

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre ([www.eclydre.fr](http://www.eclydre.fr)).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](http://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

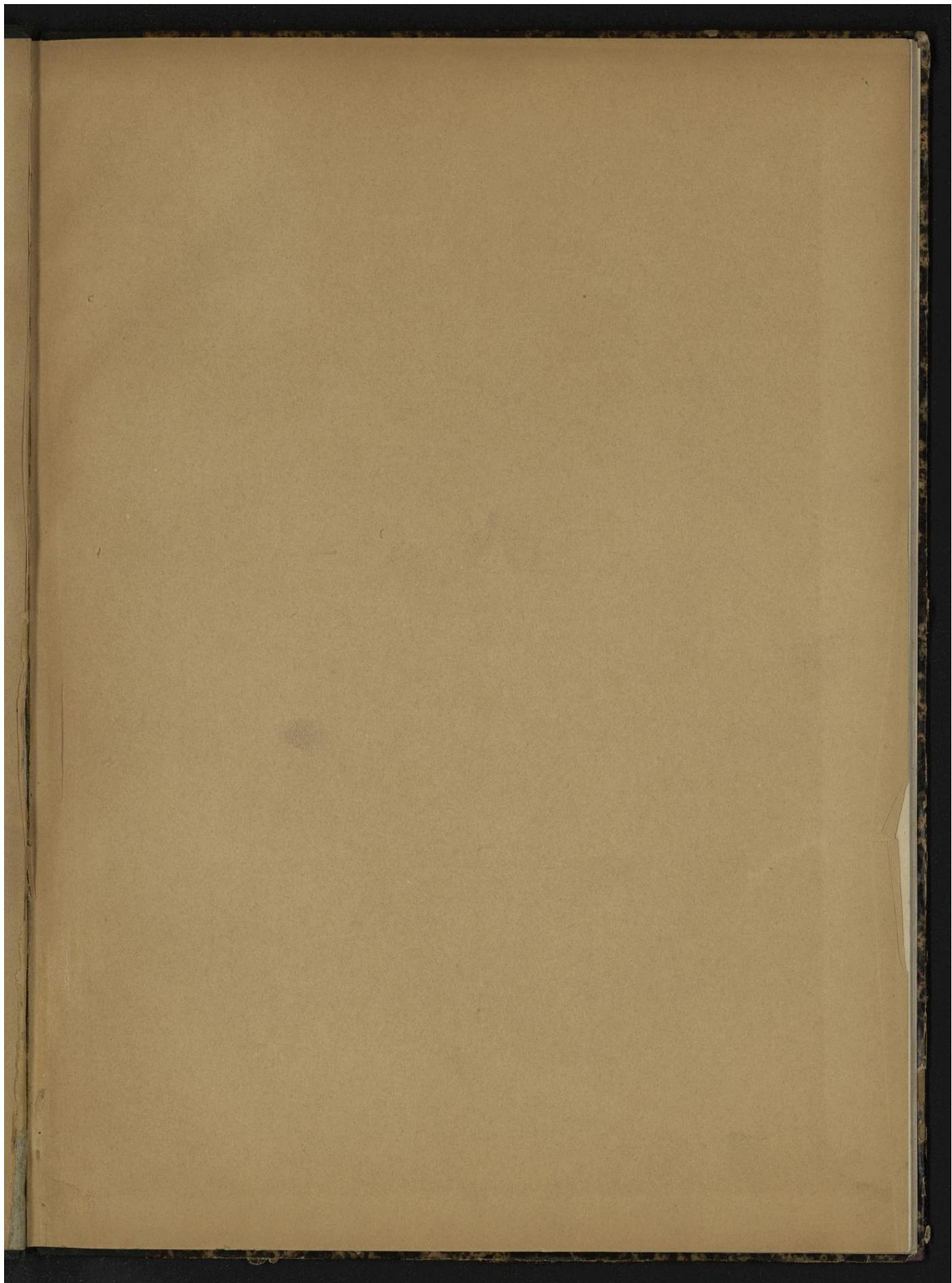
6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

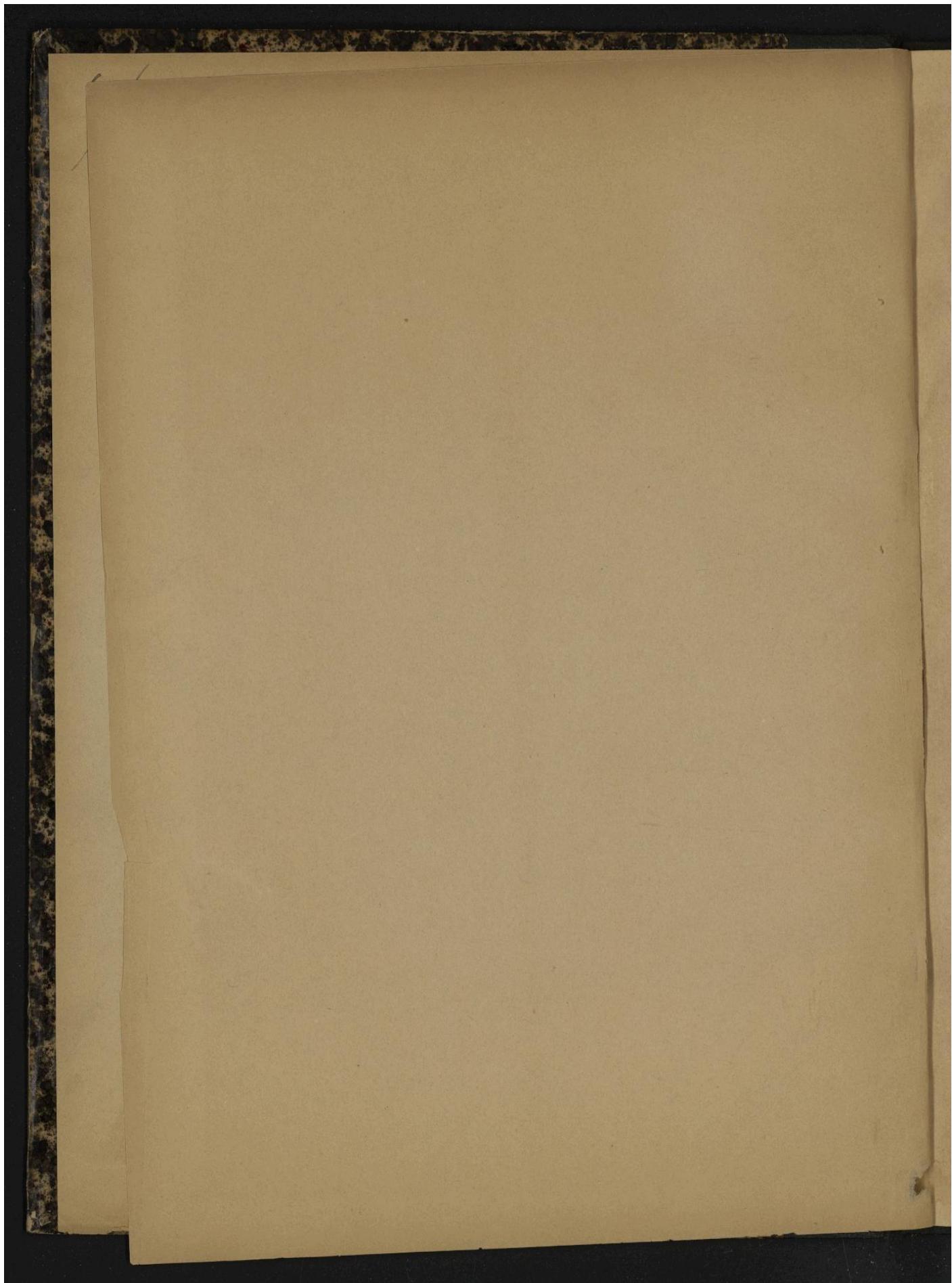
Auteur(s)	Hénard, Eugène (1849-1923)
Titre	Étude sur une application du transport de la force par l'électricité? : projet de train continu portant plate-forme sans fin au ras du sol pour l'Exposition universelle de 1889 (système breveté S.G.D.G.) destiné à obtenir la suppression de la fatigue des visiteurs
Adresse	Paris : Librairie polytechnique, Baudry et Cie, éditeurs, 1887
Collation	1 vol. (40 p.-[6] f. de pl.), 34 cm
Nombre de vues	57
Cote	CNAM-BIB 4 Sar 151
Sujet(s)	Exposition internationale (1900 ; Paris) Circuits électriques Electricité Chemins de fer Chemins de fer électriques
Thématique(s)	Construction Expositions universelles Transports
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	01/03/2023
Date de génération du PDF	01/03/2023
Permalien	<a href="http://cnum.cnam.fr/redir?4SAR151">http://cnum.cnam.fr/redir?4SAR151</a>

5

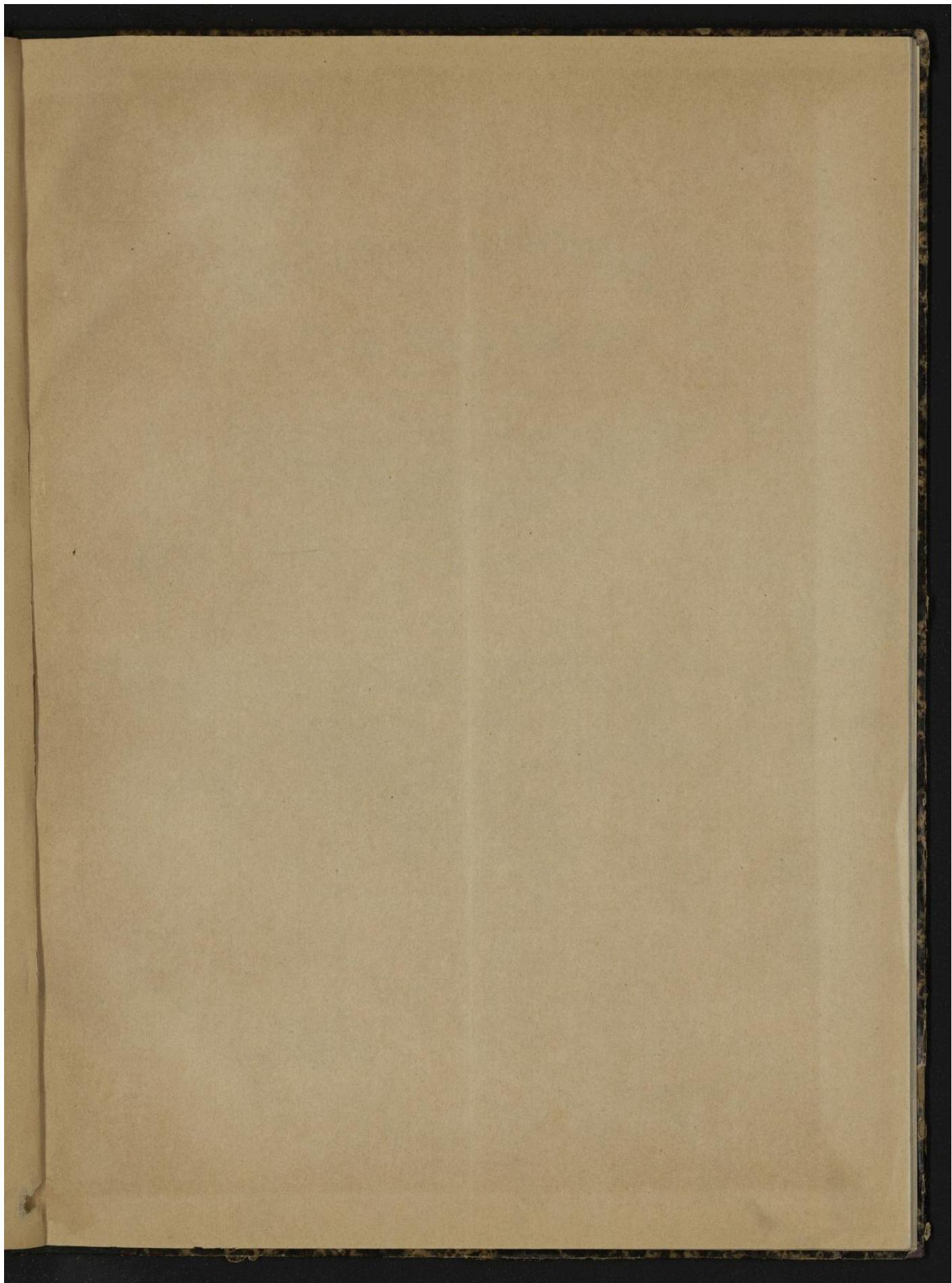
/



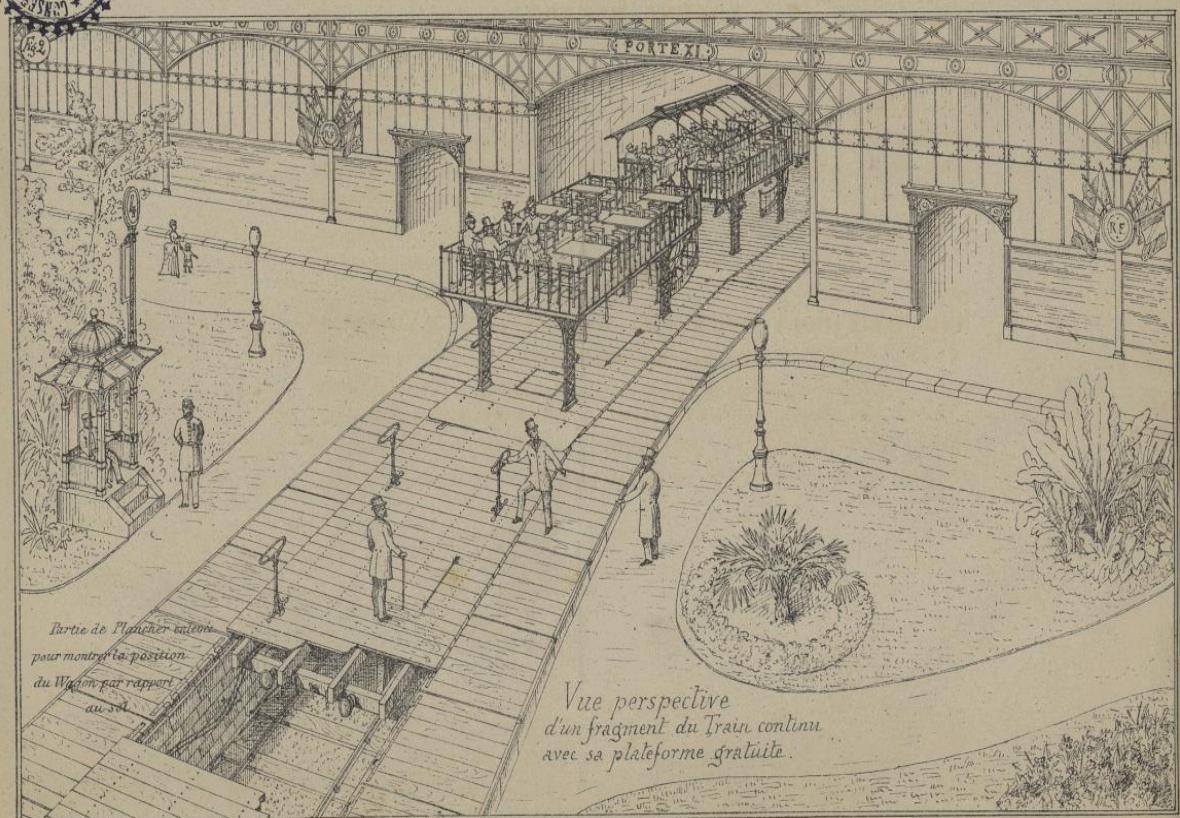
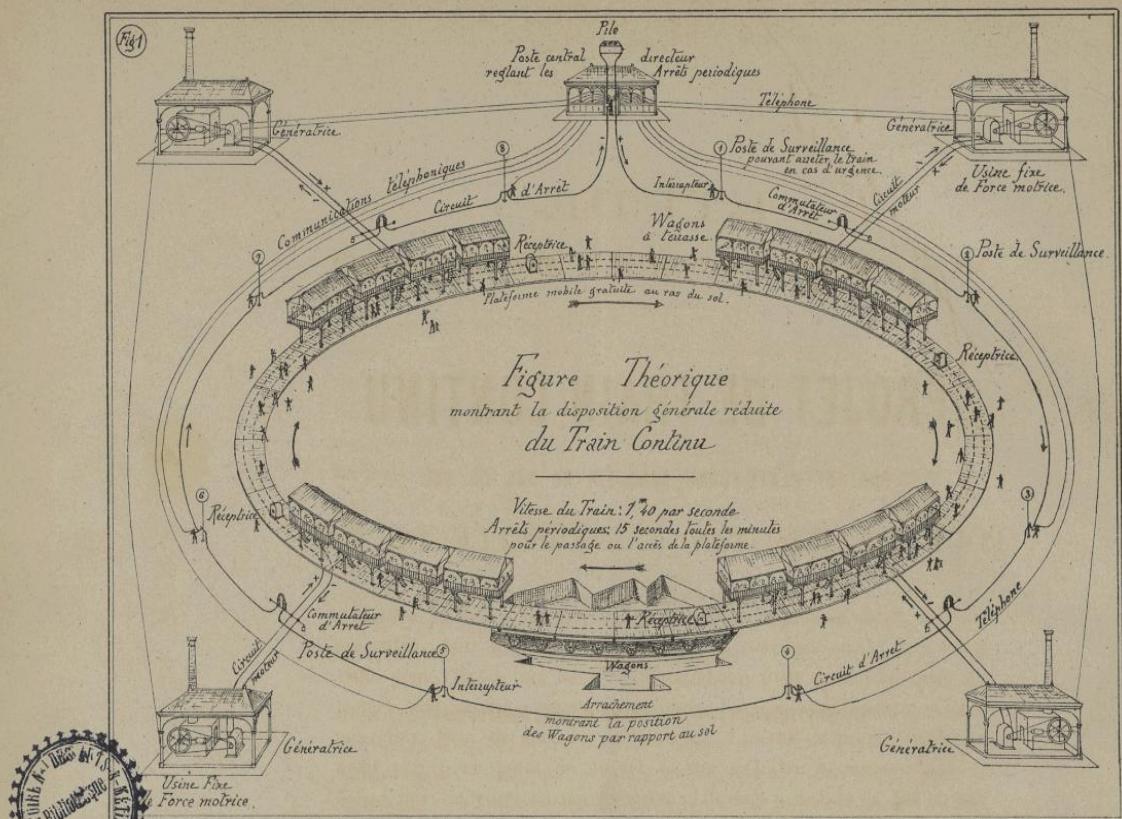
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



4° Sar. 151

Collection de Monsieur  
André SARTIAU

## ÉTUDE

SUR UNE APPLICATION DU TRANSPORT DE LA FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ

# PROJET DE TRAIN CONTINU

PORANT PLATE-FORME SANS FIN AU RAS DU SOL

POUR L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

(Système breveté S.G.D.G.)

DESTINÉ A OBTENIR

LA SUPPRESSION DE LA FATIGUE DES VISITEURS

PAR

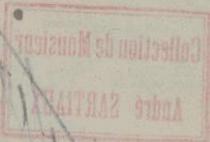
EUGÈNE HENARD

ARCHITECTE DIPLOMÉ PAR LE GOUVERNEMENT  
INGÉNIEUR CIVIL

1887

Tous droits réservés.





## AVANT-PROPOS

L'idée première du projet que nous allons décrire avait déjà été présentée, dans ses lignes essentielles, au concours ouvert le 18 mai 1886, pour l'Exposition de 1889. Ce concours était destiné, d'après les termes mêmes du programme, à provoquer la manifestation d'idées nouvelles. Seul de tous les concurrents, l'auteur du présent mémoire avait pris pour point de départ de son esquisse la suppression de la fatigue des visiteurs, au moyen d'une plate-forme mobile au ras du sol, accessible de plain-pied, et avait étudié en conséquence le plan qu'il avait conçu. La petite taille de l'échelle adoptée, 0<sup>m</sup>,002 pour mètre, rendait peu visible la représentation graphique du système, et l'auteur, plus respectueux des conditions imposées par le programme que certains de ses concurrents, s'était abstenu de présenter des détails à une échelle plus grande que celle demandée. Il en résulta que l'idée passa presque inaperçue et incomprise. C'est cette idée qu'il reprend aujourd'hui, après l'avoir complétée et développée.



# PROJET DE TRAIN CONTINU

MÛ PAR L'ÉLECTRICITÉ

POUR L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

## MÉMOIRE DESCRIPTIF

### EXPOSÉ

Parmi les nombreuses conditions de succès auxquelles doivent satisfaire les Expositions universelles, il en est deux principales qui semblent tout d'abord incompatibles : c'est, d'une part, la plus grande superficie possible pour les exposants; d'autre part, le plus petit parcours possible pour les visiteurs.

Il est indispensable, en effet, pour attirer le public, de réunir tous les objets intéressants ou curieux présentés par les artistes ou les industriels, et cela ne peut se réaliser sans un espace considérable; il n'est pas moins nécessaire, pour ne pas rebuter les promeneurs, les femmes et les enfants surtout, de leur épargner la fatigue et les ennus de longs trajets, et cela ne peut être obtenu qu'en diminuant les distances.

Les inconvénients d'une trop grande surface, qui étaient sensibles à l'Exposition de 1867, sont devenus évidents pour tout le monde en 1878. Devant l'immensité du Palais et de ses annexes, nombre de visiteurs renonçaient même à commencer une étude qui leur semblait trop longue ou trop fatigante. Il était difficile, sans une grande perte de temps, de comparer des objets trop éloignés les uns des autres. Il en résultait une affluence du public vers les centres d'attraction immédiatement visibles et une absence presque complète dans des parties de l'Exposition tout aussi intéressantes, mais moins accessibles. D'un côté,

l'encombrement désagréable aux promeneurs; de l'autre, le vide préjudiciable aux exposants.

On peut atténuer ces inconvénients en organisant soit des services de fauteuils roulants, soit des lignes de tramways ou de chemins de fer aériens; mais tous ces moyens de transport présentent deux graves défauts : ils ne peuvent être gratuits, et ils font naître l'encombrement en provoquant la formation de la foule aux têtes de ligne et aux stations de chargement. Le déboursé, si léger qu'il soit, fait reculer une grande partie du public; l'appréhension d'une bousculade, les ennuis d'une attente, souvent fort longue, les formalités d'un appel de numéros éloignent le plus grand nombre des gens aisés.

On est donc amené à chercher la solution du problème dans l'établissement de plates-formes continues, sortes de chemins qui marchent, sur lesquelles les visiteurs peuvent prendre place. Ces plates-formes mobiles offrent alors un moyen de circulation permanent et facile à travers toutes les parties de l'Exposition.

Cette idée a été émise depuis longtemps en Amérique. Le projet américain consistait en un plancher sans fin, roulant au moyen de galets sur des guides ou rails établis sur des colonnes en fonte à une hauteur suffisante pour laisser le libre passage au-dessous. De distance en distance, des escaliers permettaient l'entrée ou la sortie des voyageurs.

Cette colossale machine, d'un fonctionnement très aléatoire, dont les organes de roulement seraient difficiles à surveiller et à graisser, coûterait fort cher; mais ce serait là un de ses moindres inconvénients. Une pareille construction, devant franchir toutes les parties couvertes ou découvertes du Champ de Mars, présenterait un aspect déplorable. Ce long viaduc indéfini avec ses milliers de piliers couperait toutes les lignes et toutes les perspectives des palais et des jardins. Non seulement les embarras des stations et des têtes de ligne au point de vue de la formation de la foule ne seraient pas évités, mais le promeneur astreint à gravir souvent des escaliers d'accès perdrat dans le sens vertical l'économie de fatigue que la plate-forme lui aurait procurée dans le sens horizontal.

Nous ne nous arrêterons donc pas à cette solution et nous proposons de supprimer radicalement tout viaduc et de mettre la plate-forme

*au ras du sol*, de façon à la rendre presque invisible de loin et accessible gratuitement sur tous les points de son parcours.

« Mais, nous objectera-t-on immédiatement, si vous établissez cette plate-forme au niveau des autres parties de l'Exposition, vous allez créer une barrière mouvante, infranchissable et dangereuse; comment fera-t-on pour la traverser et qui osera s'y hasarder? et, si vous créez des arrêts, vous forcerez donc les visiteurs à perdre leur temps pour attendre le passage. »

A première vue, en effet, l'idée paraît étrange et l'objection grave. Nous pourrions répondre, tout d'abord, que la convenance personnelle d'un petit nombre d'impatients, forcés d'attendre quelques instants le moment du passage, ne saurait être mise en balance avec l'intérêt général qu'ont tous les visiteurs à avoir de *plain-pied* un moyen de transport facile, gratuit et permanent; mais il suffit de réfléchir aux moyens et aux dispositions que nous proposons, pour s'apercevoir que l'idée est essentiellement avantageuse et que la difficulté du passage n'est qu'apparente.

Oui, cela est vrai, la plate-forme de plain-pied deviendrait impraticable au delà d'une certaine vitesse, et elle serait dangereuse et inacceptable si le mouvement de translation n'avait pas d'intermittence; mais, pour rendre le système non seulement inoffensif, mais encore d'une utilité immense, il suffit de remplir trois conditions essentielles :

1<sup>o</sup> Rendre la vitesse la plus petite possible, pour permettre l'accès et le passage de la plate-forme, même pendant sa marche, aux individus jeunes ou agiles;

2<sup>o</sup> Répéter les arrêts aussi souvent que possible, pour laisser monter, descendre ou traverser les visiteurs plus âgés ou plus timorés;

3<sup>o</sup> Etablir de distance en distance des passerelles aériennes ou souterraines offrant un moyen de passage permanent indépendant du système.

Notre projet consiste donc à établir au *ras du sol* une plate-forme de 3<sup>m</sup>,10 de large posée sur un *train continu* de wagons ordinaires de marchandises; ceux-ci, placés en tranchée, forment une longue chaîne fermée, mue par l'électricité et tournant constamment sur elle-même avec une faible vitesse, 1<sup>m</sup>,40 par seconde, qui est celle d'un homme au pas

de promenade. (Voy. la figure théorique n° 1.) Cette plate-forme, d'un usage gratuit, est accessible partout et dans tous les sens; elle permet aux promeneurs d'y entrer et d'en sortir sans aucune formalité en un point quelconque de son parcours, et sans exiger d'autre effort qu'une simple enjambée. — De distance en distance, quelques wagons portent un second plancher suspendu sur de légers piliers. Cette terrasse, analogue aux impériales de tramways, mais plus large, est garnie de sièges payants, elle offre un repos agréable aux personnes qui ont à se rendre à un point éloigné; elle forme un balcon commode et pittoresque, d'où l'on peut faire en une demi-heure, arrêts compris, le tour de l'Exposition. (Un certain nombre de ces terrasses pourraient être affermées comme buffets, pâtisseries ou cafés.) (Fig. 1 et 2.)

La plate-forme inférieure, munie seulement de poignées d'appui, constitue un plancher mobile bien dégagé, portant de loin en loin une sorte de portique à jour. Elle est facile à traverser même pendant la marche, grâce à la faible vitesse du train; toutefois, pour en permettre l'accès ou le passage aux femmes, aux enfants ou aux personnes âgées, l'ensemble du système s'arrête toutes les minutes pendant quinze secondes, temps plus que suffisant pour franchir plusieurs fois une largeur de 3 mètres. Le public est averti du moment et de la durée du stationnement, par une sonnerie et des signaux électriques qui indiquent pendant tout le temps de l'arrêt que l'accès ou le passage peuvent s'effectuer en toute sécurité.

Nous donnons plus loin (fig. 26, 27, 28) une autre disposition du train sans terrasse avec des barres d'appui et des groupes de sièges placés de distance en distance directement sur la plate-forme et laissant toujours un espace suffisant pour le passage à niveau.

Loin de couper la circulation du Champ de Mars, cette plate-forme la facilite et la régularise. Elle est moins difficile d'accès que le marchepied d'un tramway, elle est plus facile et plus prompte à traverser que n'importe quel boulevard et n'en présente aucun des dangers. Il faut seulement s'habituer à l'idée d'attendre une minute pour le passage à niveau, dans le cas où l'on ne se servirait pas des passerelles. C'est là la contrepartie nécessaire du bénéfice du plain-pied; mais, cette légère servitude une fois acceptée, les avantages de toute sorte qui en

résultent sont immenses et incalculables. Le public a toujours à sa portée et sans efforts un moyen permanent et gratuit de locomotion qu'il prend et quitte à tout instant selon sa fantaisie. On peut objecter que la partie du public qui ne s'en sert pas gêne la partie du public qui s'en sert; mais cette objection est absolument spécieuse. Aucun visiteur ne se plaindra des nécessités de service d'un moyen de transport dont il profitera lui-même tout à l'heure; pas plus qu'un piéton ne se plaint de l'existence d'un tramway qui le force à prendre certaines précautions pour traverser le boulevard, attendu qu'il sait pouvoir s'en servir à son tour à un moment donné.

La construction de cette plate-forme est simple et économique, puisque pour la réaliser nous nous servons d'un matériel éprouvé et existant déjà (les wagons de marchandises des chemins de fer, *dont tous les frottements et toutes les résistances sont connus* et peuvent être facilement calculés); c'est là ce qui rend notre système essentiellement *pratique*. Quant à la force de traction nécessaire, nous nous servirons, pour l'établir, des derniers travaux de MM. M. Desprez et H. Fontaine sur le transport de la force par l'électricité.

L'électricité, en effet, est le seul agent assez maniable pour arrêter ou mettre en mouvement au même instant les machines motrices nécessaires à la traction. La chaîne de wagons est divisée en séries de huit ou dix wagons; chacune d'elles est mue par une machine dynamo-électrique, capable de remorquer sa série à plein chargement. L'énergie électrique est fournie par un certain nombre d'usines fixes, transmettant le courant aux machines motrices au moyen de conducteurs métalliques, placés sous les wagons hors de la portée du public. Nous en étudierons tout à l'heure les dispositions particulières.

L'arrêt périodique du train est réglé par un poste central fixe placé en vue de la plate-forme, au point le plus fréquenté de l'Exposition.

Afin d'assurer la sécurité complète des voyageurs et prévenir tout accident, des postes fixes de surveillance sont établis tous les 40 mètres. Ils sont en communication téléphonique avec le poste central directeur; ils peuvent, de plus, arrêter individuellement le train en cas d'urgence (chute grave, menace d'encombrement, etc.).

Pour réaliser cette importante condition, tous les postes de sur-

veillance sont reliés par un circuit unique et indépendant des circuits moteurs ou téléphoniques. Ce circuit auxiliaire est desservi par une pile spéciale placée au poste central; tant que le courant de la pile passe, il actionne des électro-aimants, lesquels maintiennent des leviers établissant les communications entre les usines fixes d'électricité et les machines motrices du train; si, au contraire, on le coupe en un point quelconque de son développement, *et cela est possible à chacun des surveillants et au poste central*, les leviers basculent, les communications entre les usines et les machines motrices sont interceptées et le train s'arrête. On voit, de plus, que *le poste directeur ne peut remettre le train en marche que lorsque le libre parcours est consenti par l'unanimité des surveillants*.

Toute fausse manœuvre est par cela même rendue impossible. (Voy. *la figure théorique*, n° 4.)

Ce qui caractérise donc notre projet d'une manière spéciale, c'est la facile accessibilité de la plate-forme au ras du sol, sa réalisation économique au moyen du matériel connu et éprouvé des chemins de fer, sa traction obtenue par l'électricité produisant des efforts synchroniques, sa sécurité parfaite résultant de la faculté d'arrêt des postes de surveillance, enfin sa gratuité pour l'usage du sol mobile, les places assises étant seules payantes.

L'ensemble de ces dispositions constitue un moyen de transport permanent des plus attrayants, réunissant le double caractère d'être utile aux travailleurs, agréable aux curieux et résolvant dans la mesure du possible le problème de la réduction des distances.

Il y aurait là de plus une grandiose et intéressante application du transport de la force par l'électricité, cette belle question qui est à l'ordre du jour.

Nous allons passer maintenant à la description détaillée de notre système, et nous terminerons notre travail en donnant un aperçu des dépenses nécessaires à sa construction et à son fonctionnement. Disons tout de suite que l'entreprise non seulement couvrirait ses frais, mais encore pourrait donner un bénéfice notable à l'administration de l'Exposition.

## DESCRIPTION

### voie et matériel fixe

**voie.** — Le matériel roulant du train continu, se composant de wagons ordinaires appropriés comme on le verra plus loin, la voie ne diffère en rien de la voie normale des chemins de fer. Les rails et traverses sont posés sur un plateau de béton de 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur formant le fond de la tranchée. Celle-ci a une largeur de 2<sup>m</sup>,85 au niveau du sol, de 2<sup>m</sup>,50 au plafond, et sa profondeur est de 1<sup>m</sup>,45. Les parois de la tranchée sont formées de deux petits murs de 0<sup>m</sup>,25 en moellons francs, hourdés en mortier de chaux hydraulique et fondés sur deux rigoles en béton de 0<sup>m</sup>,25 de profondeur. Dans les parties de la voie, deux trottoirs de 4<sup>m</sup>,50 de large limitent la surface maximum nécessaire au fonctionnement du train continu (*fig. 5*).

Cette voie se raccorde par une voie de service ordinaire au chemin de fer du Champ de Mars. Cela permet de construire le train en dehors du terrain de l'Exposition *et de ne l'amener sur place que lorsqu'il sera complètement terminé*. Pour éviter le grave inconvénient que présenterait dans la période d'installation un large fossé coupant toute l'Exposition, la tranchée, au fur et à mesure de son exécution, sera couverte par des vantaux formant un plancher fixe solidement soutenu par des contre-fiches en fer forgé (*fig. 7*). Ces vantaux, en se rabattant des deux côtés, forment la surface en bois, élastique et non glissante, des trottoirs d'accès.

Ajoutons qu'en cas d'avaries impossible à prévoir le train peut être retiré du Champ de Mars et la tranchée recouverte de son plancher fixe en moins d'une heure, ce qui n'interromprait en rien le fonctionnement de l'Exposition; dans ce cas, le train pourrait se garer sur une voie de service le long du quai de Grenelle.

Les fils téléphoniques et autres sont fixés sur les parois de la tranchée, et leur pose n'exige aucun travail spécial. L'écartement minimum

des piliers entre lesquels passe la voie peut être réduit à 5 mètres (*fig. 4*).

**Poste de surveillance.** — Des postes de surveillance sont placés tous les quarante mètres environ dans les endroits les plus favorables pour observer le train. Le poste peut varier beaucoup de forme suivant sa situation. A l'extérieur du Palais, par exemple, il se composera d'une guérite, vitrée sur les deux côtés et ouverte par devant; elle est élevée de 0<sup>m</sup>,70 pour permettre au gardien assis d'embrasser du regard une surface suffisante; on y accède par trois marches. Un téléphone destiné à renseigner le poste central sur la marche du train, un interrupteur de circuit destiné à arrêter le train en cas d'urgence, et, enfin, un signal et une sonnerie complètent l'installation du poste (*fig. 8 et 9*).

Le signal et la sonnerie fonctionnent sans interruption pendant les temps d'arrêt, ils indiquent les moments de passage pour les promeneurs qui n'oseraient traverser la plate-forme en mouvement malgré sa faible vitesse.

#### MATÉRIEL ROULANT

Le matériel roulant se compose de deux types différents :

Le wagon à plate-forme simple;

Le wagon à terrasse ou sa variante à places assises.

**Wagon simple.** — Sur le châssis d'un wagon ordinaire à marchandises, nous plaçons quatre solives équidistantes. Les deux solives extrêmes reposant sur le bout des traverses du châssis sont soulagées en deux points de leur portée par des consoles en fonte boulonnées sur les longerons; les deux solives intermédiaires portent sur les traverses et croix de Saint-André du châssis, les extrémités de ces solives sont reliées par des plaques de tôle vissées ou boulonnées, et échancrees pour laisser passer les tampons (*fig. 3, 4, 5, 6*). Sur ces solives, nous établissons une plate-forme de 3<sup>m</sup>,10 de largeur formée de planches jointives de sapin de 0<sup>m</sup>,041 d'épaisseur clouées sur les solives. (Dans cette figure ne sont pas représentés les ressorts de tampon pour ne pas compliquer le dessin.)

Une légère courbure (deux centimètres de flèche) facilite l'écoulement des eaux en cas de pluie ou de lavage. La hauteur de la plate-forme au-dessus des trottoirs d'accès est de 0<sup>m</sup>,15. Une trappe de visite, placée de distance en distance, permet de descendre sous le wagon pendant le repos du train en cas de besoin.

Quatre poignées ou mains-courantes de 0<sup>m</sup>,70 de longueur, supportées par des pieds en fer de 1 mètre de hauteur solidement fixés sur la plate-forme, sont placées à 0<sup>m</sup>,50 du bord; elles facilitent l'accès et le passage du train pendant sa marche en offrant un point d'appui aux promeneurs. Les wagons sont reliés par des ponts en tôle fixés sur chacun d'eux et pouvant se mouvoir sur des glissières placées sur le wagon suivant. Ces ponts, tout en assurant la continuité de la plate-forme, permettent le mouvement indépendant des wagons et la déformation du train dans les parties courbes de la voie. Leur mouvement maximum d'oscillation ne dépasse pas 0<sup>m</sup>,10 (*fig. 2, 3, 4, 5, 6 et 23*).

**Wagon à terrasse.** — La plate-forme que nous venons de décrire est absolument gratuite, elle ne contient aucun siège et ne sert qu'à transporter pour de petites distances le promeneur qui reste debout en se tenant au support à poignée. Cependant, il est nécessaire d'offrir un repos aux promeneurs fatigués qui voudraient traverser tout le Champ de Mars. Nous trouvons là, d'ailleurs, un élément de recette certain. C'est pourquoi nous avons établi un second type de wagon à terrasse (*fig. 4*).

Dans ces wagons, un second plancher muni de balustrades est supporté à 2<sup>m</sup>,10 au-dessus de la première plate-forme par quatre piliers en fer à treillis reliés par des arceaux. Ces piliers sont fixés sur les longerons mêmes du wagon, au-dessous de la plate-forme, au moyen de sabots à empattements fortement boulonnés. La section de plus grande résistance des piliers est orientée dans le sens du mouvement longitudinal du train, et les arceaux surbaissés qui les réunissent deux à deux en font un ensemble indéformable. Deux escaliers en vis, analogues aux escaliers de tramways, en rendent l'accès facile et sans danger. Des ponts en tôle avec garde-fous en filet mettent en communication les terrasses de deux wagons voisins (*fig. 2, 3 et 6*).

La superficie de ces terrasses (3<sup>m</sup>,00 × 4<sup>m</sup>,90) est suffisante pour y établir une série de tables et de chaises. On peut compléter cette installation par des tentes légères pouvant se rouler dans le parcours intérieur ou se dérouler dans le parcours extérieur du train.

L'ensemble de quatre ou cinq wagons à terrasse forme un local

défini qui peut être affermé pour y établir soit un buffet, soit une pâtisserie, un café, etc., — ou encore être aménagé en places assises sans tables.

Si l'on veut donner au train un aspect pittoresque, on peut varier la décoration de ces terrasses, y établir des cafés orientaux ou étrangers, des buvettes populaires, des bars élégants, etc. Ces installations attrayantes permettraient, tout en se reposant et en goûtant un produit plus ou moins exotique, de faire un petit voyage autour de l'Exposition. Il nous paraît y avoir là un élément de recettes considérables.

Dans les wagons à terrasse, l'accès de la plate-forme inférieure est le même que pour les wagons simples; il est facilité par des poignées fixées aux piliers; le promeneur peut s'aider en outre des lanières flottantes qui pendent du balcon (*fig. 3*).

**Wagon à places assises (variante).** — On peut remplacer le wagon à terrasse par un type de wagon à places assises payantes, tel que celui que nous donnons (*fig. 26, 27 et 28*). Cette dernière variante a l'avantage de diminuer la hauteur des passerelles qui seraient placées tous les 80 ou 100 mètres; quant à la diminution de surface du train, on pourrait l'obtenir à l'aide de wagons à voie étroite (Decauville ou autres).

Nous donnons aussi (*fig. 29*) une variante de la marche d'accès avec obturation de l'espace inférieur à l'aide d'une bande de matière flexible glissant sur une cornière fixe.

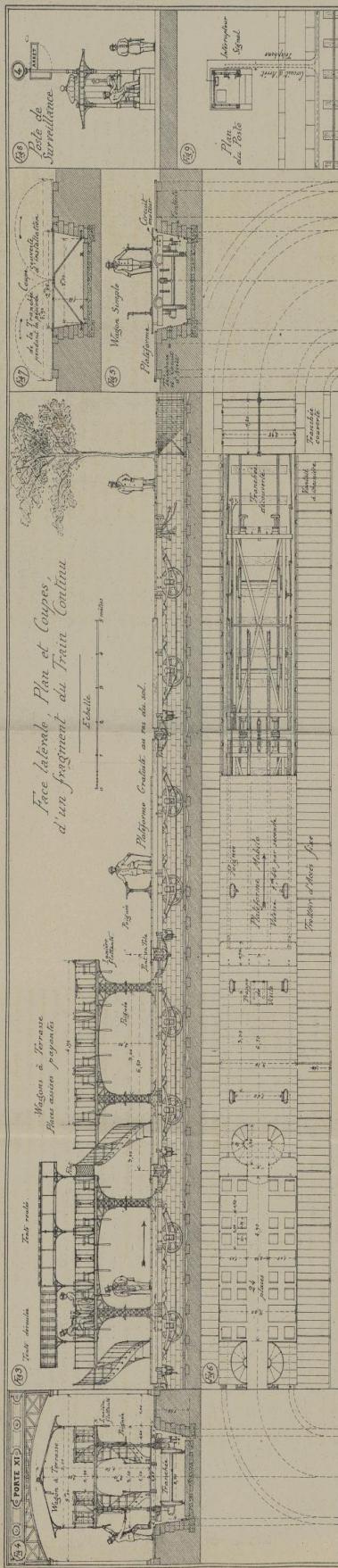
#### TRACTION

Dans tout ce qui va suivre, il ne faut pas perdre de vue la vitesse très faible du train, c'est là une des conditions essentielles de son fonctionnement. Il ne s'agit pas, en effet, de transiter le plus rapidement possible des voyageurs impatients, mais de *promener* sans fatigue des visiteurs qui ne viennent que pour regarder, en leur permettant de descendre et de monter sur la plate-forme à tout instant du parcours. C'est pourquoi nous nous sommes arrêté à une vitesse de 1<sup>m</sup>,40 par seconde, soit cinq kilomètres à l'heure.

Cette faible vitesse a de plus l'avantage de rendre économique et moins difficile le problème de la traction.

Pour mettre en mouvement cette longue chaîne de véhicules, nous

# PROJET DE TRAIN CONTINU POUR L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

la considérerons comme formée d'une suite de trains indépendants (d'une dizaine de wagons), placés bout à bout. — Chacun de ces trains est remorqué par un wagon moteur. Chaque wagon moteur (locomotive électrique) porte une machine dynamo capable de traîner la série de wagons qui le suit à plein chargement. Il y aura donc toujours une force motrice suffisante pour la production du mouvement.

Quant à la mise en marche d'ensemble, de toutes les séries rendues solidaires, elle s'effectuera sans difficulté, grâce à l'élasticité des tampons et au synchronisme des efforts.

Il est certain que toutes les machines motrices ne donneront pas exactement le même travail de traction, mais il suffit que ces travaux soient approximativement égaux pour que le mouvement prenne naissance. La seule condition rigoureusement nécessaire est la simultanéité des efforts; or elle est facile à réaliser avec le courant électrique.

On pourrait aussi obtenir la traction à l'aide d'une série de moteurs soit à gaz, soit à vapeur, etc., commandés simultanément par des embrayages électriques; mais nous indiquons l'emploi des machines dynamo comme étant d'une manœuvre plus facile et plus parfaite.

Il se produira pour la traction du train continu un effet analogue à celui qu'on peut observer dans le transport d'une longue poutre soulevée par une file d'ouvriers; les forces de chaque homme sont loin d'être identiques et varient même dans des proportions notables; mais il suffit que les efforts soient *simultanés et dans le même sens* pour que la poutre soit soulevée et transportée.

Il restera à régler le mécanisme de transmission de chaque machine et la distribution générale d'électricité pour obtenir un mouvement uniforme de l'ensemble.

Il est évident, en effet, que les vitesses de rotation des anneaux des machines ne seront pas identiques, qu'elles tendront à augmenter ou à diminuer, suivant l'état du courant et le chargement des wagons; mais un appareil de réglage, que nous décrirons plus loin, permettra de modifier et de régulariser à tout instant la transmission du mouvement: cette transmission étant d'ailleurs obtenue par un système de courroies flexibles, les à-coups brusques n'auraient d'autre effet qu'un glissement de courroie sans importance.

Enfin, il est évident que la vitesse de la chaîne des wagons variera constamment avec l'état de chargement du train et de la masse totale à mouvoir, mais on peut remarquer que le chargement lui-même variera fort peu, pour un certain régime une fois établi: A mesure qu'un certain nombre de personnes descendra du train, un nombre

à peu près équivalent y remontera; en définitive, il se produira sur le train continu une répartition du public qui sera sensiblement la même pour un jour ou une heure donnés. Or, le système de distribution électrique que nous avons adopté permet, comme nous allons le voir, de renforcer ou de diminuer la quantité d'énergie fournie aux machines dans les différentes parties du parcours et aux différentes heures.

Il en résultera une vitesse d'ensemble sensiblement constante. Ce système de distribution est assez élastique pour se plier aux diverses combinaisons que l'usage et les habitudes du public rendront nécessaires.

Nous reprendrons cette question un peu plus loin en parlant de la force motrice et du fonctionnement (pages 23 à 29).

D'ailleurs, si contre toute prévision le train brusquement décharge tendait à s'emporter, il sera toujours facile, soit de l'arrêter, soit de supprimer instantanément l'action d'un certain nombre de machines.

Si, au contraire, contre toute prévision le train se trouvait brusquement surchargé, la diminution temporaire de vitesse ne serait que fâcheuse, mais ne présenterait aucun danger.

Passons maintenant à la description des appareils moteurs.

#### WAGONS MOTEURS ET RÉCEPTRICES

Le wagon moteur ou *locomotive électrique* (*fig. 10, 12, 13, 15 et 17*) a l'aspect d'un petit édicule à parois vitrées placé sur la plate-forme ordinaire du wagon. Il n'occupe pas entièrement cette plate-forme; une largeur de 0<sup>m</sup>,60 de plancher reste libre autour de lui pour permettre l'accès du public même au droit des machines.

La plate-forme, quoique ayant même apparence que celle des autres parties du train, est plus solidement construite; elle repose sur huit fortes solives en chêne, accouplées deux à deux dans la partie centrale pour supporter le bâti des machines (*fig. 16*). De plus, deux grands caissons en tôle rivée, placés symétriquement par rapport aux essieux, sont chargés de lingots ou de boulets de fonte pour augmenter d'une quantité suffisante le coefficient d'adhérence des roues motrices.

Une trappe de visite, des portes et panneaux mobiles pour l'inspection des organes mécaniques complètent l'installation de la cage vitrée.

**Mécanisme.** — L'élément moteur se compose essentiellement d'une machine dynamo-électrique solidement fixée sur les solives centrales. Elle est montée en dérivation sur un circuit que nous décrirons tout à l'heure. On peut d'ailleurs grouper en tension les machines de plusieurs sections consécutives.

La poulie de transmission  $\alpha$  de la dynamo est mise en communication avec l'appareil de variation de vitesse, au moyen d'une courroie; la première poulie  $\beta$  recevant la courroie transmet son mouvement par l'intermédiaire d'un jeu d'engrenage  $\gamma$  au cône inférieur  $\delta$ . Celui-ci transmet son mouvement au cône supérieur  $\epsilon$  par l'intermédiaire d'une courroie croisée  $\alpha$ , dont la position sur les deux cônes est réglée par un chariot à vis  $b$ , commandé par une manivelle  $m$  placée à la portée de la main du mécanicien. Le cône supérieur  $\epsilon$ , à l'aide d'un arbre et de roues d'angle, transmet son mouvement à l'arbre  $cd$ ; celui-ci commande en dernier lieu l'arbre  $gh$  qui transmet le mouvement aux essieux des roues motrices à l'aide de chaînes de Gall et de roues dentées  $\varphi\theta$ . L'arbre  $cd$  est muni d'un manchon d'embrayage dont le mouvement longitudinal est commandé par le levier  $l$  placé à côté de la manivelle. Les deux positions extrêmes du levier permettent de faire engrenier l'arbre  $cd$  avec l'arbre  $gh$  au moyen de trois roues d'angle donnant deux à deux, soit le mouvement direct, soit le mouvement inverse; la position intermédiaire du levier donne un débrayage mécanique des roues motrices. On voit que le jeu du levier permet la manœuvre de changement de marche ou d'arrêt mécanique de la transmission. La vitesse de la poulie  $\alpha$  étant normalement (pour la force nécessaire à la traction, de chargement maximum) de 1200 tours à la minute environ, nous avons, d'après les dimensions adoptées pour les poulies et engrenages :

- 400 tours à la roue  $\beta$ ;
- 100 tours à la roue  $\gamma$  et au cône  $\delta$ ;
- 50 à 200 tours au cône  $\epsilon$ ;
- 25 à 100 tours à l'arbre  $gh$ ;
- 10 à 40 tours à la roue  $\varphi\theta$  du wagon.

La vitesse normale de la roue du wagon étant de 30 tours correspondant à une vitesse du train de 1<sup>m</sup>,40 par seconde (le diamètre de la roue étant de 0<sup>m</sup>,90), on voit que le jeu de la manivelle permet facilement toutes les manœuvres de démarrage, ou de régularisation de vitesse entre la vitesse de l'anneau et la vitesse de la roue.

**Indicateur de vitesse.** — Pour donner au mécanicien un moyen de comparer la vitesse du train à un moment quelconque avec la vitesse normale à conserver, nous établissons à l'intérieur de la cage vitrée un indicateur permanent de vitesse (*fig. 14*).

Cet indicateur se compose de deux disques superposés : l'un, antérieur, à fenêtre; l'autre, postérieur, à secteurs alternativement noirs et blancs. Le disque à secteurs reçoit son mouvement de l'essieu du wagon, par l'intermédiaire de tringles et de pignons. Sa vitesse de rotation est proportionnelle à la vitesse du train; l'autre disque à fenêtre est mis par un mouvement d'horlogerie, et sa vitesse est constante et réglée pour la vitesse normale de 1<sup>m</sup>.40. Lorsque le train possède cette vitesse normale, les deux disques tournent ensemble et restent constamment dans la même position relative; lorsque le train va trop vite ou trop lentement, le disque postérieur avance ou tarde sur le disque antérieur, et le mécanicien en est averti par le jeu des secteurs colorés. Il agira donc sur la manivelle *m* jusqu'à ce que, les deux disques ayant la même vitesse, la vitesse normale du train soit de nouveau atteinte.

Il est évident que les indicateurs de vitesse donneront exactement les mêmes renseignements dans toutes les parties du train, puisque toutes les roues du train tournent simultanément; tous les mécaniciens, agissant en même temps et de la même manière, il en résultera que l'ensemble du système prendra bien une vitesse uniforme.

Quant aux variations de vitesse de l'anneau de la machine, elles dépendent de la quantité d'énergie électrique circulant dans le circuit. Cette quantité est réglée, comme nous le montrerons tout à l'heure, par le poste central, suivant l'état du chargement du train signalé, à chaque instant, par les postes d'observateurs échelonnés sur son parcours.

#### CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Nous avons rejeté la disposition des conducteurs aériens, à cause de ses dangers et de la gène qu'ils pourraient produire dans l'organisation de l'Exposition. Nous avons également rejeté la disposition qui consistait à placer les conducteurs entre les roues des wagons; en effet, quoique hors de la portée du public, leur inspection à cet endroit en deviendrait trop difficile. En cas d'avaries, la recherche du point à réparer serait longue et incommoder. Enfin, le contact obtenu entre les conduc-

teurs fixes et les machines mobiles, au moyen de balais frottant sur des bandes de métal sans fin ou des tubes isolés, comme cela a déjà été fait pour certains tramways électriques, ne nous paraît pas présenter des garanties de régularité suffisantes.

Voici quelle solution nous avons adoptée :

Les conducteurs se composent de deux fils métalliques *entièrement recouverts d'une matière isolante*, et placés sous l'une des solives latérales des wagons, hors de la portée du public. Ces fils sont reliés à des tiges verticales à large section et qui pendent au-dessous de chaque wagon, dans l'espace latéral qui existe entre les roues et le mur de la tranchée. Lorsque le train est en marche, ces tiges viennent successivement se mettre en contact avec des rigoles remplies de mercure recevant le courant des usines fixes (*fig. 15, 16, 17, 19*). Chaque usine fixe a ses rigoles spéciales.

Les rigoles de mercure sont assez longues, pour permettre à deux tiges de contact des wagons voisins de baigner ensemble dans le liquide; il en résulte que chaque conducteur est en communication permanente avec l'usine motrice, au moins par une des tiges, et, comme la section de ces tiges est très grande, un contact parfait est toujours obtenu entre les conducteurs mobiles et les usines fixes.

On voit que notre disposition revient à remplacer les conducteurs fixes ordinaires avec contacts mobiles par des conducteurs mobiles avec contacts fixes. On y trouve deux avantages précieux : en premier lieu, il n'y a plus à se préoccuper que de régler exactement la position des tiges, le reste du conducteur peut être entouré complètement d'une matière isolante, ce qui évite des déperditions, et fixé sous le wagon d'une manière quelconque et très élémentaire; en second lieu, le train emportant ses conducteurs, *un seul inspecteur placé dans une petite cave d'observation, au-dessous du train, voit passer successivement devant ses yeux en moins d'une heure toutes les parties du circuit et signale immédiatement les avaries s'il vient à s'en produire.*

On peut concevoir l'ensemble des conducteurs distribuant l'énergie électrique comme deux immenses anneaux concentriques recevant en différents points de leur circonférence le courant fourni par les génératrices fixes; sur ces deux collecteurs sont placées en dérivation toutes les réceptrices mobiles. Le courant partant des génératrices fixes se rend aux rigoles de mercure positives, se répand dans le collecteur positif, traverse les machines réceptrices qu'il fait mouvoir, se rend au collecteur négatif et revient, en passant par les rigoles de mercure négatives, aux génératrices des usines fixes.

Cette disposition générale est applicable pour les manœuvres de service, quand le train est vide ou uniformément chargé; mais nous avons vu précédemment qu'il n'en serait pas généralement ainsi, et que, selon que le public entrera le matin ou sortira le soir de l'Exposition, certaines parties du train seront plus fortement chargées.

Il est donc préférable de sectionner le circuit général en plusieurs circuits secondaires, et de couper le double anneau formé par les collecteurs mobiles en plusieurs tronçons desservis chacun par une usine fixe. Ce sectionnement permettra d'augmenter ou de diminuer la dépense de force motrice, selon l'état de chargement du train, la répartition se faisant proportionnellement aux besoins de la traction. (Voy. le schéma, fig. 21.) Chaque machine passe alors successivement dans les différents circuits.

C'est dans ce but que nous établissons les commutateurs de circuit (fig. 15, 17, 19). Dans tout ce qui va suivre, il faut nettement distinguer les conducteurs métalliques qui sont des *objets réels mobiles* et les circuits électriques qui ne sont que les *chemins fixes* parcourus par le fluide électrique.

Les commutateurs font partie intégrante des tiges de contact dont nous avons déjà parlé, et le changement de circuit se produit précisément au moment où les tiges viennent baigner dans les rigoles de mercure desservies par l'usine correspondante. Chaque commutateur se compose de deux tiges verticales, accouplées et isolées l'une de l'autre, terminées chacune par une fourche à branches inégales, formant pont entre les parties gauches et droites de deux fragments voisins des collecteurs positifs et négatifs. Ces deux tiges sont mobiles verticalement dans des glissières, et leur mouvement de haut en bas est commandé par un galet venant rouler pendant la marche du train sur un guide à courbure convenable (fig. 19).

Un fort ressort à boudin tend à les ramener constamment de bas en haut. Lorsqu'un wagon quelconque passe à côté des rigoles à mercure, le galet fait descendre les tiges, et, au moment même où leurs extrémités inférieures viennent se mettre en contact avec les bains de mercure, les petites branches des fourches rompent les communications avec les parties gauches des conducteurs; quant aux parties droites, elles restent toujours en communication avec la tige (fig. 15, 18 et 19).

Chaque tige formant une seule pièce avec la fourche, et le mouvement étant automatique, aucune erreur de changement de circuit ne peut se produire.

*Remarque.* — La rupture entre deux circuits voisins dépendant de

la hauteur du guide, on peut, en réglant cette hauteur à l'aide d'un calage convenable, réunir ou séparer un ou plusieurs circuits voisins, ou même à un moment donné tous les circuits.

On peut se rendre compte, en examinant le schéma de la figure 18, du fonctionnement de ces appareils, lorsque le train est en marche. Dans ce schéma tous les traits doivent être supposés doublés, ainsi que les rigoles à mercure, pour l'aller et le retour du courant; nous n'avons dessiné qu'un seul trait pour ne pas compliquer la figure.

Soit une portion du circuit ABCDEF, sur lequel sont montées en dérivation les machines portant les numéros 23, 24, 25 et 26.

On voit à l'inspection de cette figure qu'au droit des rigoles de mercure, les commutateurs coupent cet ensemble de conducteurs en trois tronçons AB, CD, EF, et qu'à mesure que le train marche, tout commutateur qui passe sur le mercure coupe les conducteurs à gauche, tout en faisant passer dans le circuit de droite une portion des conducteurs égale à la longueur du wagon qui les porte... On voit de plus que la machine réceptrice 23 qui était dans le circuit AB passe dans le circuit CD, tandis que la machine 26 en sort pour passer elle-même dans le circuit EF, et ainsi de suite. Il est inutile d'ajouter qu'au point de vue économique, les rigoles pourraient être remplacées par des bandes de métal, sur lesquelles viendraient frotter des balais métalliques portés par les tiges de contact. En résumé, les conducteurs métalliques et les tiges de contact sont *mobiles*, ce sont des organes matériels entraînés par le mouvement mécanique du train; mais les circuits électriques, c'est-à-dire les chemins parcourus par le courant, restent *fixes* et invariables; chaque circuit électrique fournit une quantité donnée d'énergie au même nombre de machines, qui passent successivement au-dessus de lui en faisant avancer la plate-forme et son chargement. Or, chacun des circuits étant fixe correspond à une partie déterminée de l'Exposition, et il devient facile de proportionner sa force à l'affluence du public dans cette partie.

Le jeu des tiges de contact, dont l'une au moins baigne toujours dans la rigole de mercure et transmet sans interruption le courant électrique, est analogue au jeu des dents d'engrenage transmettant un mouvement mécanique continu.

L'ensemble du système pourrait se comparer à une roue d'engrenage flexible, tournant horizontalement chargée par des poids mobiles inégaux qui se répartiraient de différentes manières, et qui serait soutenue et mise en mouvement par une série de pignons, dont la puissance serait proportionnelle à la charge placée au-dessus d'eux.

### USINES FIXES ET GÉNÉRATRICES

L'énergie électrique est fournie par plusieurs usines placées de distance en distance dans le voisinage du train. Chaque usine se compose d'un hangar économique en bois abritant une machine à vapeur (locomobile ou autre).

Cette machine à vapeur actionne soit une série de machines Gramme, couplées en tension suivant le procédé indiqué par M. H. Fontaine (Compte rendu de l'Académie des sciences, 26 octobre 1886); soit une ou plusieurs machines de M. Marcel Desprez, s'il en existe un assez grand nombre au moment de l'Exposition. Les conducteurs métalliques amènent le courant aux rigoles de mercure placées dans une cave adjacente à la tranchée de la voie (*fig. 15, 16, 17 et 21*).

L'appareil des rigoles de contact se compose de deux rigoles en porcelaine ou toute autre matière isolante réglées et calées dans une position convenable sur un chariot en fer. Elles sont munies d'un guide latéral destiné à conduire le galet des commutateurs des wagons et à provoquer l'abaissement des tiges de contact.

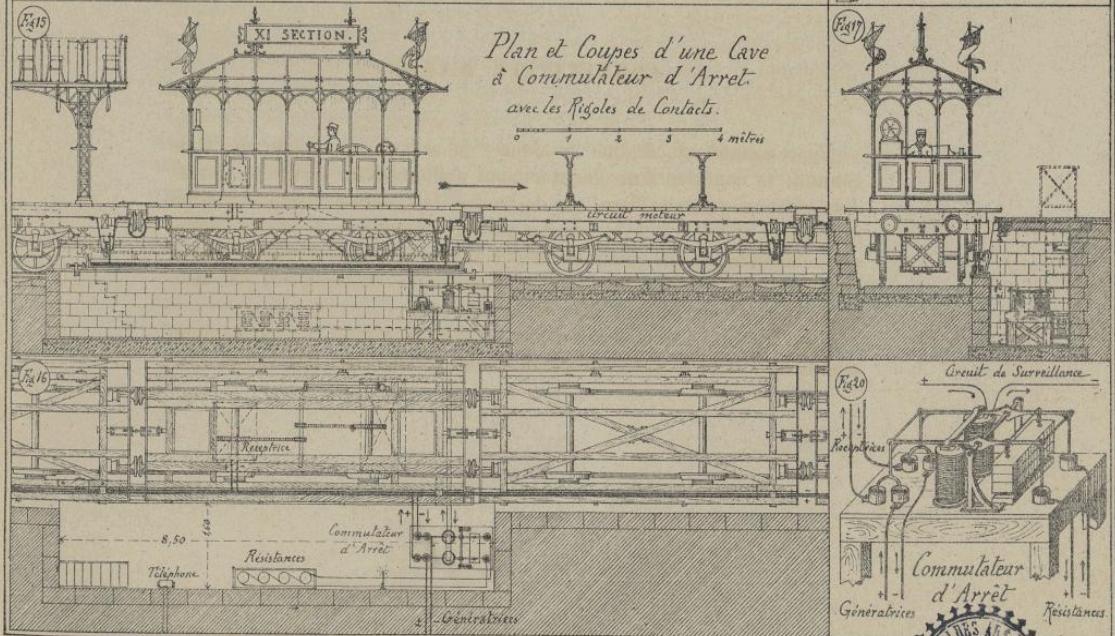
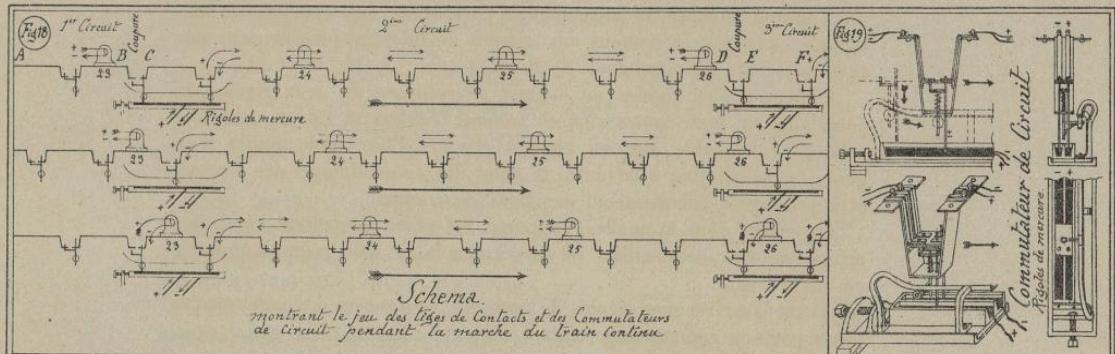
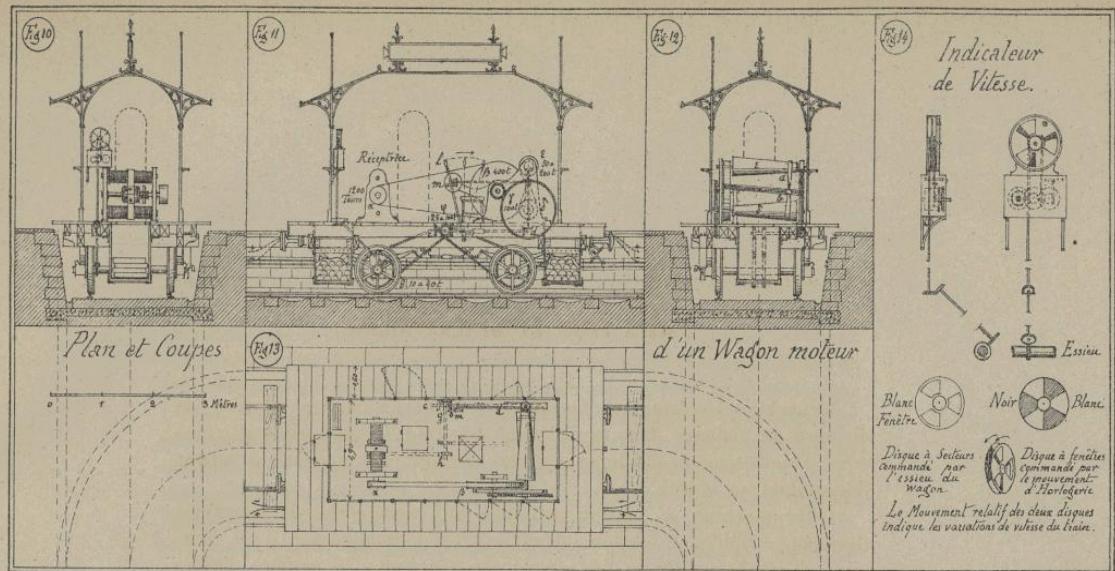
Les caves dans lesquelles l'appareil est placé permettent l'*inspection permanente* des conducteurs et des contacts et leur réparation facile en cas d'avarie.

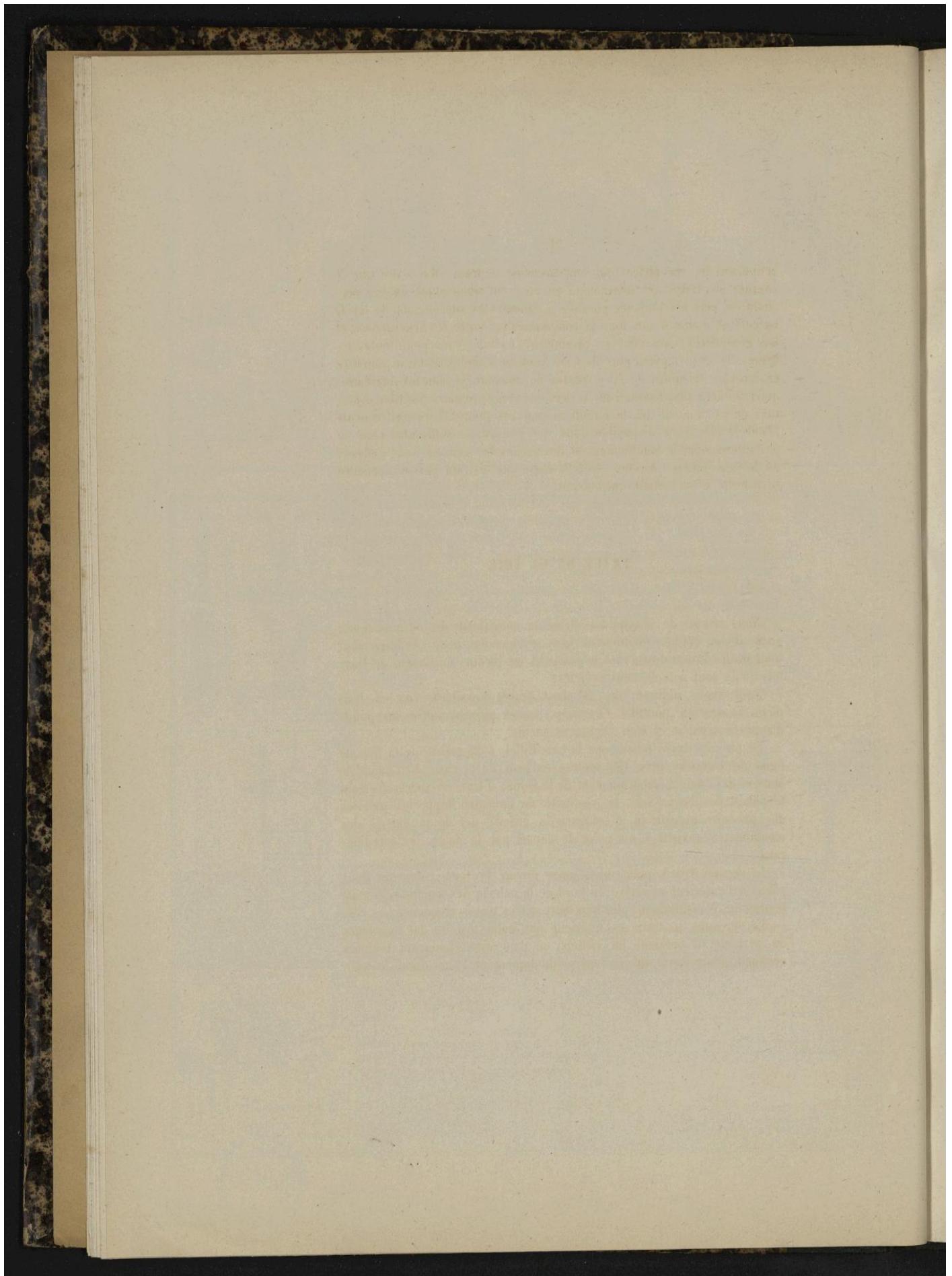
Avant d'arriver aux rigoles de mercure, le courant des génératrices passe par son commutateur d'arrêt.

### COMMUTATEUR D'ARRÊT

Ce commutateur, destiné à assurer la sécurité complète du train continu, se compose d'un électro-aimant actionnant un levier qui porte, d'un côté, un poids suffisant et, de l'autre, les ponts de communication du courant placés à cheval sur des godets de mercure. L'électro-aimant est commandé par un circuit électrique auxiliaire fourni au poste central de direction par une pile spéciale, et passant successivement par tous les postes de surveillance (*fig. 20*).

Tant que ce courant auxiliaire passe dans ce circuit, l'électro-aimant maintient le levier horizontal, et les courants moteurs des usines fixes





Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

actionnent les réceptrices qui font marcher le train. Mais, dès que le courant auxiliaire est interrompu en un point quelconque de son parcours, et cela est toujours possible à chacun des surveillants, le levier bascule et coupe à son tour la communication entre les génératrices et les réceptrices; cet effet se produisant *instantanément* pour toutes les usines, le train n'ayant plus de force motrice s'arrête. Pour le remettre en marche, il suffira de faire passer de nouveau le courant auxiliaire, qui ramènera *simultanément* les leviers dans leur première position. Ajoutons qu'au moment où le circuit moteur est coupé, l'appareil renvoie l'énergie électrique disponible dans des résistances suffisantes pour ne pas interrompre le fonctionnement des usines des génératrices. Celles-ci ne doivent jamais s'arrêter, de telle sorte que le train puisse reprendre sa marche à un instant quelconque.

#### TRACÉ DE LA VOIE

Nous venons de décrire les éléments constitutifs de notre système, nous allons étudier maintenant leur groupement pour l'établissement d'un train continu desservant le palais et les jardins du Champ de Mars tels qu'ils sont actuellement projetés.

Nous avons indiqué (*fig. 24*) deux tracés possibles, l'un en trait plein, l'autre en pointillé. Ces deux tracés passent entre les points d'appui des palais et n'en atteignent aucun.

Le premier tracé passe sous la tour Eiffel, à 25 mètres de la tête de ligne de tramway et à 100 mètres environ de la gare du Champ de Mars et des quais d'embarquement de la Seine; il traverse successivement le palais des beaux-arts, le vestibule de l'avenue Rapp, les galeries des produits industriels et effleure la grande nef de la galerie des machines; il revient à son point de départ par le palais des arts libéraux.

Le second tracé, plus court, passe devant la tour, côtoie les deux palais à l'extérieur et arrive au bord de la galerie des machines comme le premier. Nous donnons plus loin deux autres tracés analogues (*fig. 32*).

Le parcours du train à l'intérieur des palais est un des avantages du système. Il présente au visiteur un panorama changeant toujours nouveau. Pour ceux qui visitent méthodiquement l'Exposition, le train

leur économise la fatigue et le temps; pour ceux qui n'y viennent qu'une fois, le train continu leur permet d'avoir un aperçu général de l'Exposition; combien de ceux qui ont vu l'Exposition de 1878 ne pourraient pas en dire autant?

Le rayon de courbure pour ces tracés est de 100 mètres environ; c'est une cote parfaitement admissible pour la faible vitesse de 1<sup>re</sup>, 40 à la seconde, soit 5 kilomètres à l'heure.

Pour l'établissement de nos calculs et du devis, nous prendrons le tracé le plus long comme étant le plus intéressant.

Soit, dans la figure 25, le tracé GHIJKLMNOP; le poste central directeur est placé en Z; il se compose d'un cabinet vitré ayant vue sur le vestibule de l'avenue Rapp et sur le train dont il contrôle la vitesse. Placé au point critique de l'Exposition, à l'endroit le plus encombré, il dirige l'ensemble des mouvements; les quarante-huit postes de surveillants sont échelonnés à 40 mètres environ les uns des autres sur la totalité de la ligne.

Aux points G, H, I, J, K, L, M, N se trouvent les huit caves des commutateurs d'arrêt partageant le circuit total en huit circuits secondaires.

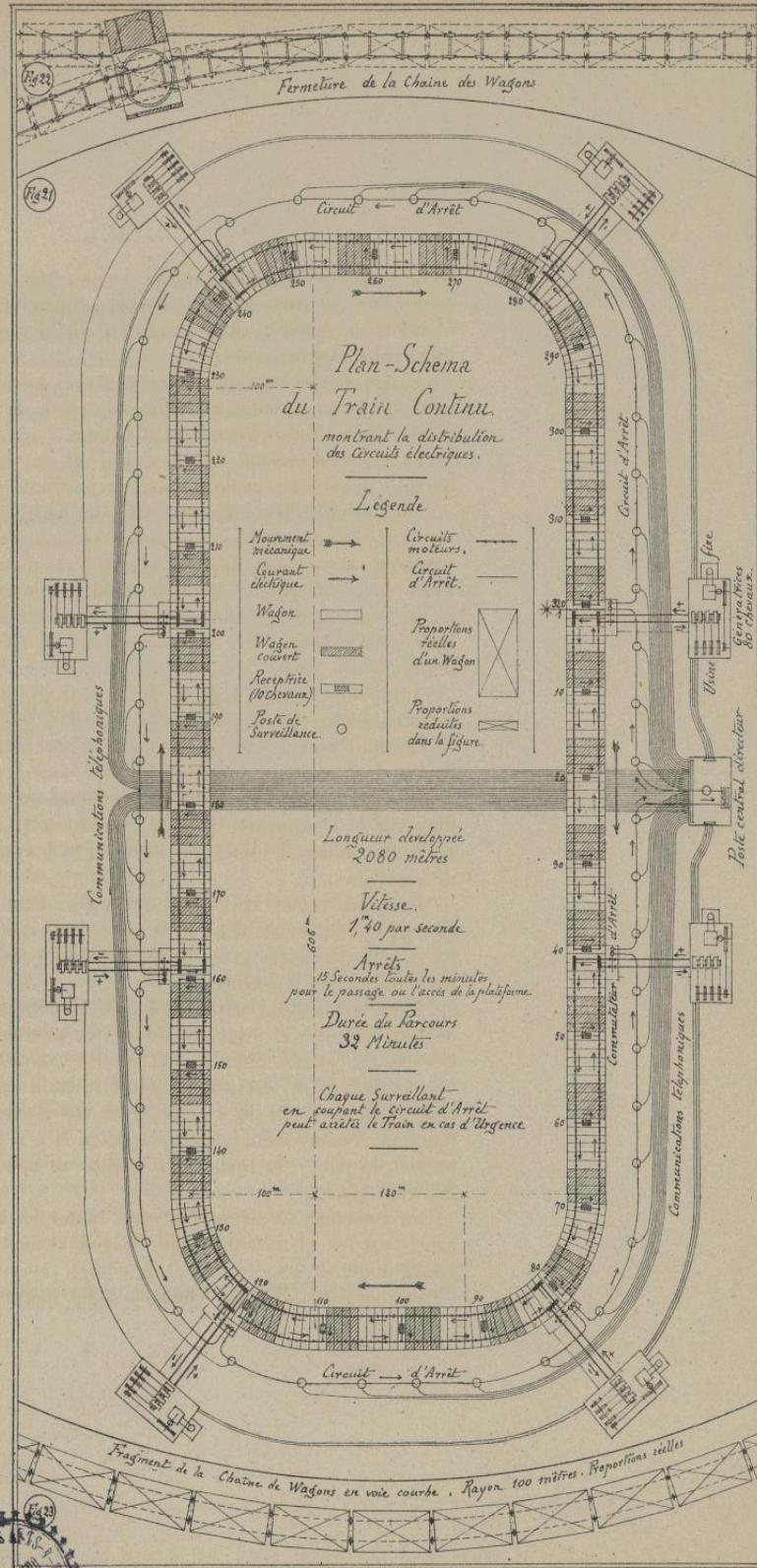
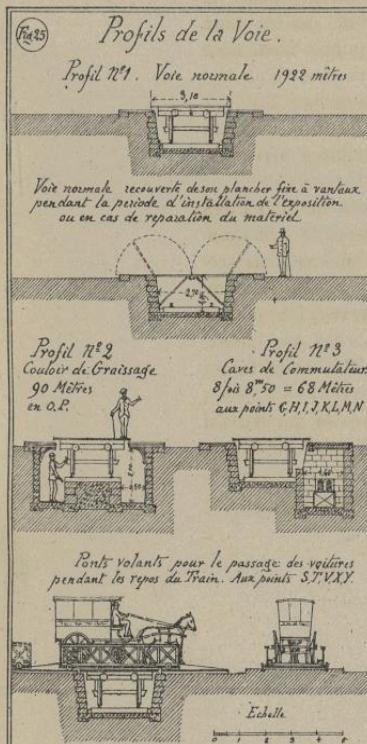
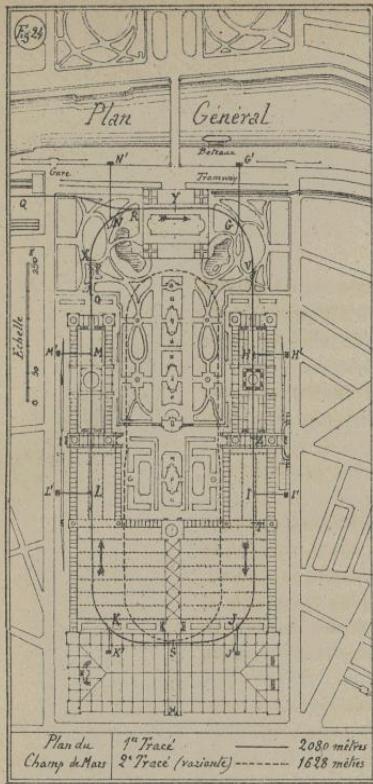
Les huit usines fixes se trouvent à proximité, en N' et G', sur la Seine où elles peuvent utiliser la force fournie par des machines marines, en K'J dans la galerie des machines où elles peuvent prendre la force sur la transmission générale; enfin, en H', I' et L', M', sur les deux côtés du Champ de Mars, où elles peuvent s'approvisionner facilement de charbon.

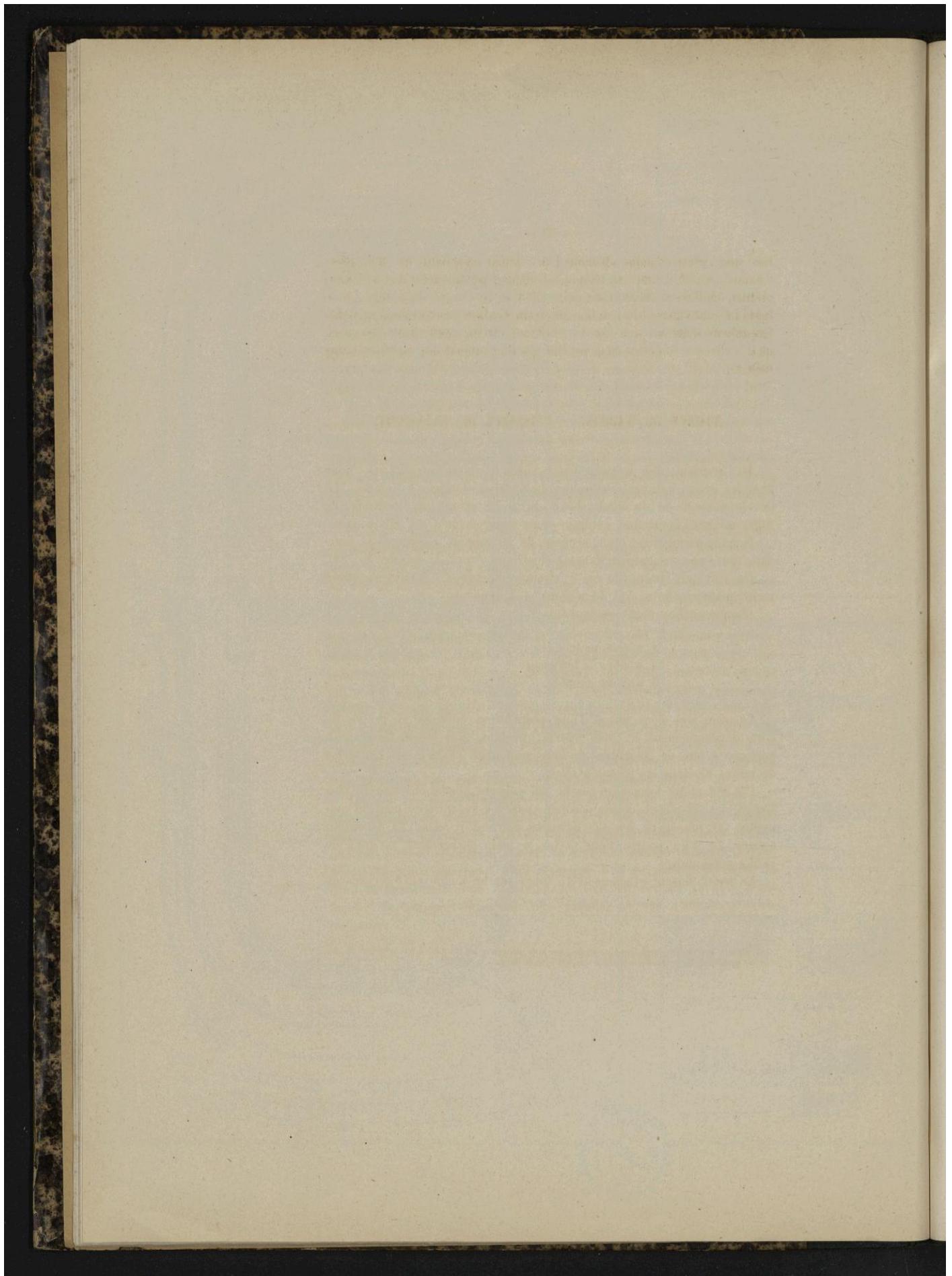
Des ponts volants en fer d'une grande résistance, placés en S, T, U, V, X (fig. 24 et 25), permettent l'accès du centre du Champ de Mars aux voitures lourdement chargées. Ils fonctionnent pendant les longs arrêts du train ou en cas d'urgence.

Nous établissons en OJ un double couloir souterrain de 90 mètres de long à droite et à gauche de la voie pour la visite et le graissage des essieux (fig. 23). Enfin le système est complété par une voie de service ordinaire QR, servant à amener le train sur place au moment de son fonctionnement, ou à l'enlever en cas d'avaries graves. Une plaque tournante à mouvement latéral, placée en R à la jonction des deux voies, permet de fermer la chaîne des wagons au moment de la constitution du train (fig. 22).

En comptant 15 secondes d'arrêt toutes les minutes, ce qui fait un arrêt tous les 84 mètres, chaque wagon revient à son point de départ en 32 minutes.

Le parcours du train étant de 2080 mètres et se répétant quinze





Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

fois par jour, chaque wagon aura fourni pendant les 200 jours d'exposition (du 1<sup>er</sup> mai au 15 novembre) un parcours total de 6240 kilomètres, chiffre insignifiant au point de vue de l'usure du matériel roulant. Le mouvement de rotation du train continu peut s'effectuer indifféremment dans les deux sens; nous admettons, pour fixer les idées, qu'il s'effectue toujours dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.

#### NOMBRE DE WAGONS. — PUSSANCE DE TRANSPORT

La longueur des wagons étant variable, nous admettrons, pour fixer les idées, une cote moyenne de 6<sup>m</sup>,50 de tampon à tampon. Le développement de la ligne d'axe du train ayant une longueur de 2080 mètres, la chaîne continue sera donc formée de 320 wagons.

Nous la partagerons en 32 sections de 10 wagons commandées chacune par une réceptrice dynamo-électrique (voy. *le schéma, fig. 21*).

On voit que chacun de ces 8 circuits électriques dessert constamment quatre sections, soit 40 wagons et 4 dynamos.

Chaque section sera composée de :

- |                       |
|-----------------------|
| 1 wagon moteur (1);   |
| 4 wagons à terrasses; |
| 5 wagons simples.     |

Le train sera donc formé d'une plate-forme continue *au ras du sol* d'un développement de 2080 mètres, portant, tous les 40 mètres, un portique à jour de 26 mètres de long, soutenant les terrasses couvertes de tentes abritant les places assises.

Les 288 plates-formes au ras du sol peuvent porter chacune 40 passagers, les 32 plates-formes occupées par les réceptrices peuvent admettre 30 passagers, les 128 terrasses peuvent recevoir 24 personnes assises. Le train pourra donc porter, à plein chargement, un total de 15552 personnes.

Le train, faisant exactement 15 tours sur lui-même en 8 heures de

---

(1) Dans le cas où l'on emploierait les wagons bas pour remplacer les wagons à terrasses (*fig. 26*), les wagons simples et les wagons bas à places assises seraient alternés.

service (de 10 heures du matin à 6 heures du soir), possède donc une puissance de transport de 233 280 passagers par jour.

Le maximum d'entrées, à l'Exposition de 1878, a eu lieu pour le mois de septembre ; elles ont été, pour ce mois, de 2 627 529 (Rapport administratif de l'Exposition de 1878), ce qui correspond à 87 586 entrées par jour pendant la période la plus active.

On voit que le train pourrait desservir presque le triple de visiteurs, et, malgré les prévisions les plus élevées pour l'Exposition de 1889, on peut donc affirmer que la plate-forme ne sera *jamais encombrée* ; et, comme les points d'appuis offerts aux voyageurs debout sont assez distants les uns des autres, le passage sera toujours facile.

Dans le cas, d'ailleurs, où par suite d'une circonstance spéciale les visiteurs afflueront sur le train d'une manière dangereuse, il suffirait de l'arrêter pendant un certain temps, pour provoquer son évacuation rapide.

Si nous cherchons maintenant à nous rendre compte du chargement moyen ordinaire du train et de sa composition, nous pouvons supposer que la moitié au moins des places assises sera occupée, et que, sur les 12 places occupées par terrasse, 6 le seront une fois seulement par tour, par des personnes faisant le tour complet, et que les 6 autres seront occupées deux fois par tour, par des personnes faisant seulement un demi-tour. Cela ferait en tout 2 000 personnes environ assises par tour complet. Nous pouvons supposer, d'autre part, que pour les petits trajets 3 personnes s'appuieront constamment sur chaque pilier ou support de poignée. Cela ferait environ 4 000 personnes debout. Le train, dans chaque parcours, transporterait donc 6 000 passagers, soit 90 000 par jour. Ce chiffre concorde avec la moyenne des visiteurs de l'Exposition de 1889, qu'on peut estimer à 90 000 (la moyenne des entrées de l'Exposition de 1878 ayant été de 80 000, soit 16 000 000 en 200 jours). (Rapport administratif.)

On voit que notre hypothèse revient à admettre que 1/15 des visiteurs utilisera le train, pendant que les 14/15 se répandront dans le palais et les jardins, et que la totalité des visiteurs pourra utiliser une fois au moins, aller et retour, le plancher mobile pendant la journée. Cette moyenne nous paraît répondre à la circulation normale. Le train la faciliterait donc constamment, tout en restant capable d'une faculté de transport beaucoup plus grande, en cas d'affluence extraordinaire.

### FORCE MOTRICE

D'après les évaluations précédentes, on peut admettre que le chargement ordinaire du train n'excédera pas la moitié du chargement maximum. Toutefois, comme ce chargement peut être atteint exceptionnellement les dimanches ou jours de fête, nous allons chercher quelle serait la force motrice nécessaire pour remorquer le train le plus lourd à plein chargement.

La chaîne des wagons étant divisée en 32 sections semblables, nous ferons le calcul pour l'une quelconque d'entre elles.

Le poids d'un wagon à plate-forme simple est de 8 tonnes, savoir :

Châssis et roues.	3 600 kilos
Solives et plate-forme.	1 020
Supports, pont en tôle, divers.	380
	5 000
40 voyageurs à 75 kilos.	3 000
	8 000 kilos

Le poids d'un wagon à terrasse est de 12 tonnes (1), savoir :

Châssis et roues.	3 600 kilos
Solives et plate-forme.	1 020
Piliers, planches, balustrades, tentes, etc.	2 380
	7 200
64 passagers à 75 kilos.	4 800
	12 000 kilos

Le poids d'un wagon moteur est de 15 tonnes, savoir :

Châssis et roues.	3 600 kilos
Plate-forme et solives.	4 700
Dynamo et transmission.	2 000
Cage vitrée.	1 000
Lest.	4 450
	12 750
30 passagers à 75 kilos.	2 250
	13 000 kilos

(1) Le poids d'un wagon bas à places assises serait de 9 tonnes.



Le poids total de chaque section à plein chargement (1 wagon moteur, 4 wagons terrasses, 5 wagons simples) sera donc de 103 tonnes.

Nous prendrons la formule d'Harding, quoiqu'elle donne des résultats un peu forts pour de faibles vitesses.

$$R = 2,72 P + 0,094 vP + 0,00484 Av^2.$$

$P = 103$  tonnes;  $v = 5$  kilomètres à l'heure;  $A = 5$  mètres carrés.

Nous obtenons pour résistance à la traction :

$$R = 329^{kg},47.$$

Ce qui, pour une vitesse de 4<sup>m</sup>,40 par seconde :

$$R \times 4,40 = N \times 75$$

nous donne  $N = 6,1$ .

Soit une force de

6 chevaux 1/10,

pour remorquer en ligne droite (le Champ de Mars étant horizontal) chacune des 32 sections.

Il convient, cependant, de tripler cette force pour les 40 sections placées en voie courbe.

Nous arrivons donc au résultat suivant :

Pour 22 sections en ligne droite,	134 chev. 2/10;
Pour 10 sections en voie courbe,	183 chev.;
Total.	317 chev. 2/10.

C'est là la force motrice qui doit être fournie par les réceptrices dynamo-électriques, pour remorquer l'ensemble du train continu.

On voit que ce résultat correspond sensiblement à une moyenne d'un cheval vapeur par wagon, soit

320 chevaux-vapeur :

c'est le chiffre que nous adopterons définitivement.

On pouvait prévoir *a priori* ce résultat, en remarquant que, sur les

voies de service des gares de chemins de fer, un wagon de marchandises, qui ne diffère pas beaucoup en poids d'un de nos wagons, peut être trainé par un cheval au pas.

Le chiffre de 320 chevaux-vapeur est donc largement suffisant pour assurer le service du train pour un chargement maximum.

Le train étant divisé en 32 sections, chaque réceptrice des wagons moteurs doit pouvoir fournir 10 chevaux.

Chacune des 8 usines fixes de force motrice, desservant 4 sections, devra fournir à ces sections 40 chevaux.

En admettant une perte maximum de 50 p. 100 dans le transport de la force par l'électricité, malgré la faible distance des usines et du train, le moteur à vapeur de chaque usine devra fournir aux génératrices une force de 80 chevaux. La force totale en chevaux-vapeur, nécessaire au fonctionnement du train, n'excédera donc pas

640 chevaux,

chiffre minime en présence du résultat considérable à obtenir.

Chaque usine fixe se compose d'une machine à vapeur ou de plusieurs locomobiles actionnant 4 machines dynamo-électriques. Ces génératrices, d'une force de 20 chevaux chacune, sont montées en tension. Deux de ces machines doivent suffire en temps ordinaire, lorsque le train est chargé à moitié, pour assurer son fonctionnement. Une disposition très simple de commutateurs permet d'introduire dans le circuit les deux autres génératrices, lorsque l'affluence du public dans la section correspondante demandera un supplément de force. C'est le poste central qui, sur la moyenne des observations des surveillants, envoie l'ordre au mécanicien d'augmenter ou de diminuer la quantité d'énergie électrique, proportionnellement aux besoins de la circulation des visiteurs. La consommation de charbon serait au maximum de 10 tonnes par jour, en comptant 2 kil. par cheval et par heure pour des locomobiles ordinaires.

### PERSONNEL. — FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME

Le personnel nécessaire au fonctionnement du train continu se compose de :

1 directeur.	Placés au poste central, ils dirigent alternativement le train en prenant immédiatement les décisions nécessaires suivant les renseignements fournis à chaque instant par les postes de surveillance.
1 sous-directeur.	
4 commis au téléphone.	Placés au poste central, ils sont chargés des communications téléphoniques avec les postes et les usines fixes.
2 inspecteurs du matériel.	Ils circulent constamment dans toutes les parties du train, caves des commutateurs, usines, etc., et vérifient l'état des conducteurs électriques et des appareils.
48 surveillants et 12 suppléants.	Placés aux 48 postes d'observation, ils renseignent le poste central sur la marche normale ou les accidents du train; ils sont relayés par 12 suppléants.
32 mécaniciens et 8 suppléants.	Ils conduisent les réceptrices des wagons moteurs et les régulateurs de vitesse. Ils sont relayés par 8 suppléants.
16 mécaniciens ou chauffeurs.	Ils dirigent les moteurs et les génératrices des usines fixes.
5 hommes de peine	Utilisés pour le service général et le graissage des wagons.

Le poste central est établi dans une salle vitrée placée près du vestibule de la porte Rapp. Cette salle contient :

- 1° Un tableau figuré du train avec les signaux correspondants aux postes, et des chevilles de communication téléphonique;
- 2° Le commutateur d'arrêt périodique du train, et la pile du circuit de surveillance;
- 3° Huit tableaux secondaires correspondant aux huit circuits pour la répartition des efforts.

Chaque tableau de circuit possède, pour chaque surveillant, trois indicateurs, portant les cotes 1, 2 et 3. Ces trois numéros représentent trois cotes différentes de chargement.

- Cote 1. — Train faiblement chargé.  
Cote 2. — Train moyennement chargé.  
Cote 3. — Train complètement chargé.

Toutes les dix minutes, chaque surveillant transmet au poste central la cote de chargement correspondante aux parties du train qu'il a en vue.

Un des commis du bureau central fait l'addition des cotes du circuit et la transmet à l'usine fixe correspondante, qui ajoute alors une ou deux génératrices supplémentaires, suivant la cote totale.

Cette opération ne demande que quelques secondes, puisqu'elle se résume en une addition de six chiffres par circuit.

Le train commence son service à 10 heures du matin, pour le terminer à 6 heures du soir; la matinée et la soirée sont réservées pour l'entretien du matériel et le passage des voitures d'approvisionnement ou pour le centre du Champ de Mars, les ponts volants étant alors placés à leurs points de repère.

Le train marche pendant une minute à la vitesse de 1<sup>m</sup>,40, et s'arrête, après un trajet de 84 mètres, pendant 15 secondes. C'est le poste central qui commande ces arrêts.

Pendant les arrêts, des signaux sont manœuvrés à tous les postes de surveillance, et les sonneries fonctionnent.

Le directeur est averti dès qu'un incident survient dans la marche du train et donne ses ordres en conséquence au surveillant correspondant.

Tout arrêt extraordinaire provoqué par un surveillant doit être immédiatement justifié par le téléphone.

#### ACCIDENTS POSSIBLES. — MESURES DE SÉCURITÉ

Le train ne présentant sur ses rives aucune saillie (si ce n'est celle des lanières flottantes en cuir ou cordage) et passant à 1 mètre au moins de tout point d'appui extérieur, aucun choc n'est possible pour les passagers qui montent sur la plate-forme ou en descendent. Celle-ci, étant élevée de 0<sup>m</sup>,15 au-dessus des trottoirs, est d'un accès plus facile et moins dangereux que les marchepieds des chemins de fer et des tramways.

Il suffit, d'ailleurs, de connaître ou d'avoir observé un peu les usages de la population parisienne pour pouvoir affirmer que les femmes, les vieillards ou les enfants qui ne voudraient pas attendre une minute l'arrêt périodique du train trouveront dix aides pour un lorsqu'ils

désireront monter sur la plate-forme ou la traverser pendant sa marche.

Les seuls accidents possibles, et peu graves en somme, sont les chutes des personnes maladroites ou les bousculades de la foule.

Dans ce cas, le surveillant le plus voisin arrête immédiatement le train, jusqu'à ce que la personne soit relevée ou l'attroupement dissipé. Et, comme le train ne peut se remettre en marche que lorsque l'unanimité des postes d'observation permet le libre parcours, on voit que les accidents sont rendus presque impossibles.

#### MARCHE DE L'OPÉRATION. — EXPÉRIENCES

Les tranchées et la voie peuvent se construire à un moment quelconque de la période d'aménagement du Champ de Mars. On les établirait par fractions de 50 mètres, et on les couvrirait, au fur et à mesure de leur exécution, par leur plancher fixe à vantaux, ce qui n'interromprait pas un instant la circulation générale.

Le matériel roulant et électrique peut se confectionner en dehors du Champ de Mars et n'arriver sur place que quelques jours avant son fonctionnement. Deux ou trois nuits suffiraient pour le réglage des appareils et des circuits.

On pourrait faire une expérience préliminaire de traction sur une voie de service ordinaire aux environs de Paris. Il suffirait pour cela de construire un matériel électrique simplifié et de constituer le reste de la chaîne avec des wagons quelconques.

Cette expérience permettrait de marcher à coup sûr dans l'exécution définitive et se ferait à peu de frais, surtout si le concours des six grandes compagnies, qui sont directement intéressées à la réussite de l'Exposition de 1889, pouvait être obtenu.

#### BUDGET DE L'OPÉRATION

Nous donnons ci-contre le tableau résumé des dépenses et recettes du train continu. Les chiffres qui y figurent ont été soigneusement établis sur devis détaillé. On voit que les dépenses de premier établis-

sement ne s'élèvent qu'à 1767969 francs, ce qui est peu, en comparaison des services permanents que rendrait ce moyen de circulation.

Les frais d'exploitation s'élèveraient à 412944 francs pour la durée de l'Exposition.

Les recettes pouvant s'élever, d'après nos prévisions, à 3430400 francs, on voit que les bénéfices pour l'administration de l'Exposition pourraient dépasser un million.

En nous plaçant dans les conditions les plus défavorables, en supposant même que nos prévisions soient trop fortes d'un tiers, ce qui nous paraît inadmissible, la totalité des dépenses serait encore couverte. Mais nous pensons que le bénéfice annoncé serait au-dessous de la réalité. Il suffit, pour cela, de faire les remarques suivantes :

1<sup>o</sup> Au point de vue des dépenses :

Nous avons établi les devis des constructions en nous basant sur la série de prix de la ville de Paris de 1882; or, l'expérience prouve qu'on peut facilement obtenir de forts rabais sur ces prix.

Nous avons supposé l'achat et l'aménagement complet du matériel roulant. Or, l'Etat pourrait obtenir des grandes compagnies de chemins de fer un concours effectif; il suffirait que celles-ci lui donnassent en location le nombre de wagons de marchandises nécessaire à l'établissement de la plate-forme mobile; on pourrait réaliser de ce chef une économie considérable.

Enfin, un certain nombre d'industriels pourraient également consentir à louer une partie des machines dynamo-électriques en les considérant comme produits exposés; il y aurait encore de ce côté une nouvelle économie.

Toutes ces réductions pourraient abaisser de beaucoup le prix de premier établissement.

2<sup>o</sup> Au point de vue des recettes :

Le chiffre indiqué n'est pas un maximum. En effet, nous avons supposé que la moitié seulement des places seraient occupées et que le quart seulement feraient double recette par tour; or, il est évident que ces doubles recettes seront beaucoup plus nombreuses. Telle place qui aura servi à transporter une personne de la tour Eiffel à la galerie des machines pourra ramener un autre promeneur de la galerie des machines à l'embarcadère des bateaux, et réciproquement; telle autre pourra donner une triple recette. Nous restons donc bien au-dessous du maximum possible.

Nous avons compté nos recettes sous forme de droit fixe par places assises; il est évident que, si l'on affermait les terrasses à des buffets

ou cafés, le loyer demandé serait calculé sur un produit équivalent.

Le chiffre des produits de la publicité pourrait être beaucoup plus élevé, étant donnée l'affluence des visiteurs. Nous ne l'avons inscrit que pour montrer qu'il y aurait là une ressource dans le cas où l'on voudrait abaisser le prix des places. Mais il est évident que l'aspect du train en souffrirait; aussi avons-nous restreint cette publicité aux parties qui ne peuvent s'apercevoir de loin (tables de café, plafonds, contremarches, etc.).

Enfin, la revente d'un matériel roulant est comptée à un chiffre trop faible. Il est évident que des wagons qui n'ont parcouru que 6000 kilomètres à petite vitesse ne sont pas usés, puisque les wagons de chemins de fer parcourent plus d'une centaine de mille de kilomètres avant d'être hors d'usage. La revente seule des châssis et roues pour leur valeur réelle, déduction faite de la dépréciation subie, donnerait un chiffre supérieur à celui que nous avons indiqué. Ajoutons que le matériel pourrait être revendu en bloc pour une autre exploitation, ce qui élèverait encore le chiffre de cette ressource (1).

Il résulte de ces diverses observations que, le chiffre des dépenses étant compté trop fort et le chiffre des recettes compté trop faible, il n'y a pas d'exagération dans le bénéfice probable annoncé.

---

Le prix du mètre courant de train continu revient à 850 francs environ (tout compris : matériel et constructions). Cela permet de calculer facilement le coût des divers tracés possibles. Ainsi le deuxième tracé de la figure (32) reviendrait à 4170 000 francs, le troisième reviendrait à 750 000 francs.

---

(1) L'utilité du train continu est évidente pour les expositions, mais il est facile de voir que les applications peuvent être nombreuses : manutention des marchandises dans les docks, les ports de commerce, les usines, les arsenaux, etc.; — circulation permanente dans les jardins zoologiques ou autres; — chemin mouvant formant promenade pour les villes d'eaux, les bains de mer, les casinos, — etc.

## BUDGET DU TRAIN CONTINU

<b>DÉPENSES</b>	<b>REÇETTES</b>
Profil n° 1 (1922 mètres) . . . . .	174 402,28
Profil n° 2 (90 mètres) . . . . .	20 614,32
Profil n° 3 (68 mètres) . . . . .	13 515,46
Plancher de recouvrement fixe à vanneaux. . . . .	360 886,86
Voie ferrée (2080 mètres) . . . . .	79 389,60
Ponts volants . . . . .	70 260 " 2 805 "
<b>Constructions fixes :</b> Postes de surveillance; Peinture et décorations . . . . .	33 340 "
Wagons (châssis et roues) . . . . .	376 000 "
Plate-forme continue en bois . . . . .	53 237,90
<b>Matériel roulant:</b> Aménagement des wagonssimples au-dessus de la plate-forme. . . . .	41 680 "
Aménagement des wagons-térrasses . . . . .	870 902,40
Aménagement des wagons-moteurs (machines non comprises). . . . .	203 084,80
Machines et service électrique. . . . .	26 880 "
<b>Frais d'exploitation pour 6 mois et demi.</b>	
Imprevu, 1/10. . . . .	265 380 "
*	
Frais d'études et de direction, 5 %/a. . . . .	1 683 750,48
Total des frais de premier établissement.	84 189 "
	1 767 969,18
<b>Produit des places assises (dans l'hypothèse d'un chargement moyen):</b>	
1 <sup>re</sup> classe, 1 152 places à 0,50. . . . .	376 " 921,60
2 <sup>re</sup> classe, 1 152 places à 0,30. . . . .	345,60
<b>Produit de la location des surfaces libres (talles de caffé, escaliers, plafonds, etc. . . . .</b>	2 764 800 "
Vente, — Vieux matériaux au 1/20 de leur valeur . . . . .	360 000 "
Matériel roulant pouvant de nouveau être utilisé, au 1/4 de sa valeur . . . . .	18 000 "
Total des recettes. — Brut. . . . .	287 600 "
	3 430 400 "
<b>A déduire :</b>	
Personnel et divers. . . . .	160 475 "
Combustible et force motrice. . . . .	169 525 "
Frais de perception des places, 3 %/a sur 2 764 800 francs. . . . .	412 944 "
Total des recettes. — Net. . . . .	82 944 "
Dépenses. . . . .	3 017 456 "
Bénéfice . . . . .	1 767 969,18
	1 249 486,82

5

## CONCLUSION

En terminant ce mémoire, nous ne saurions trop insister sur les avantages immenses que présente une plate-forme de *plain-pied* sur les autres moyens de transport, au point de vue de la *suppression de la fatigue* chez les visiteurs d'une Exposition. On a déjà pu se rendre compte par la description qui précède de la grande différence qui sépare notre projet de la plate-forme américaine suspendue sur piliers. L'accès de celle-ci n'est possible qu'au moyen d'escaliers fatigants à gravir et qui forment nécessairement stations ou têtes de ligne en différents points du parcours; de là les inconvénients ordinaires, attroupements, queues à suivre, appel de numéros, bousculades et tous les ennuis qu'on éprouve lorsqu'on veut prendre un tramway fréquenté. Nous avons déjà parlé de son prix élevé, de la difficulté de son fonctionnement, et enfin de l'effet déplorable que produirait l'aspect de cet immense viaduc, gênant tous les points de vue et détruisant l'harmonie générale des jardins et des constructions.

L'aspect de notre système est tout autre. La plate-forme, se trouvant au niveau du sol, ne compte pas dans la décoration générale de l'Exposition; elle est invisible pour les grandes perspectives. (Voir les figures comparatives 30 et 31.)

Accessible partout, et dans tous les points de son parcours, la plate-forme qui n'a ni tête de ligne, ni station spéciale entraîne et charrie constamment le public en empêchant les encombrements de se produire; sa faible vitesse, son abord facile en font un moyen de locomotion d'une utilité générale et d'un agrément incontestable.

Le train continu diminue les trajets des 4/5 pour les points les plus éloignés et les supprime complètement pour les points les plus voisins de la ligne, une seule enjambée étant suffisante pour franchir n'importe quelle distance, 100, 200, 1000 mètres, et cela à un moment quelconque. Il réalise presque le tapis enchanté des contes arabes qui transporte où il le désire celui qui met le pied dessus.

Les avantages de ce système sont incalculables :

*Au point de vue des visiteurs* : Il supprime leur fatigue et économise leur temps en leur procurant une circulation facile, gratuite, sans formalités; il leur permet de faire une promenade assise autour du Champ de Mars, d'en admirer le panorama toujours changeant, d'en passer une revue générale et pittoresque, d'en choisir les points spéciaux qu'ils visiteront ensuite à loisir. Aux heures de clôture, il facilite à tous le retour, ramenant vers la Seine, le chemin de fer ou les tramways de la rive droite les promeneurs de la galerie des machines, ramenant également les promeneurs des bords de l'eau vers l'Ecole militaire et les moyens de transport de la rive gauche. Quant à ceux qui ne viennent qu'une fois et ils sont nombreux, il leur donne un aperçu complet d'une grande chose qu'ils auraient mal vue sans lui et dont ils n'auraient eu qu'une idée confuse.

*Au point de vue des exposants* : Il répartit le public dans toutes les parties du Palais. Il ne peut y avoir d'emplacement sacrifié comme en 1878. Le côté de l'avenue Suffren vaudra celui de l'avenue Rapp. Cette plate-forme formera l'artère principale de la circulation sur laquelle viendront se greffer toutes les circulations secondaires. En disposant de distance en distance des centres d'attraction assez près des passagers pour que ceux-ci les aperçoivent, assez loin pour leur donner le désir de s'arrêter pour descendre et les examiner, on forcera évidemment tous les promeneurs à se disperser d'une manière uniforme sur la superficie du Champ de Mars et à en voir tous les produits.

*Au point de vue des intérêts de l'Etat et de la Société de garantie* : Le train continu sera une des grandes attractions de l'Exposition. Si grand et si légitime que soit l'intérêt provoqué par la tour de 300 mètres, le public, sa curiosité une fois satisfaite, ne trouvera dans la contemplation de ce chef-d'œuvre de métallurgie aucun autre agrément.

La tour Eiffel attirera le public, soit; cela est incontestable. Toutefois, après l'avoir attiré, il ne serait pas mauvais d'avoir un moyen certain de le retenir; or ce moyen, c'est de lui faire voir gratuitement beaucoup d'objets sans le forcer à parcourir de longs espaces. On peut objecter que le colosse métallique fera paraître le Champ de Mars tout petit, mais au bout de quelques minutes de marche les jambes du public protesteront contre cette illusion dangereuse, et un bon moyen de diminuer les distances sera alors le bienvenu. La plate-forme mobile empêchera des visites instructives de se transformer en corvées désagréables, elle établira un lien utile entre toutes les autres curiosités ou attractions de l'Exposition, d'un aspect plus modeste et moins

visible que la tour, enfin elle apportera un élément bien nouveau de vie et de mouvement au milieu des galeries des produits secondaires, presque toujours les mêmes, dont le public commence à se lasser. En voyant avec quelle facilité ils pourront circuler dans le Champ de Mars, et voir sans effort ce qui les intéressera, les hommes d'étude et les curieux retourneront à l'Exposition plus souvent que s'ils devaient payer leur plaisir par des recherches fastidieuses et des marches fatigantes.

En même temps que l'entreprise couvrira ses frais particuliers et donnera des bénéfices, *elle augmentera indubitablement le nombre des entrées.*

Cette question de la diminution de la fatigue des promeneurs, et surtout des femmes et des enfants, est d'une importance capitale pour la réussite des expositions universelles. A quoi bon éllever des palais splendides, si ceux qui doivent s'y promener en sortent surmenés et rebutés dès leurs premières visites. Les gens instruits qui examinent méthodiquement tous les produits, sont dans une proportion très faible comparativement à la masse de curieux ne sachant par quel bout commencer et se laissant facilement décourager par la multiplicité des parcours, au milieu de l'entassement des objets et des vitrines. On ne saurait donc étudier trop minutieusement les moyens de parer aux dangers des grandes surfaces; et tous ceux qui ont été présentés jusqu'à ce jour sont incomplets ou insuffisants. Les fauteuils roulants, employés en 1867 et en 1878, n'ont pas eu de succès et ne pouvaient en avoir, car ils donnent aux gens qui en font usage l'apparence de malades impotents. Les véhicules aériens, malgré la perfection de leur établissement, feront nécessairement naître l'appréhension, on hésitera toujours à s'enfermer dans des appareils suspendus. Les tramways (électriques, ou autres) passant à l'intérieur des jardins ou des parties couvertes sont incommodes et dangereux; leur circulation, si elle n'est pas interrompue à chaque instant, peut produire des accidents graves (chocs, écrasements, etc.). Si l'une des voitures s'arrête devant la foule, un autre inconvénient se révèle aussitôt : les voitures suivantes viennent s'entasser successivement derrière la première, comme cela a lieu sur les grands boulevards, et créent une barrière qui, cette fois, est bien réellement infranchissable. Notre plate-forme, au contraire, ne peut produire ni choc ni écrasement, puisqu'elle n'a ni tête ni ressaut. Au milieu de la foule, elle ne forme jamais barrière, puisqu'elle s'annule et ne compte plus que comme un plancher ordinaire *par le seul fait de son arrêt.*

Enfin l'attente d'une minute qu'elle exige dans certains cas est infi-

niment moins longue que celle que l'on serait obligé de subir pour prendre place dans une voiture quelconque.

Le train continu sera très probablement dans l'avenir le moyen de transport des grandes expositions. Pourquoi ne l'essayerait-on pas en 1889 ? C'est que là, comme dans la plupart des entreprises, nous craignons fort de nous heurter contre la timidité et la force d'inertie qui s'oppose à toute innovation. La crainte du ridicule est telle, la terreur de passer pour crédule est si grande, que personne n'ose approuver une idée, trouvée juste au fond, mais à laquelle on ne se pardonnerait pas d'avoir adhéré si elle ne devait pas réussir. On ne se décide à croire à la possibilité des choses que lorsque l'expérience l'a prouvée jusqu'à l'évidence. On aime mieux attendre qu'un produit français soit démarqué et ait fait ses preuves à l'étranger avant de le prendre en considération; heureux quand l'auteur existe encore. Puis après bien des années, un chercheur, fouillant les bibliothèques, trouve que l'idée a été émise pour la première fois à Paris. Alors on s'étonne des obstacles et des dédains subis; le beau résultat vraiment ! et ne vaudrait-il pas mieux discuter sérieusement une chose sérieuse et la réaliser si elle est réalisable. Nous ne craignons pas les objections, quelles sont-elles ? En voici quelques-unes :

« Le plan du Champ de Mars n'a pas été conçu pour un tel projet, dira-t-on » : — Qu'importe ! nos différents tracés prouvent qu'on peut facilement établir la plate-forme sans apporter aucune modification à ce plan.

« Mais cela prendra une grande partie de la place réservée aux exposants » : — C'est une erreur, la plate-forme ne prendra qu'une faible partie des voies de communication réservées aux visiteurs, voies qui devront exister quand même, car, à moins de faire de l'Exposition un labyrinthe ou un fourré inextricable, il faudra toujours des allées de dégagement pour la circulation du public; au lieu d'une des allées fixes, nous proposons une allée mobile, voilà tout.

« Mais si 1/15 du public se sert du train, celui-ci gêne les 14/15 restants » : — Le raisonnement est faux : les 14/15 des visiteurs sont répartis sur la totalité de la surface du Champ de Mars; or, le train n'occupe à peu de chose près que 1/100 de cette surface. Aucun des promeneurs ne songera d'ailleurs à se plaindre d'un moyen de transport dont il profitera gratuitement lui-même à un moment donné.

« Mais les accidents possibles? les chutes, etc. » : — La disposition des postes de surveillance et du circuit d'arrêt empêche toute fausse manœuvre, assure toute sécurité.

« Mais c'est une immense barrière arrêtant la foule? » : — Nous ne nous lasserons pas de combattre cette objection qui n'est que spacieuse et qui ne tient pas devant un examen impartial : Une plate-forme qu'il est facile de traverser d'une façon permanente sur 20 ou 30 passerelles peu élevées, dont les largeurs équivalent à celles des portes de l'Exposition et dont le débit de foule est par conséquent le même, une plate-forme qui de plus s'arrête toutes les minutes et devient franchissable *à niveau* sur tous les points de son parcours, c'est-à-dire sur un développement de 2 kilomètres par 4000 personnes à la fois, une telle plate-forme n'est pas une barrière : *elle ne compte pas comme obstacle.*

« Mais la construction de la tranchée entravera l'organisation du Palais? » : — En aucune façon; puisque au fur et à mesure de sa construction, faite par petits fragments, la tranchée est recouverte des trottoirs rabattus formant panneaux qui la dissimulent, jusqu'à l'arrivée du matériel roulant.

« Décidément cela n'est pas pratique » : — C'est bientôt dit. Il est si facile d'affirmer qu'une idée n'est pas pratique; on parcourt négligemment du bout du doigt les pages d'un travail qui a exigé beaucoup de temps pour être coordonné et mis au jour, et on le condamne sans appel avec cette phrase : « Cela n'est pas pratique. » Cela coupe court à toute discussion, cela répond à tout. Et pourtant nous croyons que quiconque voudra étudier notre projet sans parti pris, s'apercevra qu'il possède deux avantages essentiels qui existent généralement dans tout progrès pratique : la continuité dans les résultats, la facilité dans les moyens. Et c'est par là, nous en sommes convaincu, que tôt ou tard notre idée s'imposera.

Il ne nous serait pas difficile de trouver des précédents. Nombre d'inventions, aujourd'hui admises, ont été qualifiées tout d'abord de peu pratiques. Prenons l'éclairage au gaz, par exemple; de combien d'objections n'a-t-on pas essayé de l'accabler à ses débuts. Cela était ridicule, disait-on; on voulait remplacer des appareils éprouvés et connus par une organisation compliquée et dangereuse, il fallait créer des usines capables de faire sauter tout un quartier, creuser des tranchées dans le sol, percer les murailles des maisons, établir des canalisations coûteuses, et tout cela pour remplacer une lampe ou un chandelier, un objet simple par excellence; voilà ce que l'on disait, et bien d'autres choses encore. Et cependant l'avantage d'avoir constamment à sa portée de la chaleur et de la lumière (*continuité dans les résultats*) et cela en tournant un simple robinet (*facilité dans les moyens*) a suffi pour faire oublier tous les inconvénients et

tous les dangers du gaz. Cela n'était pas considéré comme pratique autrefois ! qui oserait le dire aujourd'hui ? Nous n'avons pas certes la prétention de comparer notre projet avec cette merveilleuse invention ; mais dans sa petite sphère d'action il apporterait un progrès réel, un perfectionnement sensible et *facile* dans la *continuité* des transports. Et maintenant si on veut bien se donner la peine de réfléchir, d'entrer d'une façon plus intime dans notre conception, que d'applications, que de développements cette idée ne pourrait-elle pas comporter ? Ce long ruban continu et mobile dans les deux sens peut se prêter à une foule de combinaisons absolument neuves, originales, rehaussant d'un éclat imprévu les fêtes du Champ de Mars. Qui empêcherait, par exemple, d'établir des orchestres sur les wagons terrasses, qui répandraient la gaieté et la vie à travers les galeries du Palais ?

Quelles ressources n'en tireraient-on pas, le soir, pour les fêtes de nuit ! Quelles merveilleuses retraites aux flambeaux ne pourrait-on pas organiser en chargeant ce plancher de petits édifices lumineux, ornés de verres de couleur ou de lampes électriques !

On sait combien les défilés sont difficiles à régler et combien les cortèges se débloquent facilement. Avec la plate-forme mobile tout défilé ne peut que réussir. On pourrait donc à l'aide de cette plate-forme réaliser une fête des récompenses et du travail, qui dépasserait en richesse et en originalité tout ce qu'on a fait jusqu'à présent. Supposons, si l'on veut, que cette fête se passe dans une vaste salle, la grande nef du Palais des arts libéraux, par exemple, dont l'axe longitudinal serait parcouru par la plate-forme mobile, *ou bien encore sous l'immense arcade de la Tour de 300 mètres*. Sur des gradins, décorés de tentures et de drapeaux, se placerait le chef de l'Etat, le gouvernement de la République, l'élite intellectuelle de la France et de l'étranger. Il serait facile alors de faire défiler en ordre absolu, non seulement les groupes d'exposants récompensés, mais encore les trophées de leurs principales œuvres. Les beaux-arts ouvriraient la marche avec les statues, les tableaux, les modèles ; puis viendraient les arts libéraux, les livres, les appareils scientifiques ; les industries diverses suivraient avec les étoffes, les matières premières, les machines ; enfin les fruits et les fleurs, l'agriculture et ses produits, s'échelonneraient successivement, formant une série de points de repère, séparant les groupes d'exposants et s'avançant avec eux comme la preuve visible et tangible de leurs travaux et de leurs efforts.

En quelques heures, tout le résumé du travail humain passerait devant les yeux de milliers de spectateurs. Et, après avoir traversé la

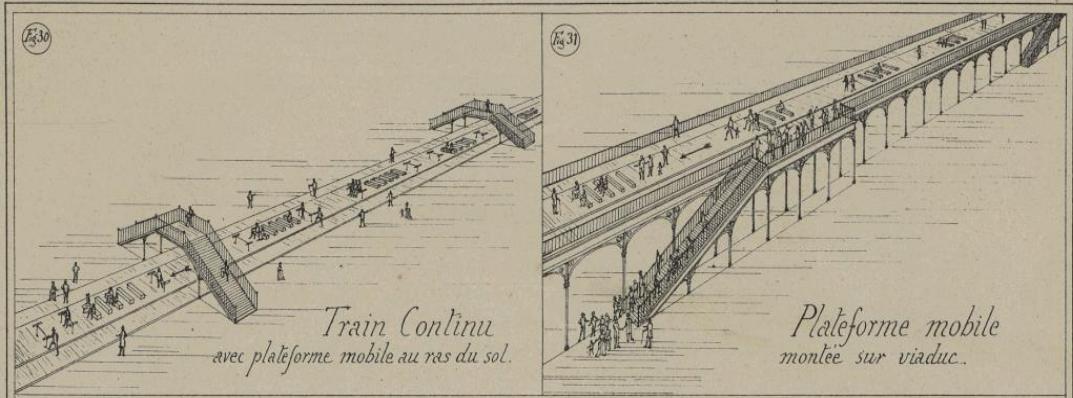
salle, le cortège ne se dissoudrait pas, il continuerait son parcours à travers tout le Champ de Mars pour montrer au grand public les merveilles des sciences et des arts. A cette fête du Progrès on pourrait donc convoquer un immense concours de population.

Et tout cela est possible, tout cela est réalisable. Et si l'on réfléchit que ce projet ne présente aucune difficulté sérieuse, que son exécution ne gènerait pas un instant les travaux et l'installation du Champ de Mars, que l'emploi d'un matériel éprouvé comme celui des chemins de fer supprimerait toutes les incertitudes du résultat final, que la combinaison et l'usage de moyens connus, comme la transmission de la force à distance, les téléphones, etc., ne seraient qu'un jeu pour les ressources actuelles de l'industrie, et qu'enfin les dépenses seraient couvertes et au delà, on ne peut s'empêcher d'en souhaiter ardemment la réussite.

C'est pourquoi nous osons espérer que le Ministre de l'industrie, que les Directeurs généraux de l'Exposition daigneront, sinon l'adopter, au moins en provoquer l'examen sérieux. Nous croyons que cette étude longuement mûrie et consciencieusement faite *et qui intéresse 16 millions de visiteurs*, mérite quelques instants d'attention, et si elle ne va pas s'enterrer dans les cartons verts d'un bureau quelconque, cette fosse commune des idées, les administrateurs, les ingénieurs, les artistes ne manqueront pas, pour la réaliser, la développer, la perfectionner, et en faire une œuvre digne de l'industrie française et de ce grand concours international de 1889, que tout le monde attend comme un signe de paix et de prospérité.

Paris, le 26 janvier 1887.

E. H.



### Comparaison des deux Systèmes.

Accès de plain-pied sur tous les points du parcours au moyen d'une seule enjambée.

Pas de Stations spéciales, pas de foule.

Perspectives dégagées - Construction simple et économique.

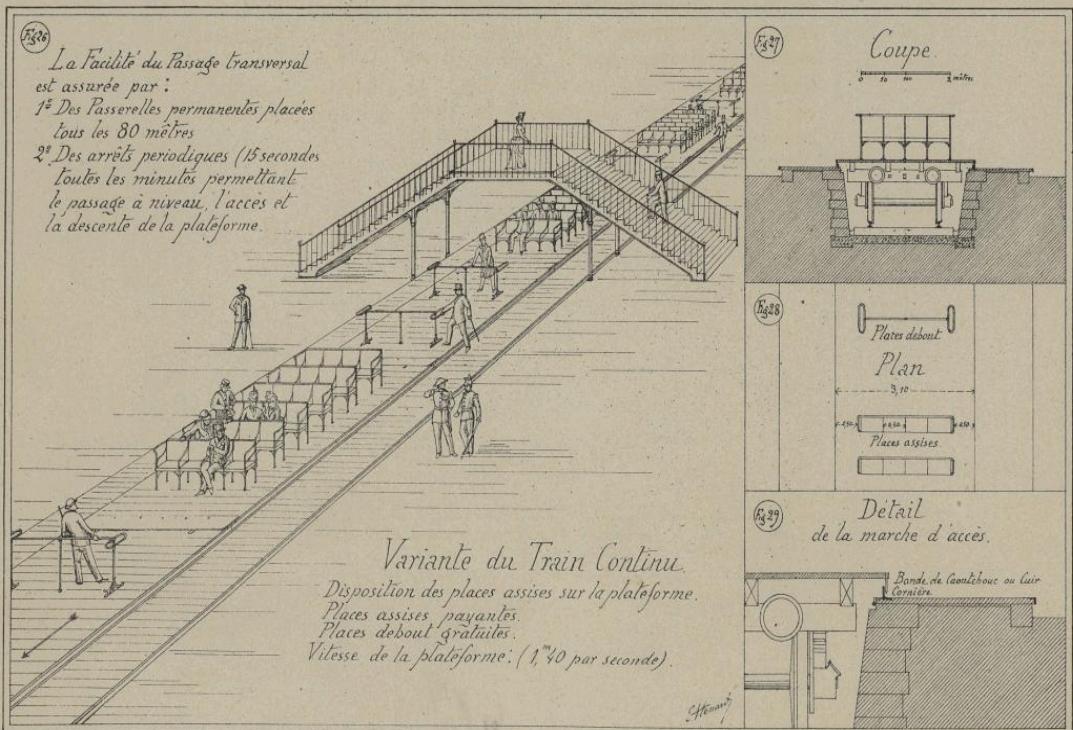
La facilité du Transport, but principal à atteindre, prime la facilité du passage transversal.

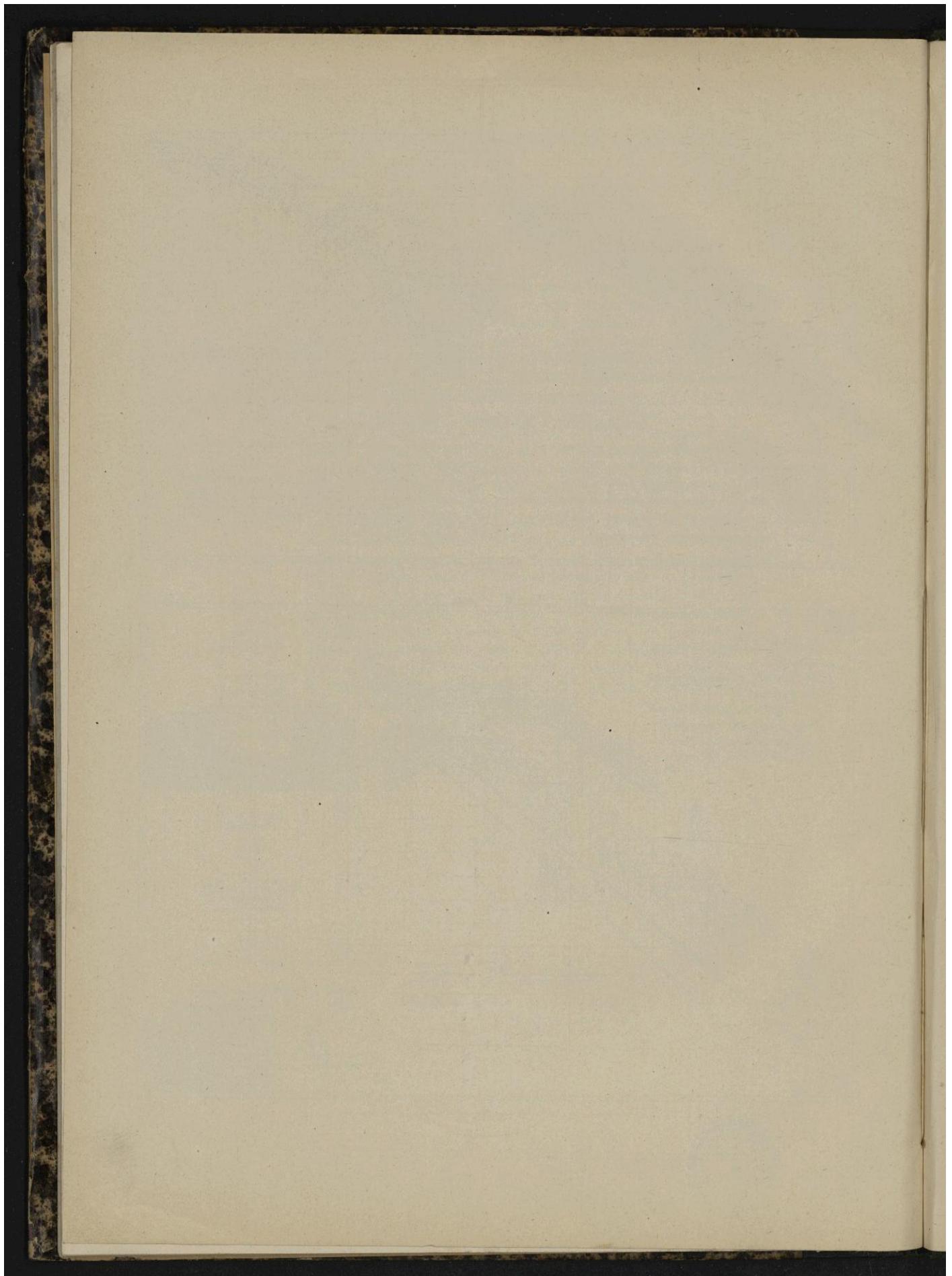
Accès sur des points distancés au moyen d'escaliers saillants à gravir.

Stations produisant la foule et l'encombrement.

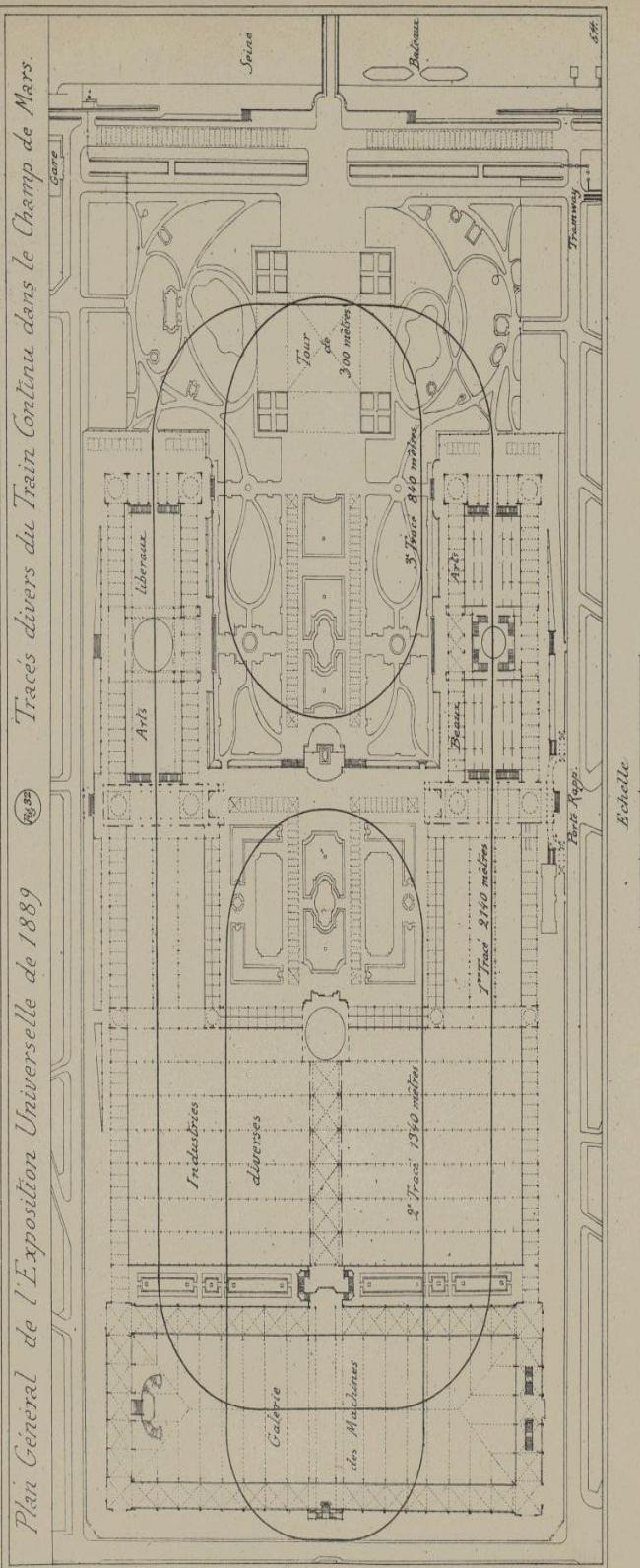
Perspectives bouchées - Construction massive et coûteuse.

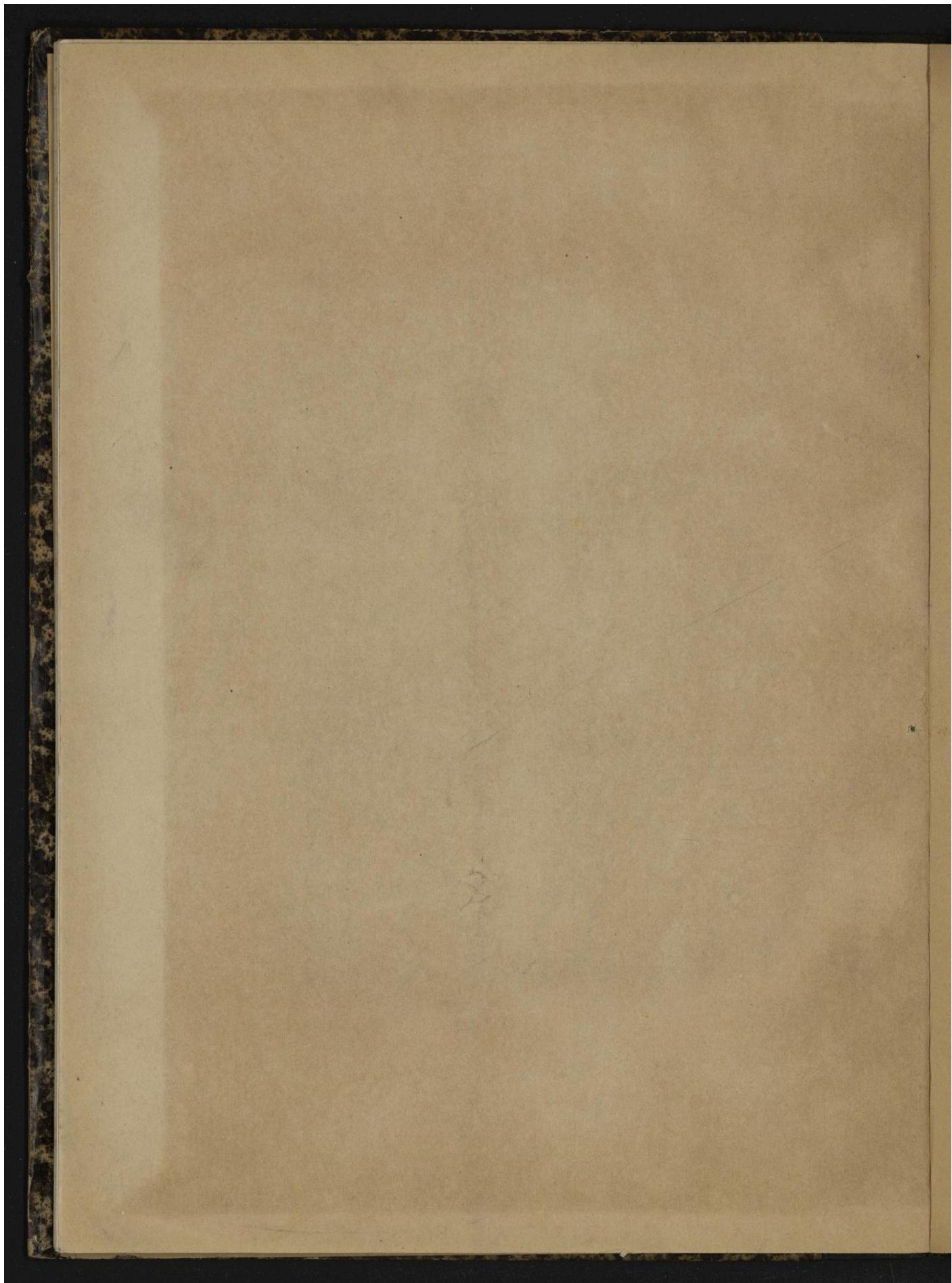
La facilité du Transport est sacrifiée à la facilité du passage transversal.



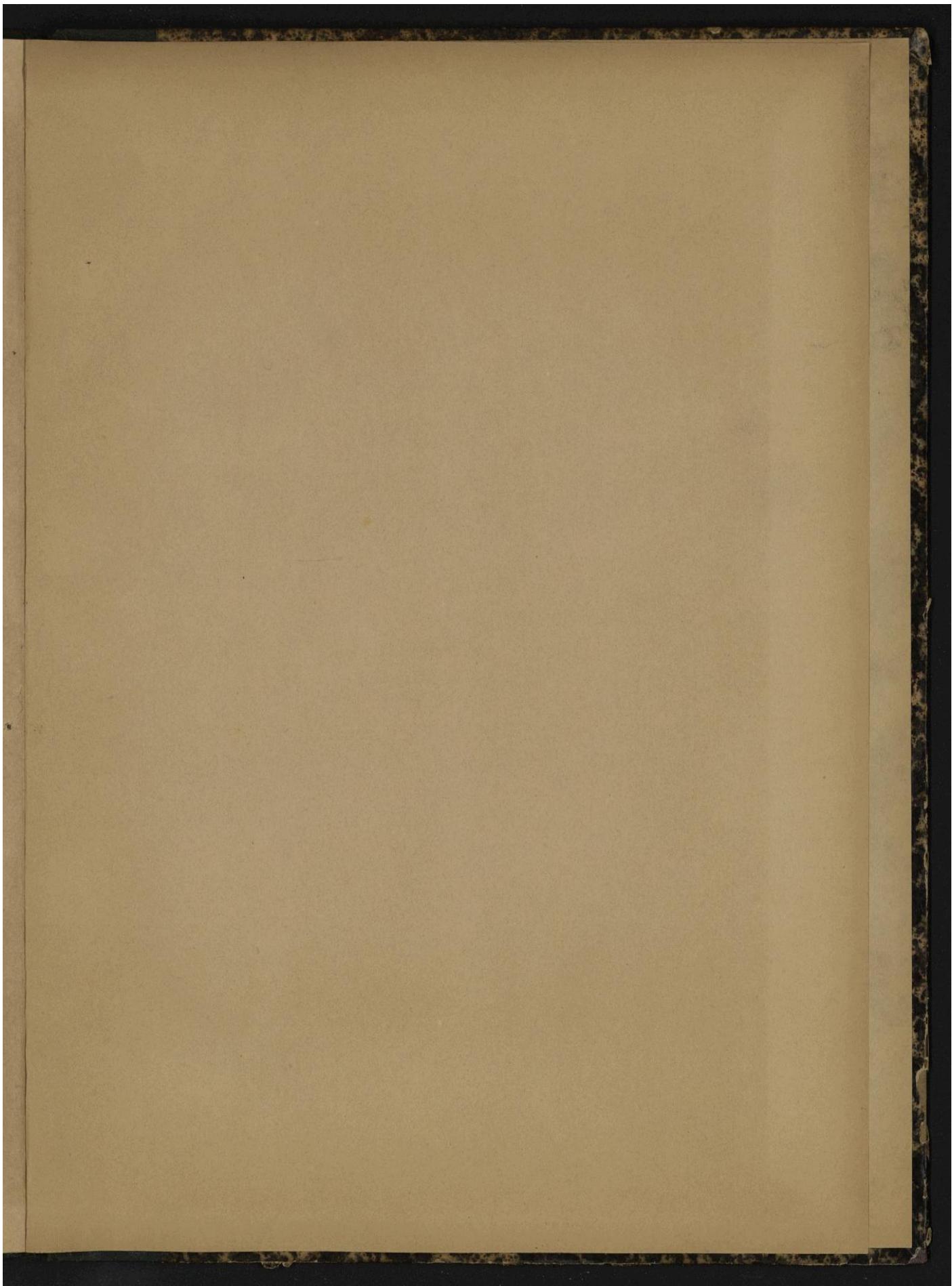


Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

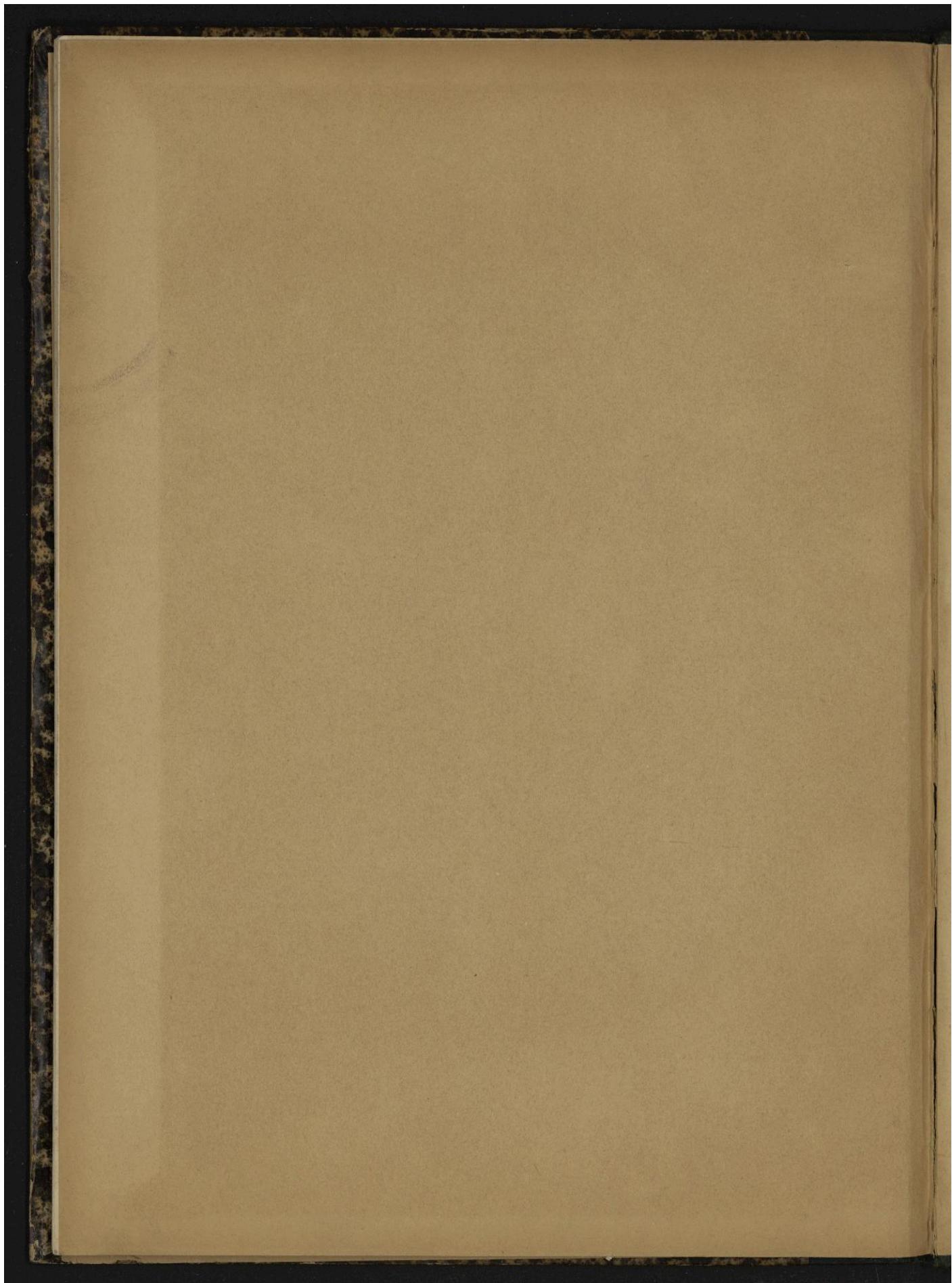




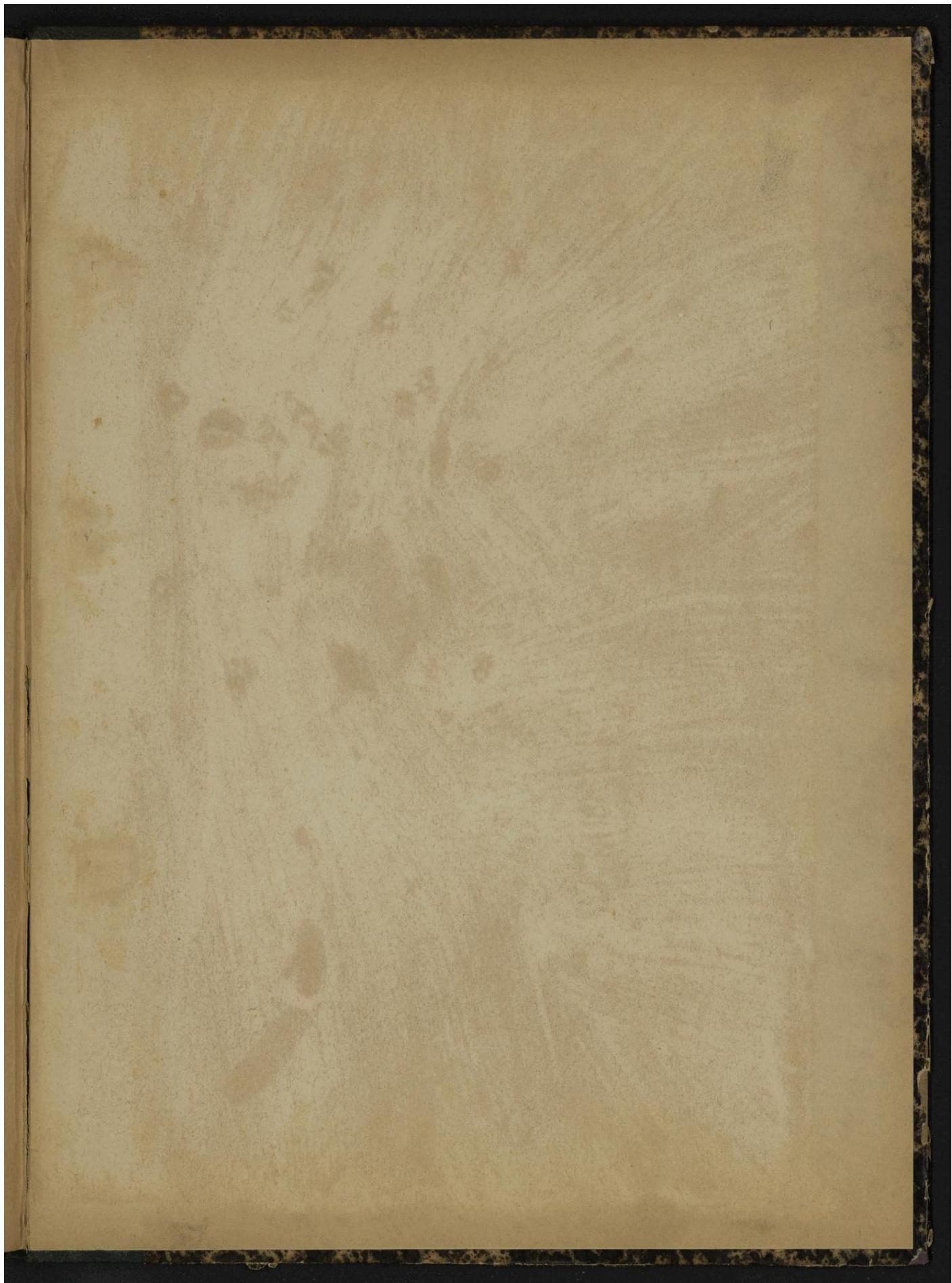
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires