

# LYCÉE MOLIÈRE

71, RUE DU RANELAGH. — PARIS

---

ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENNES ÉLÈVES

---

## BULLETIN MENSUEL

N° 2. — Décembre 1907

---

### Les Réunions du mois

---

La réunion de bienfaisance a été fixée au jeudi 9 janvier à 5 heures.

Le Cercle Amical se réunira le dimanche 12 janvier.

Le Club Anglais aura sa prochaine réunion le jeudi 9 janvier à 3 heures 1/2.

Le Deutscher Verein, le samedi 21 Décembre à 2 heures.

Les réunions de couture auront lieu les

Mardi 17 décembre.

Mardi 7 janvier.

Mercredi 15 janvier.

L'Arbre de Noël est fixé au jeudi 19 décembre et nous rappelons à nos compagnes que toutes les bonnes volontés seront accueillies avec joie.

---

### Compte rendu de la session du Comité du Jeudi 7 Novembre

---

Mme la Directrice ayant reçu une demande de prêt très urgente en a fait part aux membres du Comité présentes à la réunion de bienfaisance du jeudi 7 novembre.

Mlle Milliard, présidente, tout en regrettant de ne pouvoir convoquer tous les membres du Comité, a immédiatement réuni Mlles Lelièvre, trésorière, Karpelès et Sarrut, secrétaires adjointes, Mlles Bondois, Dreyfus et Mme Schmidt, présentes à la réunion, et à l'unanimité il a été accordé un prêt de 200 francs.

---

## Le Métropolitain de Paris

---

Conférence faite au lycée Molière le 18 novembre 1907

---

Nous sommes heureuses de pouvoir publier *in-extenso* la conférence si intéressante de M. Biette et nous lui adressons toutes nos bien vifs remerciements.

MESDAMES,  
MESDEMOISELLES,

Le Métropolitain de Paris, dont je vais vous entretenir, comprend actuellement huit lignes dont l'exécution se poursuit en vertu d'une loi du 30 mars 1898 qui en a déclaré l'utilité publique. Voici, précisé en quelques mots, le parcours de ces lignes.

La ligne n° 1 se rend directement de la Porte de Vincennes à la Porte-Maillot, en traversant le centre de Paris. La ligne circulaire, qui porte le n° 2, a été fractionnée en deux parties. La partie Nord va de la Porte Dauphine à la Place de la Nation par les boulevards extérieurs de la rive droite. La partie Sud, qui emprunte les boulevards de la rive gauche, a été soudée, au pont d'Austerlitz, à la ligne n° 5 de façon à former une ligne continue de la Place de l'Etoile jusqu'à la Gare du Nord. La ligne n° 6 se détache de la circulaire sud à la place d'Italie et vient aboutir à la place de la Nation, en passant au pont de Bercy. La ligne n° 3 part du carrefour du boulevard de Courcelles et de l'avenue de Villiers où elle est tangente à la ligne n° 2 nord, pour venir se terminer à Ménilmontant, place Gambetta. Cette ligne doit être prolongée

dans le 17<sup>e</sup> arrondissement jusqu'à la Porte de Champeret. La ligne n° 4 traverse Paris du nord au sud, de la Porte de Clignancourt à la Porte d'Orléans en passant par la Cité. La ligne n° 7 relie le Palais-Royal à la Place du Danube, avec un terminus en boucle par la Porte du Pré Saint-Gervais, et la Place des Fêtes. Cette ligne sera complétée par un embranchement qui, du Rond-Point de la Villette, gagnera les Abattoirs par la rue de Flandre. La ligne n° 8, enfin a son point de départ à Auteuil, sur le trajet d'une boucle qui emprunte d'un côté, la rue d'Auteuil, de l'autre les rues Molitor et Mirabeau : elle aboutit à l'Opéra, après avoir traversé Grenelle.

\*  
\* \*

La concession du Métropolitain a été accordée pour 35 ans à la Compagnie Générale de Traction, laquelle s'est substituée, conformément aux clauses de sa convention avec la ville, une société anonyme constituée sous le nom de Compagnie du Chemin de fer Métropolitain de Paris.

La ville de Paris et la Compagnie du Chemin de fer Métropolitain se partagent l'exécution des travaux : la ville construit à ses frais ce que nous appelons l'infrastructure, c'est-à-dire les souterrains, tranchées, viaducs qui contiennent ou supportent les voies ; la Compagnie de son côté, pose les voies, les équipe, établit les accès aux stations, fournit le matériel roulant, construit les usines électriques. Quant à l'exploitation, elle est assurée uniquement par la Compagnie.

L'ensemble des huit lignes du réseau concédé présente un développement total de 82 kilomètres, sensiblement la distance de Paris à Compiègne, et même de 92 kilomètres, si l'on tient compte des voies d'évitement, de raccordement, etc...

Je ne vous étonnerai certainement pas en vous disant que l'exécution d'une œuvre aussi considérable, entraîne à des dépenses énormes. L'infrastructure du Métropolitain, exécutée par la ville, revient, tout compte fait, à 3.400.000 francs le kilomètre ; la superstructure, qu'exécute la Compagnie, à 1.500.000 francs le kilomètre, y compris les voitures et les usines. Un kilomètre d'une ligne métropolitaine prête à fonc-

tionner, coûte donc au bas mot, 4.900.000 francs en nombre rond.

Pour faire face aux charges qui lui incombent, la Ville de Paris a dû contracter deux emprunts dont le total s'élève à 335 millions. De son côté, la Compagnie formée primitivement au capital de 75 millions, dispose actuellement de 125 millions. C'est donc, au total, près d'un demi-milliard qui est engagé dans l'entreprise.

La somme dont la Ville a besoin pour assurer le service de ses emprunts, c'est-à-dire pour payer l'intérêt et l'amortissement des obligations et aussi les lots qui échoient à chaque tirage, est prélevée sur les recettes de l'Exploitation. Vous savez que le tarif du Métropolitain comporte trois sortes de billets : 1<sup>re</sup> classe à 0 fr. 25, 2<sup>e</sup> classe à 0 fr. 15, aller et retour (2<sup>e</sup> classe délivré avant 9 heures du matin) à 0 fr. 20. Sur les billets de 1<sup>re</sup> classe, la ville prélève 0 fr. 10, sur les billets de 2<sup>e</sup> classe et d'aller et retour 0 fr. 05. Ces modestes prélèvements d'un sou et de deux sous par billet produisent des sommes considérables. Pour vous en donner une idée, je vous indiquerai le chiffre de 1906 : le total des prélèvements s'est élevé l'an dernier à la somme respectable de 9.400.011 fr. 03. Les prévisions pour l'année courante, sont de 11.300.000 francs.

Les recettes ne feront que s'accroître par la suite, au fur et à mesure de l'ouverture des diverses lignes au service public. A l'heure actuelle, sont ouvertes à l'exploitation, la ligne n° 1 de la Porte de Vincennes à la Porte Maillot, la ligne circulaire n° 2, parties nord et sud, la ligne n° 3 du Boulevard de Courcelles à Ménilmontant, et enfin la ligne n° 5, jusqu'à la gare du Nord.

Les travaux des quatre autres lignes sont en cours, avec des degrés d'avancement différents. L'infrastructure de la ligne n° 4 est achevée, sauf à la traversée de la Seine, et à l'extrémité voisine de la Porte d'Orléans ; la Compagnie s'occupe de l'équipement de la partie nord, entre la Porte de Clignancourt et le Châtelet, et on peut prévoir l'ouverture au public de ce tronçon important pour le printemps de 1908. L'infrastructure de la ligne n° 6 est également termi-

née ; sous peu la superstructure va être entreprise, et il est probable que les trains pourront circuler au cours de l'été prochain. Pour ce qui est de la ligne n° 7, le souterrain est achevé depuis l'Opéra jusqu'à la rue de Crimée. Enfin, sur la ligne n° 8, les chantiers ouverts au commencement de 1907, sont aujourd'hui en pleine activité.

Le succès qui a accueilli l'ouverture des premières lignes métropolitaines a conduit la Ville de Paris à poursuivre la création de nouvelles lignes. Dans le courant de 1903, elle a décidé la construction d'une ligne reliant Montmartre (place des Abesses) à la Gare Montparnasse avec extensions au nord sur la Porte de St-Ouen et sur la Place Jules Joffrin, au sud sur la Porte de Versailles. Cette ligne est aujourd'hui en voie d'exécution, par les soins de la Société du chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris. Depuis cette époque, le Conseil municipal a fait étudier et mettre à l'enquête un assez grand nombre de tracés nouveaux. Je me bornerai à vous indiquer celles de ces lignes auxquelles on paraît s'être définitivement arrêté aujourd'hui.

Ligne de la Porte de St-Cloud au Trocadéro. (Cette ligne est dès à présent concédée à la Compagnie du Chemin de fer Métropolitain.

Prolongement de la ligne n° 7 jusqu'à l'Hôtel de Ville.

Prolongement de la ligne n° 3 jusqu'à la Porte des Lilas.

Ligne de l'Opéra au Trocadéro (prolongement de la ligne de la Porte de St-Cloud au Trocadéro).

Embranchement de St-Augustin à la Porte des Ternes.

Ligne de la Bastille à la Porte de Picpus. (Porte Dorée).

Embranchement de la ligne n° 8 sur la Porte de Sèvres.

Ceinture intérieure, par les grands boulevards et le boulevard St-Germain.

\*  
\* \*

Deux dispositions fondamentales caractérisent le Métropolitain de Paris : les deux voies sont placées dans un souterrain unique à revêtement maçonné, et ce souterrain est établi aussi près que possible de la surface du sol. De ces dispositions résultent une dépense moindre, une exploitation plus commode, une facilité d'accès aux stations plus grande. De

l'avis des Ingénieurs qui s'occupent spécialement de ces questions, la solution ainsi adoptée est de beaucoup la meilleure. Celles d'entre vous qui connaissent Londres peuvent d'ailleurs faire à ce point de vue une comparaison utile. Les Ingénieurs anglais construisent leurs chemins de fer urbains dans de véritables tubes en fonte qu'ils placent à grande profondeur au-dessous du sol. Chaque voie a son tube séparé dont le profil enveloppe aussi étroitement que possible le gabarit des voitures. On ne peut accéder aux stations qu'au moyen d'ascenseurs. Cette solution que l'on a tenté d'importer à Paris, — d'ailleurs sans succès, — est dispendieuse, incommode, et bien inférieure à la nôtre à tous les points de vue.

Le Métropolitain est presque entièrement souterrain : les viaducs, que l'on rencontre seulement sur la circulaire et sur la ligne n° 6, ne forment guère que 10 0/0 de la longueur totale du réseau. Il est établi sur ou sous la voie publique ; ce n'est que dans des cas tout à fait exceptionnels, et pour des parcours extrêmement limités, qu'il pénètre dans le tréfonds des immeubles.

Le souterrain à deux voies est normalement constitué par une voûte elliptique qui repose sur deux murs latéraux ou piédroits à profil circulaire ; la section est complétée par l'arc concave du radier. Ce type n'est applicable que lorsque la distance du rail au sol descend à 6 mètres environ. Quand on dispose d'une hauteur moindre, on lui substitue une tranchée formée de deux piédroits latéraux réunis à leur base par le radier, et couverte par un tablier métallique, véritable plancher composé de poutres en acier dans l'intervalle desquelles se placent des voûtelettes en briques qui supportent la chaussée.

La station souterraine se compose de deux demi-voûtes elliptiques appliquées l'une sur l'autre et contrebutées par deux murs en maçonnerie ou *culées* : la demi-voûte inférieure forme le radier. Il existe également des stations à tablier métallique composées, comme les tranchées, d'un plancher en poutres d'acier porté par deux murs latéraux en maçonnerie : il est fait application de ce type quand la hauteur libre au-

dessous du sol est insuffisante pour l'établissement du profil voûte.

D'une manière générale, chaque station comprend deux quais de 75 mètres de longueur et de 4<sup>m</sup> 10 de largeur dont la surface est légèrement en contre-bas du plancher des voitures. Ces quais sont, en général, placés sur les côtés de la station ; il existe toutefois des stations, notamment aux terminus, où les deux quais, réunis en un seul sont établis dans la partie centrale.

Dans les parties aériennes du tracé, les voies sont supportées par un viaduc métallique formé d'une série de ponts indépendants les uns des autres, lesquels sont composés de deux poutres de rive soutenant à leur partie inférieure le tablier qui porte les voies. Ces travées prennent appui sur des colonnes en fonte et, exceptionnellement sur des piliers en maçonnerie dont on s'efforce de réduire les dimensions autant que possible.

Les stations aériennes sont conçues sur le même type que les viaducs ; elles renferment deux quais, comme les stations souterraines ; une toiture en fer et vitrage recouvre chaque quai.

On accède aux stations, comme vous le savez, par un escalier débouchant sur la voie publique ; cet escalier conduit à une salle souterraine où l'on distribue les billets, et de cette salle partent deux escaliers conduisant aux quais.

D'une façon générale, les diverses lignes du Métropolitain ont leur existence propre : elles ne s'embranchent pas les unes sur les autres ; aux points de contact, les voyageurs changent de voiture. Ce système a été adopté, parce qu'il donne plus de régularité à l'exploitation et qu'il permet de desservir chaque ligne d'une façon plus intense et plus sûre. On lui reproche, il est vrai, d'accroître la fatigue des voyageurs et de causer une perte de temps appréciable, mais la sécurité et la régularité de l'exploitation doivent l'emporter sur cette incommodité du public. Il est d'ailleurs possible de réduire la fatigue des voyageurs par l'installation, dans les stations d'échange, d'élévateurs mécaniques, reliant les quais inférieurs aux quais supérieurs. Je puis vous dire, à

ce sujet, que cette installation est décidée et que prochainement, on établira, à titre d'essai, un escalier roulant du type du Bon Marché et de la gare d'Orsay dans les stations « Père Lachaise » des lignes n<sup>os</sup> 2 nord et 3, et un ascenseur double dans les stations « Place de la République » des lignes n<sup>os</sup> 3 et 5. Celui de ces engins qui sera reconnu le plus pratique sera ensuite installé dans les stations dont les quais se trouvent à plus de 12 mètres au-dessous du sol de la voie publique.

Les trains circulant à des intervalles très rapprochés, il importe d'éviter toute perte de temps aux terminus, ce qui conduit à supprimer en ces points les manœuvres d'aiguillage, de refoulement, que vous avez vu pratiquer sur les grandes lignes. On y est parvenu en établissant aux extrémités de chaque ligne une boucle d'évitement qui permet aux trains de passer directement de l'arrivée au départ. Tantôt, comme à la Porte Maillot, sur la ligne n<sup>o</sup> 1, par exemple, on a dédoublé la station terminus en deux autres, l'une réservée à l'arrivée, l'autre au départ, et on a réuni par un petit souterrain l'extrémité des deux stations. D'autres fois, comme à l'Etoile, sur la ligne n<sup>o</sup> 2 sud, on a fait décrire à la voie ferrée un cercle aussi grand que possible, et sur le parcours de ce cercle on a placé la station finale. Cette seconde solution, permet d'ailleurs, en construisant la boucle à deux voies, de munir le terminus de garages sur lesquels on peut remiser des trains de réserve et une partie des trains du service courant aux heures où l'exploitation est moins chargée.

\* \* \*

J'aborde maintenant l'exécution des travaux.

Je vous ai dit que les souterrains du Métropolitain étaient tenus aussi près que possible du niveau du sol. Or le sous-sol de Paris est encombré, dans le voisinage immédiat de la surface, par une foule de canalisations : égouts, conduites d'eau, conduites de gaz, d'air comprimé, canalisations électriques, câbles télégraphiques, téléphoniques, etc. Il faut donc commencer par déplacer celles de ces canalisations qui se trouvent sur le parcours des galeries à construire. Il

est, nécessaire ensuite de consolider le sous-sol lorsqu'il est miné par d'anciennes carrières, et cette éventualité se présente assez souvent à Paris, notamment au nord et au nord-est sur l'emplacement des anciennes exploitations de gypse, au sud et au sud-ouest dans le périmètre des anciennes carrières de calcaire à bâtir. Ce n'est qu'après l'achèvement de ces travaux préparatoires, lorsqu'on a fait ainsi place nette, qu'il est possible d'entreprendre la construction du chemin de fer.

Je me bornerai d'ailleurs à vous indiquer comment on construit les souterrains : c'est la partie la plus intéressante du travail.

La méthode suivie pour l'exécution du souterrain, est presque sans exception, la suivante : construction préalable de la voûte, reprise des murs latéraux ou piédroits en sous-œuvre, enlèvement du noyau de terre central ou stross, établissement du radier. Pour les stations ainsi que pour les ouvrages spéciaux de grandes dimensions, les reprises en sous-œuvre pourraient être dangereuses, et il convient de les éviter ; on opère alors de façon différente. On exécute d'abord les piédroits ou les culées et l'on procède ensuite soit à la construction de la voûte, soit à la pose du tablier métallique ; le stross est enlevé souterrainement et l'on finit par la maçonnerie du radier.

Le souterrain est construit par le procédé des galeries boisées. Pour l'emploi de ce procédé, on commence par foncer un puits vertical qui servira d'accès au chantier souterrain. Ce puits est muni d'escaliers pour la descente du personnel, d'élevateurs mécaniques pour l'extraction des déblais et pour l'amenée des matériaux entrant dans la confection des maçonneries. Il est entouré d'une estacade en charpente, sur laquelle les déblais seront déposés en attendant qu'ils puissent être déversés dans les tombereaux pour être emmenés aux décharges. De ce puits partent les galeries qui vont être creusées dans la direction du souterrain à construire. A chaque attaque, on commence par percer à la partie supérieure du souterrain, une galerie d'avancement, en soutenant les terres des parois au fur et à mesure de la

progression du déblai, au moyen de coffrages en planches que supportent de distance en distance des cadres en charpente. La section de cette galerie et l'importance des boisages varient avec la nature des terrains fouillés. Quand le terrain est consistant, on espace les cadres et on réduit au minimum les planches de coffrage ; quand le terrain est meuble, au contraire, on rapproche les cadres et on pose les planches du coffrage jointives : on est même conduit parfois, dans ce cas, à luter les joints des planches avec de la paille ou avec du plâtre afin d'éviter le coulage des terres par ces joints, et les éboulements qui en seraient la conséquence. En terrain moyen, la distance des cadres est usuellement de 1<sup>m</sup>50 à 1<sup>m</sup>60. Quant à la galerie, on lui donne une section en forme de trapèze de 2<sup>m</sup> de hauteur, 2<sup>m</sup> de largeur au sol, 1<sup>m</sup>60 de largeur au ciel, de façon que de petits wagnonnets puissent y circuler facilement pour l'enlèvement des déblais.

Quand la galerie d'avancement est exécutée sur une certaine longueur, on procède à la construction de la voûte, par abatage, c'est-à-dire, que l'on déblaie, que l'on abat les terres de part et d'autre de la galerie suivant le profil extérieur de la voûte, en continuant de maintenir le terrain, au fur et à mesure, par le moyen de planches que supportent des longrines, — pièces en charpente disposées parallèlement à l'axe du souterrain, — soutenues elles-mêmes par d'autres pièces prenant appui sur le sol de la galerie élargie et auxquelles on donne le nom de contrefiches et de butons. Cette opération se fait ordinairement par tronçons correspondant à l'intervalle des deux cadres, c'est-à-dire sur une longueur de 3<sup>m</sup> à 3<sup>m</sup>20. Plusieurs abatages sont entrepris à la fois, mais on a soin de les espacer de façon à ne pas compromettre la stabilité du terrain supérieur. L'abatage terminé, on dresse de place en place les cintres, — charpente épousant le profil intérieur de la voûte, — on échafaude des madriers sur ces cintres, et c'est sur le plancher ainsi obtenu que l'on exécute la maçonnerie de la voûte.

Dans les terrains consistants, et en vue de simplifier la marche du chantier, on établit parfois deux galeries superposées, l'une à la partie supérieure du souterrain, l'autre à

la partie inférieure, celle-ci précédant celle-là d'une cinquantaine de mètres ; la galerie inférieure est utilisée pour l'évacuation des déblais, la galerie supérieure pour l'amenée des matériaux.

Lorsqu'une certaine longueur de voûte est exécutée, on entreprend la construction des murs latéraux ou piédroits par reprise en sous-œuvre. Si le terrain est solide, on commence par déblayer presque entièrement le noyau central ou stross, et on achève la fouille du piédroit sur une longueur de 3 à 4 mètres en étré sillonnant au besoin la voûte ; on procède ensuite à la confection de la maçonnerie. Dans le cas de terrains ébouleux, les fouilles de piédroits limitées à une étendue de 1<sup>m</sup> à 1<sup>m</sup>50 sont pratiquées par une succession de saignées latérales, et ce n'est qu'après l'achèvement des piédroits que l'on déblaie le stross.

La voûte se fait en maçonnerie de meulière (pierre siliceuse que l'on rencontre en abondance dans la Brie et dans la Beauce) avec mortier de ciment ; les piédroits en béton de cailloux de la Seine également avec mortier de ciment.

Après l'enlèvement du stross, la construction du radier s'effectue aisément par coulage de béton dans la fouille préalablement ouverte.

Quand les maçonneries se trouvent ainsi achevées, on revêt toute la paroi intérieure d'un enduit lissé au ciment.

\* \*

Il est à peine besoin de dire que l'on se formerait une idée tout à fait inexacte des conditions dans lesquelles s'exécutent les lignes métropolitaines, si l'on s'imaginait que dans tous les cas, les choses se passent aussi simplement que je viens de l'indiquer. Les canalisations multiples qui, comme je vous le disais il y a un instant, encombrant le sous-sol de Paris, et qu'il n'est pas toujours possible de dévier, la Seine, les canaux, les chemins de fer, constituent autant d'obstacles qu'on ne peut souvent tourner qu'au prix de sérieuses difficultés et qui nécessitent des dispositions spéciales dans la construction. Des difficultés d'un autre ordre et qui ne sont pas toujours les moindres, tiennent encore à la nature

des terrains rencontrés. Pour ne pas prolonger outre mesure cette causerie, je me bornerai à quelques exemples caractéristiques.

Voici d'abord la photographie d'un chantier établi à la Place de la République pour la construction de deux souterrains accolés de la ligne N° 5 ; elle vous montre les boisages qu'il a fallu exécuter dans des égouts désaffectés pour le passage des galeries.

La ligne circulaire N° 2 traverse la Seine en deux points à Passy et en amont du pont d'Austerlitz. Ces traversées, qui sont aériennes, ont nécessité la construction de deux viaducs monumentaux que vous connaissez sans doute, mais qui présentent quelques particularités de construction susceptibles de vous intéresser.

Le viaduc de Passy qui occupe l'emplacement de l'ancienne passerelle à piétons édifiée en 1878 à l'occasion de l'Exposition universelle, est entièrement, construit en acier doux laminé. Il comporte deux étages : étage inférieur pour la circulation des voitures et des piétons, étage supérieur réservé au chemin de fer ; c'est, je crois, le premier spécimen d'un pont de ce genre.

L'ouvrage qui traverse la Seine, divisée en deux bras par l'île des Cygnes, a une longueur totale de 237 mètres entre appuis sur chacune des rives. Trois travées, et par conséquent deux piles, sont établies dans chaque bras. Les travées comprennent chacune dix fermes dont la forme apparente est celle d'un arc, mais qui, en réalité sont construites, en cantilever, comme nous disons dans notre langage semi-barbare. Qu'est-ce qu'un cantilever ? Pour vous en donner une idée aussi claire que possible, imaginez que nous ayons à franchir un cours d'eau, et qu'il ait été décidé que l'on construira à cet effet un pont prenant appui sur deux culées de rive C et C' et sur deux piles P et P'. Nous pourrions adopter la solution suivante qui consiste à jeter sur chacune des passes CP et C'P' une planche AB ou A'B' suffisamment longue pour dépasser légèrement les piles P et P', et à poser sur les extrémités B et B' de ces planches une troisième planche MN qui assurera la continuité du passage. Voilà en

deux mots, ce que c'est qu'un cantilever. Mais, me direz-vous, lorsqu'une charge passera sur la petite poutre MN, les poutres AB et A'B' basculeront et tout sera jeté à la rivière ! Non, si les poutres AB et A'B' sont établies de façon que leur poids soit, dans tous les cas, supérieur aux charges qui peuvent circuler sur MN, et vous imaginerez aisément qu'il soit possible de constituer AB et A'B' de façon qu'il en soit ainsi. Le viaduc de Passy est établi d'après ce système, avec cette légère différence qu'au lieu de poutres droites telles que AB, A'B' et MN du croquis, on a fait usage de poutres façonnées en arc, ce qui donne à l'ouvrage un aspect beaucoup plus gracieux. La raison de cette disposition qui peut vous paraître quelque peu insolite, est d'ailleurs celle-ci. Les ponts en arc exercent sur leurs appuis, piles ou culées, des poussées obliques, qui tendent à renverser ces appuis : il faut donc donner à ceux-ci pour s'opposer à ce renversement, des dimensions importantes, et d'autant plus importantes que les appuis ont plus de hauteur. Au contraire les ponts en cantilever n'exercent sur leurs appuis que des pressions verticales, et demandent par conséquent des appuis moindres. C'est cette considération qui a été envisagée à Passy où il fallait descendre les fondations jusque sur la craie de Meudon à 15 mètres, en contre-bas du niveau de la Seine, après avoir traversé l'argile plastique. Avec un pont à arc ordinaire, on aurait dû recourir à des piles énormes, peu élégantes, encombrantes, dispendieuses, et d'une exécution difficile.

L'étage inférieur du viaduc de Passy comprend un plateau central qui sépare deux chaussées, flanquées elles-mêmes d'un trottoir de rive. Au-dessus du plateau central, l'étage supérieur, qui livre passage au chemin de fer, est porté par une série de couples d'élégantes colonnettes que l'on a implantées normalement à l'axe du chemin de fer de façon à supprimer l'impression désagréable du biais que présente l'ouvrage par rapport aux rives de la Seine.

Le viaduc d'Austerlitz, uniquement destiné au passage des trains, franchit la Seine d'un seul jet, à 200 mètres environ en amont du point du même nom. Sa largeur totale entre

appuis sur chacune des rives atteint 140 mètres, dépassant de 23 mètres celles du pont Alexandre III, qui avant lui, détenait le record de la portée dans Paris. Il est constitué par deux arcs en acier auxquels se trouve suspendu le tablier portant les voies. Ici, on pouvait sans difficultés faire choix d'un pont en arc parce que le terrain de fondation des culées se trouvait à moindre profondeur qu'à Passy, néanmoins, comme vous le voyez, il a fallu donner au massif des culées une importance relativement considérable.

Les arcs du pont d'Austerlitz vous paraissent continus ; en réalité, ils ne le sont pas ; ils sont munis de trois articulations placées, l'une au sommet, les deux autres aux reins, aux points où le tablier coupe le plan des arcs. Les parties d'arc inférieures au tablier et la portion correspondante de celui-ci forment deux consoles sur les extrémités desquelles vient s'appuyer la partie médiane de l'arc. Cette disposition ingénieuse a permis de réduire à 107 mètres la portée effective des arcs et de diminuer en conséquence leur montée, au grand avantage de l'élégance, sans pour cela augmenter d'une façon notable la poussée sur les fondations.

A la sortie du viaduc, sur la rive droite, la ligne traverse le bas-port de Bercy suivant une courbe de 75 mètres de rayon superposée à une pente continue de 40<sup>mm</sup> par mètre. La voie est portée par deux travées métalliques pour lesquelles on a imaginé un développement courbe de telle sorte que les poutres de rive sont établies suivant une surface hélicoïdale qui rappelle celle des limons des escaliers en vis. C'est le premier exemple d'un pont de ce genre, et l'effet en est particulièrement heureux : il contraste agréablement avec les travées polygonales que l'on avait employées jusqu'ici dans ce cas, et dont vous pourrez voir un spécimen, — peu gracieux, il faut le reconnaître, — au rond-point de la Villette sur la circulaire Nord.

Quelques mots, maintenant, des travaux de la ligne N° 4 à son passage sous la Seine, à la Cité.

Vous savez sans doute qu'en creusant le sol on rencontre presque toujours une nappe d'eau, à une profondeur plus ou moins grande : c'est la nappe qui alimente les puits. A pro-

ximité des rivières qui, comme la Seine, coulent dans un lit d'alluvions assez épais, cette nappe d'eau est particulièrement abondante et son niveau est voisin de la surface du sol.

La ligne N° 4 pénètre dans la nappe aquifère au carrefour de la rue des Halles et de la rue Saint-Denis ; elle y demeure jusqu'au carrefour de la rue Danton et du boulevard Saint-Germain. En plus des traversées des deux bras du fleuve, le tracé comporte un passage sous la ligne N° 1 à la rue de Rivoli et un passage sous les voies de l'Orléans à l'amont du port Saint-Michel. Deux stations à grande profondeur se trouvent établies en outre, l'une au Marché aux Fleurs, l'autre à la Place Saint-Michel. Lorsque j'aurai ajouté que sur une notable partie de ce parcours le rail du chemin de fer se place à près de 12 mètres en contre-bas du niveau de la Seine, je vous aurai laissé déjà entrevoir, sans doute, les difficultés que la construction du Métropolitain a rencontrées sur ce point. Ces difficultés sont en effet considérables et il a fallu recourir, pour les ouvrages, à des dispositions spéciales, pour l'exécution, à des procédés particuliers.

Pour les ouvrages, on a substitué au revêtement maçonné employé normalement, un revêtement métallique : cuvelage en fonte pour le souterrain, cuvelage en acier appuyé par de la maçonnerie pour les stations. On a en outre intercalé des puits verticaux entre le souterrain et les stations afin de faciliter le raccordement entre ces deux catégories d'ouvrages de dimensions fort différentes, comme le montrent les photographies que vous avez sous les yeux.

Pour l'exécution, le premier soin à prendre était d'assécher le terrain, de se débarrasser de l'eau. La chose était facile me direz-vous : il n'y avait qu'à épuiser, en installant dans les galeries, des pompes de la force voulue et en nombre suffisant. C'est en effet de cette façon que l'on a opéré entre le carrefour de la rue des Halles et la Seine d'une part, entre le boulevard Saint-Germain et la place Saint-André des Arts d'autre part. Sur ces deux tronçons, le procédé par épuisement était praticable parce qu'il s'agissait uniquement de la construction du souterrain courant, de dimensions relativement restreintes, parce qu'on pouvait commencer l'atta-

que en terrain sec, et que le débit de la nappe s'est trouvé modéré. Mais l'emploi des pompes pour la construction à grande profondeur des deux stations et des puits voisins aurait été très aléatoire en raison du cube considérable de ces ouvrages ; il l'aurait été encore davantage pour la construction du souterrain sous le lit même de la Seine. En ces points, on a eu recours au procédé de l'air comprimé.

En quoi consiste ce procédé ? Ici, je fais appel à vos connaissances en physique. Vous connaissez certainement, toutes, l'expérience classique du verre que l'on maintient renversé sur une cuve pleine d'eau. Vous savez que l'eau se tient à l'intérieur de ce verre à un niveau inférieur à celui de la cuve et que ce phénomène est dû à la pression de l'air qui, se trouvant comprimé, s'oppose à l'ascension du liquide. Si  $h$  représente la différence des niveaux du liquide dans le verre et dans la cuve, l'air du verre se trouve à une pression qui surpasse celle de l'atmosphère de  $h$  millimètres, les pressions étant évaluées en hauteur de colonnes d'eau. Donc, si la pression de l'air contenu dans le verre est amenée, d'une façon quelconque, à dépasser la pression atmosphérique de  $h$  millimètres, cet air deviendra susceptible de refouler le liquide, de faire baisser son niveau à  $h$  millimètres au-dessous du niveau de la cuve. Par conséquent, vous pouvez imaginer qu'il soit possible de purger complètement d'eau l'intérieur d'un récipient analogue à ce verre : il suffira d'y insuffler de l'air à une pression surpassant celle de l'atmosphère d'une quantité mesurée par la distance  $H$  qui sépare le bord du récipient du niveau de la cuve. Mais si, dans ces conditions, le récipient repose sur le fond de la cuve, il deviendra possible d'accéder à ce fond, d'y travailler à sec, de le creuser par exemple, etc...

Dans la pratique des travaux, le récipient dont il vient d'être question, est, constitué parce que l'on appelle un caisson, ou encore une chambre de travail. Une chambre de travail est tout simplement une caisse à parois métallique, sans fond, convenablement lestée, que l'on applique par sa face ouverte sur le terrain à fouiller, et dans laquelle on peut, à volonté, insuffler de l'air comprimé. Cet air est

amené dans la chambre par des cheminées munies d'écluses à leur partie supérieure, ces écluses étant destinées à permettre au personnel de passer de l'extérieur dans la chambre, ou réciproquement. Lorsque l'eau qui se trouvait à l'intérieur de la chambre a été complètement refoulée par l'air comprimé, on fait descendre des terrassiers qui déblaient le fond par couches, de peu d'épaisseur. L'engin étant lesté de façon que son poids soit supérieur aux frottements exercés sur ses faces latérales par le terrain ambiant, s'enfonce lorsqu'on vient creuser sous les bords de la caisse agencés en forme de couteau. Vous comprenez qu'il devient ainsi aisé de produire l'enfoncement graduel de la chambre dans le terrain, si l'on a soin, bien entendu d'augmenter progressivement la pression de l'air à l'intérieur, au fur et à mesure de la descente, de façon à refouler constamment l'eau. C'est ce procédé qui est appliqué à la construction du souterrain à la traversée des deux bras de la Seine, des stations de la place St-Michel et de la Cité et des puits de raccordement qui commandent ces stations. A cet effet, on a construit de toutes pièces au-dessus de chambres de travail, soit les tronçons du souterrain, soit les stations, soit les puits. Pour les stations et les puits, cette construction a été effectuée sur la voie publique à l'aplomb de la position que les ouvrages devaient occuper ultérieurement en profondeur : — ce sont ces énormes cuves métalliques que vous avez vu encombrer pendant quelques mois les abords de la Place St-Michel, et que vous pouvez voir encore au Marché aux Fleurs. En creusant dans la chambre de travail, comme je vous l'ai expliqué il y a quelques instants, on est arrivé à enfoncer peu à peu ces ouvrages jusqu'à leur emplacement définitif dans le sous-sol. Pour les souterrains, on a agi de même : la carcasse métallique bâtie au-dessus d'une chambre de travail sur la berge, près du pont de Solférino, a été amenée en Seine, au droit de sa position définitive, et enfoncée dans le lit de la même manière. Voici une photographie, qui vous indiquera, plus clairement peut-être, comment il a été procédé dans ce dernier cas : elle représente la mise en place d'un fragment de souterrain dans le lit du grand bras de la Seine.

Je vous ai parlé des puits de raccordement aux extrémités des stations. Il eût été très difficile de raccorder directement le souterrain et les stations qui sont de diamètre très différents. On a tourné la difficulté en intercalant entre les deux ouvrages comme je vous l'ai dit ces puits dans les parois desquels on a ménagé d'avance des ouvertures ayant la forme du souterrain d'un côté, de la station de l'autre. Ces ouvertures sont fermées pendant la descente des puits. En les débouchant ensuite avec précaution, il devient relativement facile d'exécuter le raccord sur la petite distance qui sépare les ouvrages voisins. Ces puits seront d'ailleurs utilisés plus tard, pour le logement des ascenseurs et des escaliers destinés au service des stations.

Entre la station de la Cité, et les caissons du petit bras de la Seine, existe une assez grande longueur de souterrain qui passe sous la caserne de la Cité, et qui se trouve plongé entièrement dans la nappe. Pour l'exécuter, on se servira d'un engin spécial appelé bouclier, que l'on emploie déjà actuellement pour la construction du souterrain dans la rue Danton. Le bouclier est une sorte de caparace métallique qui épouse la forme extérieure du souterrain à construire ; il est divisé en deux parties par une cloison transversale percée d'orifices permettant de passer à volonté d'une moitié dans l'autre. A l'abri de la partie antérieure au bec, s'effectue la fouille ; à l'abri de la partie postérieure, ou queue, s'exécute le revêtement du souterrain sur la cloison médiane sont installées des presses hydrauliques qui prennent appui sur le revêtement déjà posé à l'arrière. La fouille étant exécutée à l'abri du bec, on envoie de l'eau comprimée dans les presses hydrauliques ; les pistons de celles-ci se déplacent et poussent le bouclier en avant. Le déplacement est d'ailleurs calculé de façon que la queue ne dépasse jamais la partie de revêtement déjà exécutée. On dispose ainsi à l'arrière d'un espace suffisant pour exécuter un nouvel anneau du revêtement, et pendant la mise en place de cet anneau, on déblaie sous le bec. On fait alors avancer le bouclier, à nouveau, et ainsi de suite. Lorsque le débit de la nappe n'est pas considérable, on assèche le terrain par épuisements, au moyen de

pompes. Dans le cas où celles-ci ne suffiraient pas pour maintenir le terrain à sec, on aurait recours à l'air comprimé que l'on insufflerait entre la cloison médiane et le front d'attaque : la chambre de travail serait alors formée par les parois du bec et la cloison, et elle se déplacerait horizontalement au lieu de s'enfoncer verticalement.

Pour terminer, cette rapide description des travaux de la ligne n° 4 à la traversée de la Seine, je vous dirai que la construction du souterrain entre les caissons du petit bras et le puits de la Place St-Michel, sous le chemin de fer d'Orléans, sera opérée par congélation du sol. Il s'agit toujours, de se débarrasser de l'eau ; vous comprenez qu'on peut y arriver en congelant le terrain, sur une épaisseur suffisante et sur le périmètre du souterrain à construire ; le terrain ainsi gelé s'oppose au passage de l'eau liquide, et on peut travailler à sec. Pour congeler le terrain, on enfonce sur le pourtour de la galerie à exécuter, des tubes en acier, dans lesquels on fait circuler une dissolution de chlorure de calcium refroidie d'une façon intense par la détente du gaz ammoniac liquéfié. Je n'insisterai d'ailleurs pas sur ce point, les travaux n'étant pas encore commencés ; je me bornerai à cette brève indication.

Je vous ai dit que des difficultés spéciales avaient été rencontrées à la traversée des lignes de chemin de fer. Je choisirai comme exemple la traversée du chemin de fer d'Orléans par la ligne circulaire sud. Cette traversée, dont voici une photographie, s'effectue dans la gare d'Austerlitz même : au-dessus des voies de l'Orléans est établie sur deux points métalliques jumeaux une station de la ligne métropolitaine. Pour réaliser cette disposition, il a fallu éventrer, sur une largeur de 20 mètres les murs de façade de la gare et reporter sur les murs, de part et d'autre de ces ouvertures, le poids des fermes de la couverture du hall dont la portée dépasse 52 mètres.

J'aborde maintenant les difficultés occasionnées par la nature du sous-sol.

En premier lieu, il me faut citer les risques avec lesquels on a à compter lorsque les galeries pénètrent dans cette cou-

che de remblais de différents âges qu'ont accumulés sous le sol des voies publiques, les transformations successives du vieux Paris. Ces remblais dont l'épaisseur est parfois considérable (10 mètres à la Bastille) sont formés de gravats cou-lants, fréquemment coupés par de vieilles maçonneries, et le concours de ces deux circonstances complique le travail d'une façon pénible. Voici, par exemple, une photographie qui vous représente la station « Bastille » de la ligne n° 5 : vous y voyez les piles d'un pont dormant dans les fossés de l'ancienne forteresse que les terrassements ont mis à jour.

Le second exemple se rapporte à la construction de la ligne circulaire dans la zone des carrières de pierre à bâtir dont les vestiges subsistent dans le sud et le sud-ouest de la ville. Vous savez que dans cette région les bancs du calcaire gros-sier qui forment le sous-sol ont été jadis excavés pour en extraire la pierre. Quelques-unes de ces anciennes carrières se trouvent dans un remarquable état de conservation, en particulier celles où sont établies les catacombes non loin de la place Denfert-Rochereau. Mais sur des longueurs assez grandes, le ciel, c'est-à-dire la partie supérieure des galeries s'est affaissée, et l'éboulement, se propageant, a donné nais-sance à ces cavités en forme de cloches que l'on désigne communément sous le nom de fontis. Une de ces cloches rencontrée au boulevard de Vaugirard, près de l'Avenue du Maine, avait une section de 70 mètres carrés à la base, et une hauteur voisine de 13 mètres, ce qui correspond à un vo-lume de 660 mètres cubes : je m'empresse de vous dire, que des fontis de cette importance sont, heureusement, chose rare. A la traversée de ces éboulis, il a fallù faire reposer les ouvrages sur un véritable viaduc souterrain dont les piles sont constituées par des puits de 1<sup>m</sup>20 de diamètre remplis de béton, et qui prennent appui sur le sol de carrière.

Voici en particulier, la coupe du souterrain tel qu'on a dû l'exécuter sous le boulevard Raspail au carrefour de la rue Victor Considérant : sur 27 mètres de longueur, le souter-rain est constitué par un gigantesque tube en maçonnerie supporté par cinq files de colonnes.

Des difficultés analogues se sont rencontrées sur le par-

cours de la ligne n° 7 qui traverse, entre la rue Secrétan et la Place du Danube, la zone des anciennes carrières de gypse ou pierre à plâtre connues sous le nom de carrières d'Amérique. Dans le parc des Buttes-Chaumont, en particulier, le tracé coupe en diagonale le quadrillage des galeries dont la hauteur atteint 8 mètres. Il faut détruire, de place en place, les piliers ménagés autrefois pour étayer les ciels de carrière, de telle sorte que la voûte du Métropolitain doit supporter, non seulement les 25 mètres de terre qui la surmontent, mais encore toute la charge supplémentaire des terres dont le poids se répartissait auparavant sur les piliers ruinés. D'un autre côté, la voûte ne peut prendre appui, en certains points, que sur les remblais argileux qui ont servi à combler les carrières. On a été obligé, dans ces conditions de recourir à un profil en plein cintre et d'augmenter considérablement les épaisseurs de maçonnerie. Malgré cela, il a fallu contrebuter de place en place la voûte par des contreforts venant s'appuyer au loin sur les piliers de gypse restés en place.

\* \*

Pour préciser l'importance de l'œuvre qui se poursuit actuellement à Paris, je vous dirai que la construction des lignes métropolitaines exigera l'extraction d'un volume de déblais qui peut être évalué à près de 5 millions de mètres cubes, l'exécution de 2.200.000 mètres cubes de maçonnerie et l'emploi de 67.000 tonnes de métal. Si les déblais du Métropolitain étaient entassés sur la place de la Concorde, entre la Seine et les palais de Gabriel d'une part, entre la grille des Tuileries et les chevaux de Marly d'autre part, la hauteur du remblai dépasserait 70 mètres : dans cette colline, les tours de Notre-Dame disparaîtraient sous une couche de 3 mètres d'épaisseur. La maçonnerie, répartie uniformément sur le même emplacement, atteindrait une hauteur de plus de trente mètres, supérieure de près de 3 mètres à celle de l'obélisque. Quant au métal, il permettrait, transformé en rails du Métropolitain, d'exécuter à double voie, une ligne de 310 kilomètres environ, soit la distance de Paris à Bruxelles.

\* \*

Pour terminer, quelques mots de l'exploitation du Métropolitain.

Le Métropolitain est construit à deux voies, et sur ces voies circulent, vous le savez, des trains électriques. L'emploi de la traction électrique ne résulte pas, comme on pourrait être tenté de le croire, du désir de procéder à une application retentissante des dernières découvertes de la science : c'est une nécessité absolue. Sans l'énergie électrique, on serait peut-être arrivé à construire le Métropolitain, — on ne serait certainement pas parvenu à l'exploiter. Seul le moteur électrique possède assez de souplesse pour s'accommoder d'une exploitation où la vitesse moyenne doit se maintenir relativement élevée, avec des arrêts fréquents. Et puis je vous laisse à imaginer ce que serait l'atmosphère du tunnel, si celui-ci était sillonné toutes les deux minutes par des locomotives à foyer dégageant fumée et vapeur d'eau ! On se plaint, non sans quelque raison peut-être, de l'aération insuffisante du souterrain du Métropolitain ; avec des locomotives à feu, ce souterrain serait inabordable.

Un train du Métropolitain est composé de deux ou trois voitures motrices et de voitures de remorque en nombre tel que la longueur totale du train ne dépasse pas 72 mètres, maximum fixé par le Cahier des charges de la concession. Les voitures du dernier modèle ayant près de 12 mètres de longueur, un train ne peut donc comprendre que 6 voitures de ce modèle.

Les moteurs électriques sont portés par les essieux des voitures motrices. L'énergie électrique est empruntée, par le moyen d'un frotteur fixé au bâti des roues de ces voitures, à un troisième rail installé dans l'entrevoie, et qui constitue en réalité un conducteur électrique. Le courant pris sur ce rail par le frotteur est amené aux moteurs par l'intermédiaire d'une canalisation appropriée, sur laquelle sont installés les appareils de manœuvre ; il actionne les moteurs puis, par les essieux et les roues, revient aux rails de roulement de la voie, lesquels le ramènent à l'usine.

Il est nécessaire que tous les moteurs des voitures motri-

ces d'un train puissent être actionnés à la fois, c'est-à-dire que le courant leur parvienne en même temps, leur soit retiré en même temps, etc. Ce résultat est obtenu par les appareils de manœuvre placés dans la loge de chaque voiture et qui sont disposés de manière à pouvoir être manœuvrés à distance au moyen soit d'un conducteur électrique de faible puissance, soit, — dans certains types de voitures — d'une canalisation d'air comprimé. Il suffit alors de manœuvrer à la main l'appareil placé dans la motrice en tête du train, pour que les appareils des autres motrices prennent immédiatement la même position, et produisent par conséquent le même effet, de telle sorte que le train peut être conduit par un seul watman, quel que soit l'emplacement occupé par les motrices dans le convoi.

La traction des trains, l'éclairage des souterrains, le fonctionnement des ateliers d'entretien et de réparation donnent lieu à une importante consommation d'énergie électrique qui peut être évaluée pour l'ensemble des huit lignes concédées, à 31.000 kilowatts, soit à un peu plus de 42.000 chevaux-vapeur : cette puissance serait susceptible de monter en une seconde au sommet de la tour Eiffel un poids de 10.500 kilogrammes, c'est-à-dire un groupe de 140 personnes de poids moyen.

L'énergie électrique est utilisée dans le Métropolitain sous la forme de courant continu, analogue à celui qui est employé pour l'éclairage, mais à une tension plus forte : 550 volts au lieu de 110. Ce courant est produit dans deux usines ; l'une, celle de Bercy installée par la Compagnie près de la gare de Lyon ; l'autre, celle de St-Denis, établie par la Société d'Électricité de Paris. Cette dernière ne contribue pas seulement à l'exploitation du Métropolitain ; elle alimente encore, — ou va alimenter, — les tramways, les nouveaux secteurs d'éclairage, etc...

Ces deux usines, vous le voyez, ne sont pas précisément au centre du réseau, de sorte que l'électricité qu'elles fabriquent a un certain parcours à effectuer avant de parvenir au rail : parcours déjà assez long, dans certains cas, pour l'usine

de Bercy ; parcours très long, dans tous les cas, pour l'usine de St-Denis. Or, le courant continu coûte très cher à transporter à longue distance. Aussi les usines ne le fabriquent-elles pas directement elles produisent du courant périodique à très haut voltage lequel peut être transporté à meilleur marché : triphasé à 5.000 volts à Bercy, à 10.000 volts à St-Denis ; et ce courant est transformé en courant continu à 550 volts dans de petites usines secondaires, appelées sous-stations, placées sur le parcours des lignes métropolitaines. Une image très grossière, il est vrai, mais assez saisissante de ce qui se pratique ainsi peut vous être donnée par la manière dont on transporte les marchandises encombrantes : le coton, par exemple. Pour diminuer son volume, et par conséquent les frais de transport, vous savez que l'on comprime le coton, qu'on en fait des balles qui contiennent beaucoup de matière sous un cube restreint. Pour l'utiliser ensuite, quand il est parvenu à destination, il suffit de détendre les balles, les bourres de coton, revenues à leur volume normal sont ensuite transformées en fil, en étoffe, etc.

Quelle chose de grossièrement analogue se pratique dans l'alimentation électrique du Métropolitain : le courant triphasé à haut voltage produit dans les usines, est amené aux sous-stations, où il est détendu, transformé en courant continu, puis conduit sur la voie pour la traction, l'éclairage, etc...

Si vous considérez en particulier, la ligne Porte de Vincennes, Porte Maillot, par exemple, elle est alimentée, dans sa partie ouest, par la sous-station de l'Etoile, établie dans le sous-sol de la place près des accès, — dans sa partie centrale, par la sous-station du Louvre, établie en sous-sol rue du Louvre, devant St-Germain l'Auxerrois, — dans sa partie Est, par la sous-station de Bercy, établie dans l'usine même de Bercy. La sous-station de l'Etoile est alimentée par l'usine de St-Denis ; celles du Louvre et de Bercy par l'usine de Bercy.

Le mouvement des voyageurs sur les lignes métropolitaines a sans cesse été croissant. C'est ainsi que la ligne Vincennes-Maillot a vu son trafic passer de 18.000.000 de voyageurs en

1900 à 70.600.000 en 1905 et à 72.500.000 en 1906 ; la ligne du Boulevard de Courcelles à Ménilmontant de 37.200.000 voyageurs en 1905, à 40.300.000 en 1906, etc.

Pour pouvoir comparer le nombre des voyageurs transportés par diverses lignes de chemin de fer, il faut rapporter ce nombre au kilomètre, c'est-à-dire diviser le nombre total de voyageurs transportés par la longueur de la ligne.

On trouve ainsi en 1906 :

Pour la ligne n° 1	environ	6.900.000	voyageurs au kilomètre
—	n° 2 nord	5.400.000	—
—	n° 3	5.100.000	—

Ce trafic dépasse de beaucoup celui de toutes les lignes de chemin de fer, tant en France qu'à l'étranger. Comme point de comparaison, je prendrai la ceinture entre Paris et Auteuil, qui est particulièrement chargée. En 1903, le trafic local de cette ligne s'est élevé à 11.800.000 voyageurs pour une longueur de 9 kilomètres, ce qui correspond à un peu plus de 1.300.000 voyageurs au kilomètre ; la même année, la ligne Vincennes-Maillot a transporté 6.500.000 voyageurs au kilomètre, c'est-à-dire 5 fois plus.

L'affluence des voyageurs n'est pas constante : elle varie suivant les mois de l'année, et, dans un même mois, suivant les jours de la semaine. L'oscillation annuelle se traduit par une loi que l'on retrouve, à Paris, dans toutes les entreprises de transport en commun ; le trafic varie peu de mars à juin ; il décroît ensuite rapidement de juin à août, où il passe par un minimum ; il se relève d'août à décembre avec saut brusque pendant ce dernier mois, qui est celui du maximum, et ce maximum est suivi d'une dépression légère en janvier et février. L'oscillation hebdomadaire est moins régulière et varie suivant les lignes. Sur les lignes n° 1 et 2 nord on relève, en général, des maxima très caractérisés le dimanche ; sur la ligne n° 3, qui dessert une clientèle d'affaires, les dimanches correspondent au contraire à des minima très marqués. Les conditions de la vie à Paris, expliquent d'ailleurs aisément ces fluctuations.

Je vous dirai enfin que la proportion des billets des diverses classes varie suivant les lignes ; mais, d'une façon générale, la seconde classe l'emporte de beaucoup sur la première, et les billets d'aller et retour l'emportent encore sur ceux de première classe. La ligne n° 1 donne la plus forte proportion de billets de 1<sup>re</sup> classe, 14 % ; la ligne n° 3, de billets de 2<sup>e</sup> classe, 68 % ; la ligne n° 2 sud, de billets d'aller et retour, 26,6 %.

Me voici, Mesdemoiselles, parvenu au bout de ma tâche. Je puis vous avouer maintenant que lorsque votre aimable Présidente m'a fait l'honneur de me demander cette conférence sur le Métropolitain, j'ai ressenti quelque appréhension. Les ingénieurs ont la réputation, — parfois méritée, j'en conviens, — d'être gens fort ennuyeux ; le sujet était ardu, ingrat : l'entreprise était quelque peu téméraire ! Si j'ai accepté néanmoins, c'est parce que je savais que j'aurais à parler devant un auditoire sérieux, très versé déjà dans les choses scientifiques. C'est aussi, je dois le dire, parce que j'ai escompté l'accueil bienveillant que l'on est toujours sûr de trouver près de ceux qui ont le désir véritable de s'instruire et qui s'attachent plus au fond qu'à la forme. Je ne m'étais pas trompé, et l'attention soutenue avec laquelle vous avez bien voulu me suivre a été pour moi un stimulant précieux : je tenais en terminant, à vous en exprimer tous mes remerciements. Je suis heureux de penser que j'ai pu vous intéresser à cette grande œuvre du Métropolitain, — œuvre unique au monde, — qui se poursuit sans bruit, au milieu de difficultés cependant considérables, pour le plus grand profit de la population parisienne.

I. BIETTE,

*Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées  
et de la ville de Paris.*



## LA SOCIÉTÉ DE BIENFAISANCE

---

### Réunion de Bienfaisance du Jeudi 7 novembre

Mme la directrice, Mlle Scott, Mme Picquet, Mme Flobert et un grand nombre d'élèves et d'anciennes élèves assistaient à cette réunion ; rien de très marquant ne s'est décidé ce jour-là ; une partie de la séance s'est passée à organiser la vente de charité, à noter les vendeuses qui offraient leurs services et à stimuler le zèle des jeunes. On fixe la date définitive des réunions de bienfaisance, elles auront lieu le jeudi qui précèdera le Cercle amical.

La prochaine réunion sera donc le 5 décembre.

### CERCLE AMICAL

La réunion de novembre fut particulièrement animée. Nos invitées étaient au grand complet ; elles ont de suite adopté les trois nouvelles, qui sont d'ailleurs les plus jeunes du cercle.

Mmes Flobert et Fiquet ont passé une partie de la journée avec nous. Parmi les Anciennes Elèves : Mlles Bondoïs, Bernheim, Dupotet, Luttermersk, Rousselot, Sarrut, etc.

Nos invitées préférèrent la danse à toute autre distraction. Elles semblent avoir grand besoin de se « dégourdir les jambes » et la lecture n'a jamais qu'un succès relatif.

Mlle Sarrut, avec beaucoup de zèle, s'est mise au piano une partie de l'après-midi. Mais il ne faudrait pas que ce fût toujours la même qui remplit le rôle de « tappeur » : cela l'empêche de se mêler à nos invitées et de les connaître. Les pianistes de bonne volonté seront donc bien accueillies (musique de polka et pas de quatre, s. v. p. !).

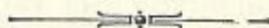
Les jeunes filles qui avaient appris au printemps dernier le « Mariage de Papillonne » ont déclaré qu'elles savaient si bien leur rôle et qu'elles l'avaient tant appris qu'elles... l'avaient oublié ; Mlle Bondoïs les a fait répéter ; dans un coin de la salle, Mlle Bernheim jouait à des jeux tranquilles

avec les personnes posées, tandis qu'une douzaine d'autres jeunes filles dansaient en chantant les refrains pittoresques de toutes les vieilles rondes de France.

Nous avons admiré les chemises et autres pièces de trousseaux apportées par nos invitées ; on reconnaît la main de la brodeuse au linge plus adroitement marqué et celle de la blanchisseuse, aux broderies pratiques et plus solides.

Mlle Bondois a de nouveau distribué de la toile.

Le chocolat dans les lourdes cruches en grès, et les croissants tout chauds eurent leur succès habituel ; puis, nous nous sommes séparées très tard, au milieu de la plus grande animation ; car c'est toujours la dernière heure qui est la meilleure et qui passe la plus vite.



## La Vente de Charité



Mercredi 27 et Jeudi 28 Novembre

Le temps fut charmant le premier jour et le soleil éclairait notre réunion, mais malheureusement il n'en fut pas de même le jeudi et nous eûmes à déplorer la pluie. Elle n'a dû heureusement pas effrayer beaucoup de personnes car la grande salle des fêtes de la mairie était très vivante et notre vente a été fort visitée.

Une tombola, dont les lots étaient tout particulièrement attrayants, s'est organisée et il est vrai que la possibilité de gagner de véritables objets d'art avait beaucoup contribué à sa réussite.

De Monsieur GEOFFROY *Une délicieuse aquarelle.*

De JOUCHROY *Une nymphe et un faune (terre cuite).*

G. MICHEL *« Le réveil de l'enfant » biscuit de Sèvres.*

De LAUGÉE *Paysage.*

De Mademoiselle MORIA *Une médaille de bronze (l'étude).*  
D'Andrée KARPELÈS *Une de nos jeunes artistes. Une  
charmante nature morte.*  
De Paul SARRUT *Une nature morte (fleurs et fruits).*  
DEUX eaux-fortes de DAULIGNY et de BERNIER.

Enfin d'une inconnue, à laquelle nous adressons nos sincères remerciements, deux petits abat-jour très finement dessinés.

La salle des fêtes avait été très bien décorée, les plantes vertes en garnissaient agréablement les murs, l'estrade, les comptoirs, ceux-ci disposés des deux côtés et dans le fond, tous arrangés avec infiniment de goût.

Nos chers professeurs avaient certainement le plus joli et le plus artistique comptoir, les acheteurs y trouvaient maintes choses, des objets d'art, des tanagras, des gravures, des vases à fleurs, des livres anglais, des ouvrages de dames, tout y était réuni, l'utile et l'agréable. Nos professeurs sont venues nombreuses et elles ont bien contribué à la réussite de leur comptoir.

Madame Mayer (née Renée Seligman) aidée de Mlles Prontault, Michel, Cruet, avaient su réunir dans leur comptoir tout ce qui plaît et retient, j'y ai remarqué entre mille jolies choses de petits cadres enveloppant quelques-unes des plus célèbres reproductions de nos chefs-d'œuvre nationaux.

Nous sommes très touchées de voir avec quel zèle Madame Mayer s'intéresse à nos pauvres et nous la remercions bien sincèrement.

Madame Duchêne et sa fille Suzanne étaient aux yeux des visiteurs, sur une table artistement arrangée de délicieuses petites broches, des objets pyrogravés et si les gourmands ont goûté aux croustillants petits biscuits, ils ne s'en sont certainement pas repentis !

Madame (tante de notre compagne Marguerite Laborie) avait une collection complète de poteries byzantines, vives de couleurs, et gracieuses de formes, qui ont eu un joli succès.

Mlles André, Julien, Bertrand, Paquin avaient su réunir

tant d'objets variés que l'on ne pouvait passer devant leur petite exposition sans y laisser un peu de son argent. Mlles Lowengard ne s'étaient pas lassées cet automne et comme chaque année, étendaient mille objets de Paris et joujoux que fillettes et bambins regardaient avec envie.

Le comptoir tenu par Mlles Doyen était également très visité. Mlle Hélène Rott, dont nous aimons toutes tant la franchise et la bonne humeur, fabriquait de l'excellent café turc qu'elle offrait aux amateurs dans de minuscules tasses. Une pancarte humoristique, pendue au-dessus de la table, avisait les curieux que « Là, pour 10 sous, l'on avait à boire et à manger ». Le buffet était très confortablement garni et j'ai vu des assiettes d'éclairs, des choux à la crème, disparaître avec rapidité.

Heureuse idée que celle qui transforma la vilaine estrade en jardin d'hiver où l'on pouvait assis devant une petite table, humer son chocolat et goûter de délicieuses gourmandises.

La salle a pris vers le soir un aspect plus animé encore avec ses lumières, ses parfums et les toilettes élégantes car, qui n'a eu ce jour-là, la bien pardonnable vanité de faire honneur par sa toilette claire à cette jolie réunion.

Merci à toutes les bonnes volontés, merci tout particulièrement à Mme la Directrice, toujours dévouée et bonne et à Mlle Milliard, notre chère présidente, dont le zèle ne se modère jamais.

Merci aussi à ces nombreuses jeunes filles qui ont, pendant deux jours, travaillé avec gaieté et intelligence, pour que la part de nos pauvres soit plus grande.

---

## ENGLISH CLUB

---

Our first meeting, this year, was held on *November 9<sup>th</sup>*, and was fairly well attended.

Its being *Lord Mayor's Day* suggested some remarks on what was going on in London. And some extracts from

*the Daily News* and *the Tribune* were read in reference to the preparations made for the yearly show.

This year, the most interesting feature of the show was to consist of a historical pageant, representing all the Edwards, and including the present Ring whose reign was to be symbolized by a figure of Peace.

A member of *the Review of Reviews* was likewise handed round; it contained, besides much useful information on the progress of the Labour party in England, an interesting article on the famous actress Ellen Terry and her first marriage with the great painter Watts.

The question was raised whether we ought to subscribe to some other paper or magazine, but it was finally decided by all the members present that whatever money was granted us by *The Association* should be spent on books rather than reviews.

The purchase of two new books was agreed upon: Meredith's *Egoist* and Hardy's *Tess of the d'Urbervilles*.

Lastly, we arranged to meet henceforth on *Thursday*, at 3. 30.

Our two next meetings will therefore take place on *December 5<sup>th</sup>* and *January 9<sup>th</sup>*.



## DEUTSCHER VEREIN

---

Die Versammlung des deutschen Vereins fand am Samstag dem 16<sup>ter</sup> November statt. Wir waren ziemlich zahlreich, und wir hoffen, dass der Verein regel mässig und fleissig besucht sein wird. Anwesend waren: S. Bernheim, G. Bloch, M. Bonnard, G. Halphen, J. Maury, M. Mulley, A. Ponchont; und drei neue Mitglieder, M<sup>lles</sup> Dennielle, C. Douchez und R. Polack, die wir mit Freude in unserem Kreise empfangen. Wir bedauerten es sehr dass Fräulein Kastler daran verhindert war zu kommen. Fräulein Schlessler hatte uns geschrieben dass sie dieses Mal der Versammlung nicht beiwohnen

konnte, sie verspricht uns aber öfters zu kommen worüber wir uns sehr freuen.

J. Maury hat uns einen kleinen Vortrag über Wildenbruch, den Verfasser reizender Erzählungen gehalten; sie theilte uns manches Interessante über das Leben jenes Schriftstellers mit.

Einige von den anwesenden Mitgliedern waren schon in Deutschland; sie erzählten uns was sie dort gesehen und gehört haben, S. Bernheim las uns Verschiedenes über die Feste und die Sitten in Deutschland vor, was uns gefiel. Wir sprachen besonders über Weihnachten die in Deutschland viel gefeiert wird.

Nachher vertrieben wir uns auch die Zeit mit Personen erraten und hatten noch zuletzt ein geographisches Spiel.

Wir verabschiedeten uns um vier Uhr, nachdem jede von uns sich einige Nummern unserer Zeitschrift oder ein Buch ausgewählt hatte um im Laufe des Monats ein wenig Deutsch zu lesen.

Wir haben verabredet, dass der deutsche Verein jetzt immer am dritten Samstag stattfinden wird, also die nächste Versammlung wird am Samstag dem 21<sup>ten</sup> Dezember um zwei Uhr beginnen.



## Sociétaires nouvelles



M<sup>lles</sup> Madeleine Andrée, villa T S Bois de Boulogne, par Neuilly-sur-Seine.

Rosette Polack, 7, rue Benjamin Godard, 182 bis avenue Victor Hugo.

Claire Ramell, 2, chaussée de la Muette.

Renée Debat, 88, rue Mozart.

Marcelle Rheims, 1, chaussée du Pont de Grenelle.



## Aspirantes nouvelles

---

- Suzanne Azoubay, 133, rue Blomet.  
Madeleine Dalmeyda, 123, rue de la Tour.  
Madeleine David, 7, rue de la Pompe.  
Mathilde Deromps, 3, rue Robert-le-Coin.  
5 Lucile Doumer, 15, boulevard Suchet.  
Suzanne Feist, 11, rue de Siam.  
Andrée Fontainas, 4, rue Alboni.  
Yvonne Fournès, 95, boulevard Montmorency.  
Cécile Garnier, 44, rue Vital.  
10 Madeleine Imbert, chez M<sup>lle</sup> Berthault, 24, rue du Ran-  
lagh.  
Germaine Jourdain, 15, rue Gustave Zédé.  
Suzanne Kahn, 39, rue Vital.  
Marthe Lagneau, 12, rue de l'Assomption.  
Madeleine Marret, 25, rue Desbordes-Valmore.  
15 Lise Paquin, 2 *bis*, villa Saïd.  
Stella Pearson, 8, avenue Marceau.  
Marie Pennequin, 9, rue de la Pompe.  
Sabine Pontsevrez, 97, avenue de Versailles.  
Madeleine Treney, 102, rue de la Tour.  
20 Suzanne Radais, 3, rue de la villa Yvette.  
Marguerite Vincent, 16, rue de Passy.  
Louise Weiss, 78 *bis* avenue Henri Martin.  
Suzanne Duchêne, 10, quai Debilly.  
Jeanne Alean-Lévy, 45, boulevard Beauséjour  
25 Louise Lombard, 8, rue Dangeau, 16°.

---

## Mariages, Naissances, Décès

---

### Mariages

Nous apprenons avec plaisir les mariages de :  
Mlle Marthe Dony avec M. Henri Praquin.  
Mlle Blanche Dreyfus avec M. Paul Wielhorski.

### **Naissances**

M. et Mme Th. Rodrigues-Ely (Marion Kahn) nous font part de la naissance de leur fils Pierre.

M. et Mme Lazare-Lévy (Marguerite Paquin) nous font part de la naissance de leur fils Léon.

Nous leur envoyons nos sincères félicitations.

### **Décès**

On nous annonce la mort de :

M. Jacques Albert-Petit, frère de Mlle Albert-Petit.

Mme Maufroy, grand'mère de Mlle Marcelle Wiernsberger.

Nous adressons à leurs familles nos sincères condoléances.

---

## Examens

---

Nous avons été heureuses d'apprendre les succès obtenus par nos compagnes au Certificat d'aptitude à l'enseignement des langues dans les écoles normales et les écoles primaires supérieures.

### **Anglais**

Mlle Suzanne Mazurier.

### **Allemand**

Mlle Sophie Bernheim.

Nous leur adressons nos bien sincères félicitations.

---

## Avis et Correspondance

---

Un Internat agréé, l'Internat du Lycée Molière, 125, rue du Ranelagh, reçoit des pensionnaires qui suivent les Cours du Lycée.

\* \* \*

Mlle Lelièvre, 135, rue Mozart prie instamment les sociétaires et aspirantes de bien vouloir verser leur cotisation

1907-08 avant le 1<sup>er</sup> janvier 1908 pour éviter à l'Association les frais de recouvrement par la poste.

\* \* \*  
Nous rappelons qu'outre les jours de conférence, la bibliothèque ne sera ouverte que 2 jours par mois.

Mlle Bacholle se tiendra à la disposition des sociétaires le 1<sup>er</sup> mardi du mois de 4 à 5 heures et non le 2<sup>e</sup> mercredi et Mlle Karpelès le 4<sup>e</sup> mercredi du mois de 4 à 5 heures.

\* \* \*  
Mlle Verrier 73, rue des Vignes recevra toutes les communications concernant le Bulletin, la correspondance et les changements d'adresse.

---

## Offres d'emplois

On demande pour Chartres une jeune fille de 25 à 30 ans bonne musicienne, pour s'occuper d'une fillette de 13 ans et surveiller les études de 3 enfants plus jeunes, 125 fr. par mois.

On demande pour Constantinople une institutrice connaissant une langue étrangère.

S'adresser, pour plus amples renseignements et pour tout ce qui concerne le service de placement, à Mlle Milliard, 44 bis, avenue de la Grande-Armée, qui reçoit le samedi de 2 heures à 4 heures.

Nous prions les sociétaires qui depuis plusieurs mois possèdent les livres suivants de bien vouloir les remettre le plus tôt possible dans la bibliothèque :

IBSEN	<i>Brand.</i>
LICHTENBERGER	<i>Portraits de jeunes filles.</i>
TIORETTI	
MICHELET	<i>Mon Journal.</i>
H. HELLER	<i>Histoire de ma vie.</i>
FRENSSSEN	<i>Hilligenter.</i>
METERLINGK	<i>Sagesse et destinée.</i>
SAINTE-BEUVE	<i>2<sup>e</sup> volume du Port Royal.</i>
JOHANN BOJER	<i>Puissance du mensonge.</i>
MELEGARI	<i>Faiseurs de peine.</i>
MICHELET	<i>Sa vie, ses œuvres.</i>
J. LEMAÎTRE	<i>Myrrah.</i>

TOLSTOÏ	<i>Guerre et Paix.</i>
Anatole FRANCE	<i>Le crime de Silvestre Bonnard.</i>
René BAZIN	<i>Tâche d'encre.</i>
—	<i>Les Oberlé.</i>
—	<i>La terre qui meurt.</i>
Albert SAMAIN	<i>Le charriot d'or.</i>
TOLSTOÏ	<i>Katia.</i>
André THEURIET	<i>Pages choisies.</i>
BANVILLES	<i>Idylles.</i>
BÜCHLIN	<i>Monografien.</i>
R. ROLLAND	<i>Jean Christophe.</i>
VIGNY	<i>Grandeur et servitude militaire.</i>
2 vol. d'AMIEL	<i>Fragments d'un journal intime.</i>
MIGEON	<i>Le Cavie.</i>
PERREY	<i>Le roman d'un grand roi.</i>
Silvio PELLICO	<i>Mes prisons.</i>
BEKLELIS	<i>Nouvelles grecques.</i>
BENTZON	<i>Les américaines chez elles.</i>
GEOFFROY	<i>Daumier.</i>
Blasco IBANEZ	<i>Terres maudites.</i>

---

## Changements d'Adresse

- Mlle Suzanne Imbert, à Ramonchamp (Vosges).  
Mme Landauer (Alice Baronnet), 40, rue Condorcet.  
Mlle Bérillon, 11, rue Suger (6<sup>e</sup>).  
Mlle Gouniault, 68, boulevard Excelsmans.  
Mlle Yvonne Petit, 1, place des Perchamps.  
Mlle Emilie Rattani, 15, rue du Louvre.  
Mlle Marie-Louise Rattani, id.  
Mme Schwartz (Claire Debré), rue Fresnel.  
Mlle G. Barnet, 6, rue Faustin Hélie.  
Mme Lecoite (Thérèse Buisson), 4, boulevard de Grenelle.  
Mlle Annie Thorne, 99, Wassal Road. Brinton.  
London S.-W.  
Mlle Marcelle Wahl, 9, rue Guy-Patin.  
Mme Puvis (J. Treney), 82, avenue Saint-Seans, Béziers  
(Hérault).  
Mme Dubois (Aline Durand), Corbeilles en Gatinais  
(Loiret).  
Mlle Bacholle, 32, rue La Fontaine.

---

*Le Gérant : A. COUESLANT.*

---