALISATION DE MANŒUVRE.

Les points de la ligne où les trains peuvent pénétrer sur les voies principales ou en sortir (bifurcation de Bour-la-Reine, entrées et sorties de voies secondaires, terminus) seront protégés par des signaux spéciaux.

Sur les voies principales, ces signaux, repérés par la lettre « M » en cataphotes, ont leurs feux placés sur les mêmes panneaux que les signaux du block et

peuvent présenter les aspects suivants :

Un feu rouge =	Infranchissable sans ordre écrit du chef de service de la gare dont dépend le signal.
arrêt absolu	
Un feu jaune =	Franchissable à 30 km/h (voyageurs) ou 15 km/h (marchandises).
ralentissement	
	La voie donnée par le premier appareil en aval est la voie déviée.

Lorsqu'un signal M présente l'une des indications ci-dessus, le signal de block précédent est à l'avertissement et le deuxième en amont à l'annonce.

Sur les voies secondaires, les itinéraires donnant accès à une voie principale (ou, exceptionnellement, à une autre voie secondaire) sont protégés par des signaux présentant, soit un feu violet (arrêt absolu, infranchissable sans ordre écrit), soit un feu blanc (blanc lunaire) qui signifie « voie libre ».

Les signaux de manœuvre sont semi-automatiques. Ils sont commandés à partir de postes d'enclenchements où sont groupés également les commandes des appareils de voie qu'ils protègent et avec lesquels ils sont enclenchés.

Lorsque la continuité de la voie principale est assurée et qu'aucune manœuvre n'est en préparation, les signaux M ne présentent que l'une des indications du block, d'après l'état d'occupation des circuits de voie aval ; dans le cas contraire, la présence de l'une des indications de manœuvre fait disparaître l'indication de block moins impérative. Les signaux du block en amont présentent automatiquement les indications correspondant à celles du signal M qu'ils précèdent.

Dispositif de répétition des signaux sur les automotrices et les locomotives.

Ce dispositif fonctionne par induction ; il comprend :

— une partie fixe : « électro-aimants inducteurs » placés sur la voie. Suivant l'indication fournie par le signal à répéter, l'un ou l'autre des quatre inducteurs est mis en charge par du courant alternatif ;

— une partie mobile : « électro-aimants récepteurs » placés sur le train et passant au-dessus des électro-aimants de voie. Le courant induit sert, après redressement, à actionner des relais qui provoquent la répétition au chef de train (lumineux, et sonores dans certains cas) de toutes les indications présentées et l'enregistrement sur la bande de l'appareil Téléc. Sur cette bande est également enregistrée l'intervention du conducteur-électricien qui doit, dans les 100 mètres en amont d'un signal à l'avertissement, marquer qu'il a observé celui-ci.

C. — Travaux d'électrification — Electrification de la ligne de Sceaux.

Lignes caténaires. — Généralités.

Les dispositions adoptées pour les lignes de contact sont sensiblement les mêmes que celles adoptées pour la ligne de Vierzon à Brive, qui ont déjà été énumérées dans le « P.-O.-Midi Illustré » de mai 1935 et que nous rappelons brièvement ci-dessous.

Chaque ligne est constituée par un câble porteur en bronze à forte conductibilité, de 116 m/m² de section, présentant une résistance à la rupture de 70 kgs par m/m². Ce câble porteur est suspendu, par des chaînes d'isolateurs Hewlet à deux éléments, à des supports métalliques distants de 63 mètres au plus ; cette portée a été réduite à 22 m. 50 et même 18 m. en raison de la présence de courbes de faible rayon.

Des pendules, constitués par du fil rond de 7 m/m de diamètre, soutiennent un fil porteur auxiliaire en cuivre dur de 104 m/m² de section. Les deux fils de contact de 107 m/m² de section, en cuivre au cadmium (fil rainuré de 12 m/m de diamètre), sont suspendus au porteur auxiliaire par des pendules de 0 m. 20 de longueur, espacés de 2 m. 25 et intéressant alternativement l'un ou l'autre des deux fils de contact.

Au point de vue conductibilité, la caténaire normale du P.-O. équivaut à un conducteur électrolytique de 400 m/m² de section. Cette conductibilité a été augmentée entre les sous-stations de Montsouris et de Villaine, par un feeder en cuivre de 262 m/m² de section, ce qui porte la conductibilité totale de la caténaire dans cette zone à 662 m/m² de cuivre.

Un dispositif de réglage automatique, constitué par un contrepoids muni d'un système de démultiplication, permet de compenser les effets de la dilatation, en maintenant constante, entre certaines limites, la tension des fils de contact.

Ce dispositif, appliqué maintenant d'une façon systématique, dans les équipements du P.-O., permet de supprimer le réglage de la tension mécanique des fils de contact.

Ces équipements sont distants de 1.200 mètres au maximum.

Les dispositifs antibalçants, employés pour la ligne de Sceaux, sont les mêmes que ceux de la ligne Vierzon-Brive.

La hauteur normale du fil de contact est de 5 m. 75 ; cette hauteur peut s'abaisser exceptionnellement à 4 m. 61 sous les ouvrages d'art et dans les tunnels.

Pour limiter au maximum les conséquences d'un accident, les lignes de contact des voies principales sont coupées par des sectionnements à lame d'air pouvant être franchis en vitesse.

Au droit des deux sous-stations et à la bifurcation de Bourg-la-Reine, les sectionnements à lame d'air ont été complétés par l'installation d'une section neutre, afin d'éviter de mettre en parallèle, au passage du pantographe, deux secteurs alimentés par des sources différentes d'énergie.

L'équipement et les sectionnements des voies secondaires sont analogues à ceux déjà réalisés sur les lignes du P.-O.

Supports.

Comme sur les lignes dernièrement électrifiées du P.-O., on a réalisé, autant que possible, l'indépendance des voies, en adoptant pour chaque voie un poteau métallique, portant une console, pour une caténaire seulement. Dans certaines

tunnel de 200 m. de longueur, sous lequel passent les voies se dirigeant sur Massy-Palaiseau.

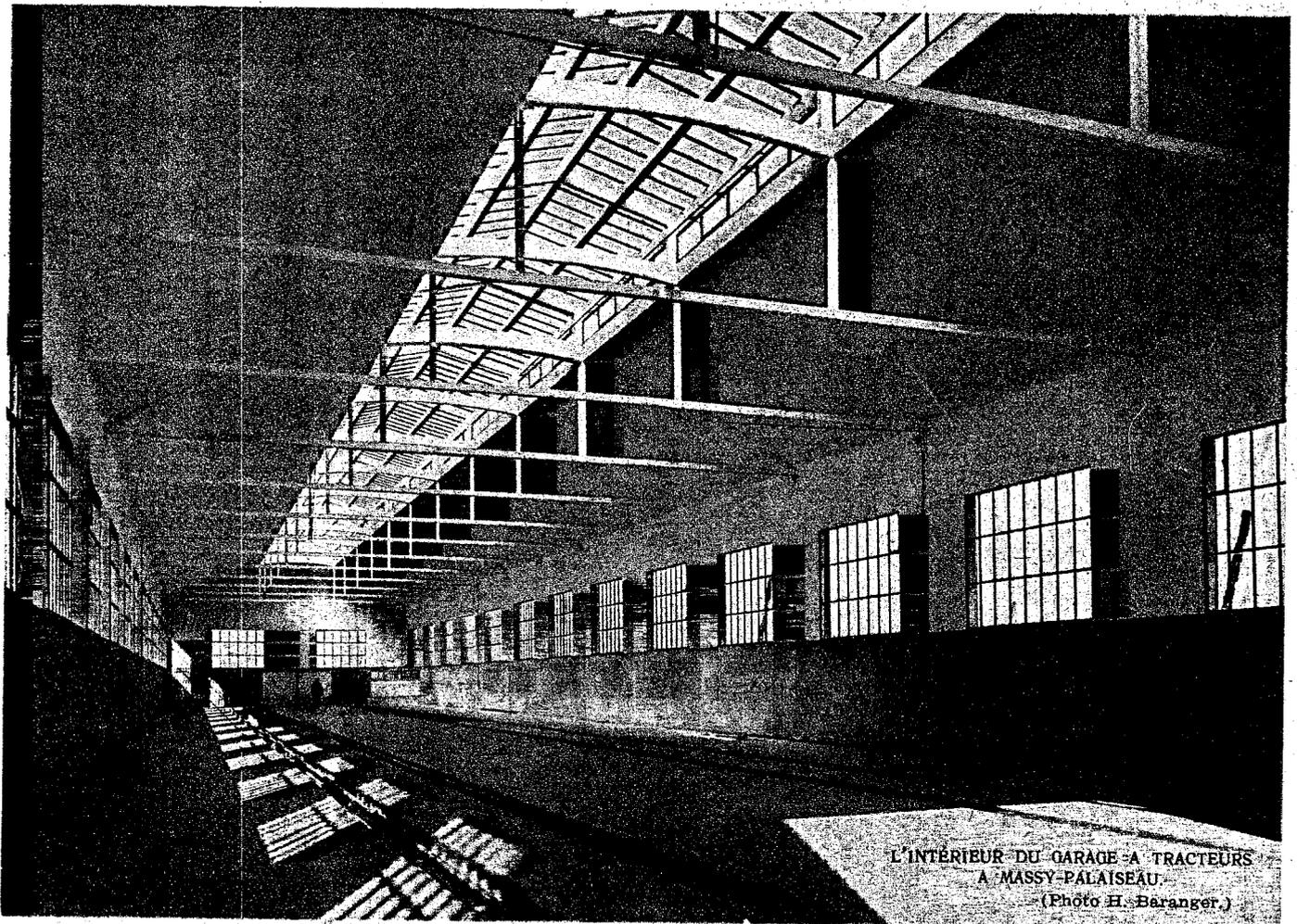
La section latérale de ces souterrains est extrêmement variable. En ce qui concerne le tunnel de Luxembourg, la voûte, qui s'élargit au droit des stations de Luxembourg, Port-Royal et Paris-Denfert, devient très étroite en certains points, ce qui a nécessité des abaisssements de voie pour dégager le gabarit des pantographes.

Dans les endroits larges, on a réalisé un équipement en caténaire normale; dans les endroits moins larges on a réalisé une caténaire de tunnel comportant un porteur principal et deux fils de contact. Ces caténaires sont, soit supportées par une ferrure scellée dans la

lement par l'usine génératrice de la Société d'Electricité de la Seine à Ivry-Port et par le poste d'Arcueil de l'Union d'Electricité sous forme de courant triphasé 10.500 volts, 50 périodes. Ce courant haute tension est transformé en courant continu 1.500 volts par deux sous-stations, celle de « Montsouris », établie à proximité des ateliers de Paris-Montrouge, et celle de « Villaine », édifiée près de Massy-Palaiseau.

La sous-station de « Montsouris » est équipée par quatre groupes traction de 2.000 kw 1.500 v. constitués chacun par deux commutatrices de 1.000 kw 750 v. montées en série; un de ces groupes est à commande semi-automatique et les trois autres à commande manuelle.

La sous-station de « Villaine » a un



L'INTÉRIEUR DU GARAGE À TRACTEURS
A MASSY-PALISEAU.
(Photo H. Beranger.)

gares, où des auvents en béton armé étaient prévus, on a profité de la présence des piliers de ces auvents pour leur faire supporter les lignes de contact, de façon à diminuer l'encombrement des quais.

Toutefois, dans les gares de Sceaux-Ceinture et de Gentilly, la disposition des lieux nous a conduits à installer des portiques pour deux voies.

Les portiques spéciaux au droit des sous-stations ont été réalisés comme ceux de la section Vierzon-Brive.

Équipement des tunnels et des ponts supérieurs.

Toute la partie de la ligne dans Paris entre Luxembourg et Denfert se trouve en souterrain (1.900 m.) ainsi que la partie sous la Cité Universitaire (520 m.); il existe également à Bourg-la-Reine un

voûte, soit suspendues par l'intermédiaire de porteurs et transversaux fixés dans les piédroits de la voûte. De plus, de nombreuses baches, nécessitées par le passage de canalisations d'eau et de gaz, se trouvent à faible hauteur et entraînent dans chaque cas particulier des dispositions spéciales d'équipement. Les passages à niveau ayant été précédemment supprimés, la ligne de Sceaux comporte 30 passages souterrains. Pour l'équipement de ces passages souterrains on a dû procéder également à de nombreux abaisssements de voies.

Alimentation. — Sous-stations. — Postes de sectionnement et de mise en parallèle.

L'énergie nécessaire à l'alimentation de la ligne de Sceaux est fournie norma-

équipement analogue, mais ne compte que trois groupes traction, dont un à commande semi-automatique et les deux autres à commande manuelle.

Entre ces deux sous-stations se trouve le poste de sectionnement automatique de Bourg-la-Reine, dont les disjoncteurs sont commandés, partie par la sous-station « Montsouris », partie par la sous-station « Villaine ».

Ce poste de sectionnement sert en même temps pour l'alimentation de la section Bourg-la-Reine-Sceaux-Robinson.

Les lignes de contact des deux voies principales peuvent être mises en parallèle, d'une part, dans les sous-stations et le poste de sectionnement de Bourg-la-Reine; d'autre part, dans quatre

postes de mise en parallèle automatiques situés à Paris-Luxembourg, Laplace, Antony et Sceaux-Robinson.

D. — Matériel roulant

Le matériel roulant qui sera utilisé par le Métropolitain et dont la construction est achevée, comprend des automotrices à voyageurs et des tracteurs destinés à remorquer les trains de marchandises dont le service sera maintenu sur la ligne.

Les automotrices représentées sur la planche II ont les caractéristiques suivantes :

- longueur : 20 m. 700.
- poids à vide : 45 tonnes.
- poids en charge : 60 tonnes.

— répétition des indications des signaux dans la loge de conduite et sous les yeux du chef de train, et enregistrement de ces indications sur la bande de l'enregistreur Téléc, comme il est dit au paragraphe précédent.

Les tracteurs à marchandises représentés sur la planche III auront les caractéristiques suivantes :

- longueur de la caisse : 11 m. 480.
- poids (adhérence totale) : 54 tonnes.
- puissance : 4 moteurs de 250 CV = 1.000 CV.
- effort de traction au crochet : 10.000 kgs.

Comme les automotrices, ces tracteurs pourront marcher en unités multiples.

Les trains P. V. formés par le P.-O.-

seront omnibus et leur succession au passage à Denfert-Rochereau, gare la plus importante, par exemple, sera celle-ci :

Dans l'après-midi :

- 15 h. 00 omnibus Massy-Palaiseau.
- 15 h. 08 — Robinson.
- 15 h. 14 — Laplace.
- 15 h. 20 — Massy-Palaiseau.

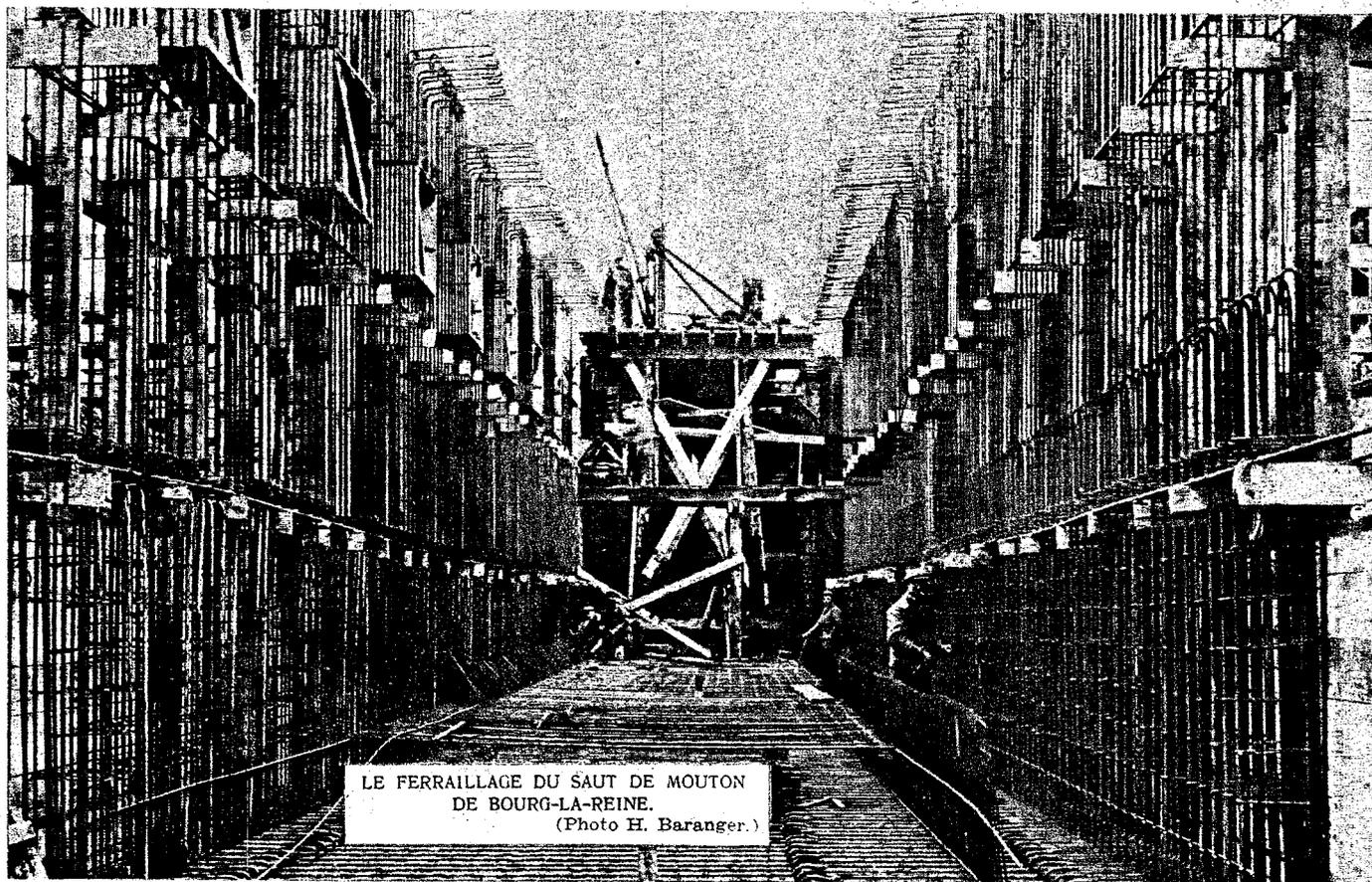
Et ainsi de suite, de 20 en 20 minutes.

Dans la soirée :

- 22 h. 00 omnibus Massy-Palaiseau.
- 22 h. 12 — Robinson.
- 22 h. 21 — Laplace.
- 22 h. 30 — Massy-Palaiseau.

Et ainsi de suite, de demi-heure en demi-heure.

Aux heures d'affluence, un train sur deux



LE FERRAILAGE DU SAUT DE MOUTON
DE BOURG-LA-REINE.
(Photo H. Baranger.)

- capacité : 211 places (90 places assises, 121 places debout).
- puissance : 500 CV en deux moteurs de 250 CV montés sur l'un des boggies ;
- équipement de traction : contacteurs actionnés par un arbre à cames mû par un servo-moteur électrique, alimenté par une batterie à 48 volts ;
- vitesse maxima : 80 km/h.
- éclairage et chauffage à 1.500 volts, éclairage de secours à 48 volts.
- attelage automatique Willison-Robinson réalisant l'attelage mécanique et l'accouplement pneumatique. Les coupleurs électriques doivent être mis en place ou retirés à la main.
- dispositif pneumatique de fermeture des portes à distance. Les portes du côté opposé au service peuvent être condamnées pneumatiquement en permanence, à distance, par le chef de train qui se trouve dans la première voiture.

Midi seront attelés aux tracteurs du Métropolitain à Massy-Palaiseau et, de là, desserviront les diverses gares de la ligne.

E. — Service des trains et horaires.

Le caractère suburbain de la ligne de Sceaux, que son rattachement au Métropolitain accentuera encore, a conduit à adopter, pour son exploitation future, des solutions assez particulières.

Le rapport entre le trafic des heures d'affluence et celui des heures creuses est de l'ordre de 10 à 1. Les trains seront donc à composition variable : 2 voitures aux heures creuses (422 places), 4 voitures (et éventuellement 6 ou 8) aux heures d'affluence (844 places).

Les trains pourront circuler à une vitesse s'élevant jusqu'à 80 kilomètres à l'heure.

Aux heures creuses, tous les trains

pour Massy-Palaiseau sera express à partir de Paris-Denfert ; pour permettre le resserrement maximum de l'horaire, l'express sera expédié derrière un omnibus pour Robinson, de façon à franchir la bifurcation de Bourg-la-Reine immédiatement après le passage de celui-ci. La composition d'une « rafale » d'heure d'affluence, répétée de 15 en 15 minutes, sera la suivante (au passage à Denfert-Rochereau) :

- 18 h. 00 omnibus Massy-Palaiseau.
- 18 h. 05 — Robinson.
- 18 h. 12 express Massy-Palaiseau.
- 18 h. 15 omnibus Massy-Palaiseau.
- Etc.

En sens inverse, l'horaire a été établi d'une façon correspondante ; l'omnibus venant de Sceaux-Robinson franchira la bifurcation de Bourg-la-Reine immédiatement derrière l'express venant de Massy-Palaiseau.